

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САРАТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГЕНЕТИКИ, БИОТЕХНОЛОГИИ И ИНЖЕНЕРИИ ИМЕНИ Н.И. ВАВИЛОВА»

ВАВИЛОВСКИЕ ЧТЕНИЯ – 2022

Сборник статей
международной научно-практической конференции,
посвященной 135-й годовщине со дня рождения академика Н.И. Вавилова

22–25 ноября 2022 г.

Саратов
2022

УДК 378:001.891
ББК 4
В12

В12 Вавиловские чтения – 2022: Сборник статей Международной научно-практической конференции, посвященной 135-й годовщине со дня рождения академика Н.И. Вавилова. – Саратов: Амирит, 2022. – 816 с.

ISBN 978-5-00207-156-2

Редакционная коллегия:

д-р техн. наук, профессор *Д.А. Соловьев*
д-р экон. наук, профессор *И.Л. Воротников*
канд. с.-х. наук, доцент *Н.А. Шьюрова*
канд. геогр. наук, доцент *В.В. Нейфельд*

УДК 378:001.891
ББК 4

Материалы изданы в авторской редакции

ISBN 978-5-00207-156-2

© ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2022

СЕКЦИЯ 1. АКАДЕМИК Н.И. ВАВИЛОВ В КОНТЕКСТЕ ИСТОРИИ, ОБЩЕСТВА И МИРОВОЙ НАУКИ

Научная статья
УДК 575.8:577.2:636.9

Н.И. Вавилов – эволюционное учение

Валерий Иванович Глазко

ФГБНУ Научно-исследовательский институт пушного звероводства и кролиководства
имени В.А. Афанасьева, Москва

Аннотация. Рассматриваются работы Е.И. Вавилова, такие как закон гомологических рядов в наследственной изменчивости, учение о центрах происхождения культурных растений; представление о сложной полиморфной структуре биологических видов и его эволюции, их вклад в эволюционное учение. Обсуждается значение его работ для понимания механизмов domestikации и разработок методов управления генетическими потоками сельскохозяйственных видов.

Ключевые слова: эволюционное учение, domestikация, признаки domestikации, сельскохозяйственные виды, биосфера, генетические потоки

N.I. Vavilov – the evolutionary doctrine

Valeriy Ivanovich Glazko

Afanasyev Federal State Budgetary Research Institute of Fur Breeding and Rabbit Breeding, Moscow

Annotation. The works of N.I. Vavilov are considered, such as the law of homological series in hereditary variability, the doctrine of the centers of origin of cultivated plants; the idea of the complex polymorphic structure of biological species and its evolution, their contribution to the evolutionary doctrine. The significance of his works for understanding the mechanisms of domestication and the development of methods for managing genetic flows of agricultural species are discussed.

Keywords: evolutionary doctrine, domestication, signs of domestication, agricultural species, biosphere, genetic flows,

XX столетие стало не только веком ядерной физики, но и биологии. Мирская честь участвовать в этом процессе принадлежит и нашему соотечественнику Н.И. Вавилову. Он сделал целый ряд мировых фундаментальных открытий в этой науке, изменивших научную картину мира и взятых на вооружение ряда подходов исследователями разных стран. Н.И. Вавилов является прообразом нового типа учёного XXI века. Его универсальный ум, организованность, эрудиция и феноменальная работоспособность удивляли современников и людей XXI века. В плеяде крупнейших деятелей мировой науки он, несомненно, звезда первой величины. С течением времени интерес к достижениям Н.И. Вавилова в теоретической и экспериментальной генетике и селекции не ослабевает, несмотря на лавинообразный рост новых знаний. К ключевым направлениям, оказавшим кардинальное влияние на мир и современную науку XXI века, созданным Н.И. Вавиловым, можно отнести следующие: 1) закон гомологических рядов в наследственной изменчивости, 2) учение о центрах происхождения культурных растений; 3) представление о сложной полиморфной структуре биологических видов – и его эволюция. Его работы внесли огромный вклад в эволюционное учение. Особый интерес представляет его отношение к domestikации, которую он представлял как эволюцию, направляемую руками человека: «Мы хотим овладеть животными, научиться создавать на основе существующих пород новые формы, соответствующие требованиям хозяйства. Но для того, чтобы подойти к решению актуальных задач, связанных

с селекцией, необходимо знание истории, внедрение исторического метода в понимание всей проблемы. Сама селекция домашних животных, также, как и растений, по существу представляет собой экспериментальную эволюцию, но для того чтобы понимать и до известной степени управлять ею, необходимо историческое понимание эволюционного процесса» [1]. В связи с этим особое значение приобретают исследования «признаков доместикиации», объединяющие таксономически удаленные виды и отличающие их от близкородственных диких. Подробное исследование таких признаков, по сути, нарушающих закон о гомологических рядах в наследственной изменчивости Н.И.Вавилова, у животных выполнено в работах С.Н.Боголюбского [2], у растений – в работах А.Патерсона и коллег [3,4].

Следует отметить, что одомашнивание растений и животных — ключевое событие в истории человеческой цивилизации, его механизмы привлекают внимание многих исследователей, особенно в последние десятилетия в связи с сокращением биоразнообразия, в том числе у сельскохозяйственных видов. По определению, предложенному Мелиндой Зедег [5], доместикиация — это устойчивые мутуалистические отношения в ряду поколений, в которых доместикатор влияет на воспроизводство доместицируемых, оптимизируя их образ жизни для получения интересующего его ресурса, благодаря чему доместицируемые получают преимущества перед другими особями вида. Такие взаимоотношения сопровождаются межвидовой коэволюцией, они присутствуют не только у человека и домашних видов растений и животных, но и у представителей диких видов, например насекомых, грибов. В качестве универсальной черты домашних видов по сравнению с близкородственными дикими рассматривается высокое фенотипическое разнообразие, на которое обращал внимание еще Чарльз Дарвин [6].

Выяснение механизмов доместикиации становится особенно важным в последнее время, поскольку человек последовательно вовлекает в свою нишу практически все элементы биосферы, эксплуатируя все виды, поддающиеся доместикиации, и вытесняя остальные. Этот, уже хорошо просматриваемый исторический процесс, приводит к повышенному риску возможной ускоренной деградации биосферы, что, очевидно, угрожает существованию и человека [7]. В этой связи выяснение механизмов доместикиации, по своей сути – сворачивание биосферы в нишу человека, приобретает особую важность не только для выживания человека, но и самой биосферы. Следует отметить, что без работ Н.И. Вавилова, его вклада в развитие эволюционного учения, успешные исследования механизмов доместикиации, были бы невозможны.

Традиционно считается, что активные научные исследования Н.И. Вавилова начинаются с 1908 г., когда он был еще студентом, и обрываются в 1940 г. при его внезапном аресте по доносам Лысенко и других [8, 9]. Н.И. Вавиловым сформулировано три основных направления, которые стоят перед современной наукой биологии и селекции до сих пор:

- 1) исследование существующей культурной флоры в мировом масштабе для рационального использования растительных ресурсов земного шара;
- 2) исследование дикой флоры и ее использование для введения в культуру новых ценных видов животных и растений;
- 3) овладение синтезом органических форм, т.е. создание новых видов, гибридов и сортов растений.

Н.И. Вавилов писал: «...Воздействуя не только на землю, но и на само растение, на его природу. Подбирать сорта, улучшать их путем отбора, скрещивания, введения в культуру новых растений» [1]. Это утверждение в конце XX века в последующем легло в основу клеточной и геномной инженерии Разработанная Н.И. Вавиловым идеология и собранный им и его сотрудниками материал — коллекции — служат источником биоразнообразия для разведения растений во всем мире по настоящее время. До XXI в. по уникальности ей не было аналогов. До его ареста в 1940 г. Н.И. Вавиловым были организованы более 180 экспедиций, из которых около 140 приходились на территорию Советского Союза. Всей работой по организации экспедиций, сбору и анализу получаемого материала вплоть до ареста руководил сам Н.И. Вавилов. Данные, полученные в результате целенаправленного сбора материалов, их

классификации, отбора видов и их комплексного анализа, послужили фундаментом многочисленных работ и теоретических концепций Н.И. Вавилова.

Он был принципиально новым типом ученого XX в. – путешественник-биолог, эволюционист, селекционер и растениевод, ставивший своей целью обогатить открытиями Советское государство и земледелие. Проблема продовольствия всегда была глобальной, тесно связанной с государственной безопасностью.

До сих пор многое из научных трудов Н.И. Вавилова не получило должного освещения. По иронии судьбы, одной из причин этого является широкий спектр научных направлений, которые он развивал. Энциклопедический ум Н.И. Вавилова умел охватить и сблизить многие специальные отрасли биологии и селекции, теорию эволюции, генетику и другие науки. Благодаря Н.И. Вавилову, в России вначале 20-х гг. XX в. произошел расцвет практической и теоретической биологии и генетики. К сожалению, в дальнейшем она стала жертвой идеологической борьбы и была практически запрещена. Реальная возможность снабдить страну новыми перспективными сортами растений и решить проблему обеспечения населения продовольствием была отодвинута в далекое будущее.

Жизнь Николая Ивановича Вавилова разворачивались в контексте грозных, разрушительных событий внутри страны и на международном уровне. Ужасы коллективизации, голода, убийств, чисток, приход Гитлера к власти. Массовые уничтожения друг друга, грабеж и распродажа накопленных ценностей страны, социальное безумие, страх. И нет тому предела... Торжество «пролетарской науки». Уничтожение научных школ. Вавилов продолжает работать, открывая все новые и новые научные горизонты, поддерживая и создавая новые научные направления, формируя вокруг себя круг научного сообщества мирового масштаба. И, в то же время - смертельную петлю вокруг себя тех оппонентов, кто успешность научной дискуссии определяет благосклонностью к ним властных структур, привлечение которых гарантирует уничтожение противоположной стороны. Тем не менее, Николай Иванович Вавилов жив, сохраняется нить традиций российской науки, растут ученики, жизнь продолжается.

Список источников

1. Вавилов Н.И. Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости. 2-е изд., перераб. и расш изд. Москва ; Ленинград: Сельхозгиз. <https://search.rsl.ru/ru/record/01005270134>. – 1987.
2. Боголюбский С.Н. Происхождение и преобразование домашних животных: Учеб. пособие для гос. ун-тов. Москва: Сов. наука. <https://search.rsl.ru/ru/record/01005978205>. - 1959.
3. Paterson A.H., Lin, Y.R., Li, Z., Schertz, K.F., Doebley, J.F., Pinson, S.R., Liu, S.C., Stansel, J.W., Irvine, J.E. Convergent Domestication of Cereal Crops by Independent Mutations at Corresponding Genetic Loci. *Science* (N.Y.), 1995, 269 (5231): 1714–1718. <https://doi.org/10.1126/science.269.5231.1714>.
4. Tang H., Sezen U., Paterson, A.H. Domestication and Plant Genomes». *Current Opinion in Plant Biology*. 2010, 13 (2): 160–166. <https://doi.org/10.1016/j.pbi.2009.10.008>.
5. Zeder M.A. Domestication as a Model System for the Extended Evolutionary Synthesis». *Interface Focus*. 2017. 7 (5): 20160133. <https://doi.org/10.1098/rsfs.2016.0133>.
6. Дарвин Ч. Изменения домашних животных и культурных растений. / Под общ. ред. Л. С. Берга, Н. И. Вавилова, П. И. Валескална... [и др.]. Т. 4. Ленинград: Гос. изд-во биол. и мед. лит-ры. <https://search.rsl.ru/ru/record/01005142274>.
7. Barnosky A.D. Colloquium Paper: Megafauna Biomass Tradeoff as a Driver of Quaternary and Future Extinctions. *PNAS*. 2008. 105, Suppl 1: 11543–11548.
8. Глазко В.И. Николай Вавилов ... жизнь как служение Родине 1935 – 1939... / В.И. Глазко - М: Курс, 2022, том 1, 656 с. 2-е изд., перераб. и доп.
9. Глазко В.И., Николай Вавилов ... жизнь как служение Родине 1940 – 1943... / В.И. Глазко - М: Курс, 2022, том 2, 816 с 2-е изд., перераб. и доп.

**Николай Иванович Вавилов – ученый, определивший путь развития
сельскохозяйственного растениеводства СССР**

Евгений Андреевич Калинин

Пензенский государственный аграрный университет,
г. Пенза

Елизавета Дмитриевна Кормакова

Пензенский государственный аграрный университет,
г. Пенза

Аннотация. Статья посвящена исследованию творческого пути Николая Ивановича Вавилова – одного из величайших ученых-генетиков, ботаника, селекционера, химика, географа, общественного и государственного деятеля.

Ключевые слова: Николай Иванович Вавилов, наука, исследования, интродукция, ботаника, сорта, селекция

**Nikolai Ivanovich Vavilov - a scientist who determined the path of development
of agricultural crop production in the USSR**

Evgeny Andreevich Kalinichev

Penza State Agrarian University,
Penza

Elizaveta Dmitrievna Kormakova

Penza State Agrarian University,
Penza

Abstract. The article is devoted to the study of the creative path of Nikolai Ivanovich Vavilov, one of the greatest genetic scientists, botanist, breeder, chemist, geographer, public figure and statesman.

Key words: Nikolai Ivanovich Vavilov, science, research, introduction, botany, varieties, breeding

Знаменитый советский ученый Николай Иванович Вавилов работал в различных отраслях биологии, но наибольших успехов достиг в изучении генетики. Им были разработаны классификация различных видов, практические и теоретические основы селекции, а также выделен ряд различных ценных образцов. Описан комплексный подход к раскрытию проблем возделывания бахчевых культур, получение ценные сведения и созданы многочисленные сорта, которые нашли широкое применение в нашей стране. Большое внимание уделялось изучению состава плодов и семян, их цитологии и генетики, изменчивости и наследованию признаков. С помощью вышеупомянутых исследований на Кубанской опытной станции стали выводить плоды, высокопродуктивные и устойчивые к антракнозу. Были выведены устойчивые к фузариозному увяданию сорта арбуза, устойчивые к мучнистой росе и бактериозу сорта дыни [1, 2].

Ещё ранние исследования Н. И. Вавилова, которые посвящены иммунитету растений к грибковым заболеваниям, позволили ему создать теорию о физиологической невосприимчивости растений к заболеваниям. Этими вопросами он интересовался всю свою жизнь и закончил исследования тем, что изложил ценные сведения на страницах объемной монографии «Иммунитет растений к инфекционным заболеваниям» (1919 год).

Работа Н. И. Вавилова «О происхождении культурной ржи» (1917 год) смогла дать совершенно другое представление о широко используемой культуре хлебного злака. Здесь

учёный описал этапы эволюции сорно-полевой ржи, а также раскрыл историю происхождения многих других культурных растений. Он смог доказать, что на месте сорно-полевых растений довольно часто возникают новые, никому не известные молодые культуры. Эта работа стала первой, где Вавилов обратил внимание на юго-западную часть Азии, как центр формирования ржи. Было положено начало новым исследованиям по установлению центров происхождения культурных растений [3–5].

Нередко учёный описывал в своих работах ценные соображения о развитии земледелия в северных районах Советского Союза. Упомянул об освоении сухих и влажных субтропиков и том, чтобы интродуцировать новые растения в эти районы. Ученый понимал важность и перспективность исследований, направленных на перенос новых видов или возвращение в производство «старых», давно утраченных, в том числе культурных растений. Новые виды, сорта и гибриды должны были характеризоваться высокими адаптационными способностями к условиям интродукции, при этом давать повышенные, стабильные урожаи на протяжении долгих лет. Важным аспектом, присущим интродуцентам, являлось их рациональное использование, поскольку речь шла именно о ценных растениях. При этом для развития отечественного земледелия и растениеводства требовалась быстрая интеграция в производство и широкое распространение культур для использования в практике. Эти условия и поныне являются основными постулатами при интродукции инновационных растений.

Наиболее привычными примерами интродуцированных растений можно считать кукурузу, картофель, перец, томаты и т.д. Интродукция находится важнейшим средством повышения урожайности и разнообразия сельскохозяйственных растений, вместе с выведением новых культурных форм, селекцией и гибридизацией, так считал Николай Иванович.

Планировал развить сельское хозяйство в нескольких областях Советского Союза. Немало было уделено внимания проблеме подъёма сельскохозяйственных культур в нашей стране. Государственный и общественный деятель Николай Иванович Вавилов отдал все силы и много лет жизни на социалистическое переустройство своей родины и видел в этом большие перспективы.

Список источников

1. Калиничев Е. А. Интродукция перспективной кормовой культуры фестулолиум (*Festulolium*) в условиях лесостепи среднего Поволжья / Е. А. Калиничев // Наука и Образование. – 2019. – Т. 2. – № 2. – С. 339.
2. Калиничев Е. А. Совершенствование приемов возделывания фестулолиума (*Festulolium*) в условиях лесостепи среднего Поволжья / Е. А. Калиничев // Пищевые технологии будущего: инновации в производстве и переработке сельскохозяйственной продукции : сборник статей Международной научно-практической конференции, Саратов, 12–13 марта 2020 года. – Саратов: Пензенский государственный аграрный университет, 2020. – С. 210-212.
3. Кшникаткина А. Н. Интродукция и биопродуктивность новых кормовых растений в условиях лесостепи среднего Поволжья / А. Н. Кшникаткина, С. А. Кшникаткин // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2008. – № 4. – С. 108-110.
4. Кшникаткина А. Н. Интродукция и биопродуктивность новых кормовых растений в условиях лесостепи среднего Поволжья / А. Н. Кшникаткина, С. А. Кшникаткин // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2008. – № 4. – С. 108-110.
5. Кшникаткина А. Н. Итоги изучения черноголовника многобрачного при интродукции в лесостепи среднего Поволжья / А. Н. Кшникаткина, В. Н. Еськин, Е. А. Зуева // Нива Поволжья. – 2008. – № 2(7). – С. 30-35.

**Вклад Н.И. Вавилова в развитие
научной отрасли растениеводства**

Юлия Владимировна Мазаева

Мичуринский государственный аграрный университет,
г. Мичуринск

Аннотация. В статье рассматривается научная деятельность Н.И. Вавилова и его труды, внесшие значительный вклад в развитие отрасли растениеводства. Кратко затронута личность и жизнь Н.И. Вавилова, его профессиональное образование и научные интересы.

Ключевые слова: Н.И. Вавилов, растениеводство, научные труды, биология, сельское хозяйство, культурные виды

**Contribution of N.I. Vavilov to the development
of the scientific branch of crop production**

Yulia Vladimirovna Mazaeva

Michurinsk State Agrarian University,
Michurinsk

Abstract. The article examines the scientific activity of N.I. Vavilov and his works, which made a significant contribution to the development of the crop industry. The personality and life of N.I. Vavilov, his professional education and scientific interests are briefly touched upon.

Key words: N.I. Vavilov, crop production, scientific works, biology, agriculture, cultural species

Николай Иванович Вавилов, родился в 1887 г. в г. Москва, тогда еще Российской Империи. Согласно историческим данным еще в юности проявлял интерес к естественнонаучным направлениям в частности в исследовании многообразия животного и растительного мира. Эти увлечения в дальнейшем предшествовали осознанному выбору профессионального образования в данной области и в 1906 г. Н.И. Вавилов стал обучаться на агрономическом факультете Московского сельскохозяйственного института. Будучи студентом, участвовал в научных экспедициях, прошел агрономическую практику и активно занимался исследовательской работой. Завершив обучение в 1911 году, стал готовиться к получению профессорского звания на кафедре земледелия, проходил частые научные стажировки.

С 1913 г. по 1914 г. дополнительно изучал за границей работу научных школ Франции и Англии, занимавшихся семеноводческими, селекционными и генетическими исследованиями. Начиная с 1915 г. стал заниматься изучением иммунитета растений, что в последующем вылилось в сформировавшееся учение об иммунитете в 1918 – 1919 гг. [1, 5].

В изданной в 1918 г. работе «Иммунитет растений к инфекционным заболеваниям» [3], в начале работы автор отметил:

«После долгих колебаний автор решился придать настоящей работе форму монографии по иммунитету растений к инфекционным заболеваниям. Оправдание своей попытке автор видит в полном отсутствии сходных работ по растительному иммунитету как в русской, так и в иностранной литературе ...» [3].

Работа Н.И. Вавилова об иммунитете, стала предпосылкой к изучению генетической составляющей растительных объектов.

В 1935 г. был в первые, опубликован на русском языке «Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости» [2], в предисловии редакторами было отмечено, что данный

труд содержит изложение основных закономерностей изменчивости растительных и животных организмов [2].

Ранее данная работа была изложена ученым лишь в кратком виде в 1920 г. Данный труд привнес значительный вклад в развитие биологической науки в целом. В частности, закон имел важное прикладное значение и для селекционной работы, так как в описываемый исторический период поиск необходимых у растений аллелей проводили в природных популяциях без использования искусственных факторов.

В последующие годы был частым участником разнообразных экспедиций, в ходе которых, активно пополнял коллекцию ботанических образцов и изучал очаги возникновения культурных растений. Результатом многолетних исследований стала изданная в 1926 г. работа «Центры происхождения культурных растений» [4], в введении автор отметил:

«При исследовании сортового состава возделываемых растений нам пришлось подойти к установлению существования определенных систем формообразования в пределах линнеевских видов и родов. Разнообразие наследственных форм и сортов при ближайшем изучении оказалось подчиненным стройной системе; для целых семейств главнейших возделываемых растений в результате коллективной работы, удалось построить системы разновидностей и рас, - общие схемы наследственной изменчивости ...» [4].

На момент издания научной работы, автором было выделено 5 основных центров происхождения главнейших культурных растений Старого Света (рис. 1) [4].

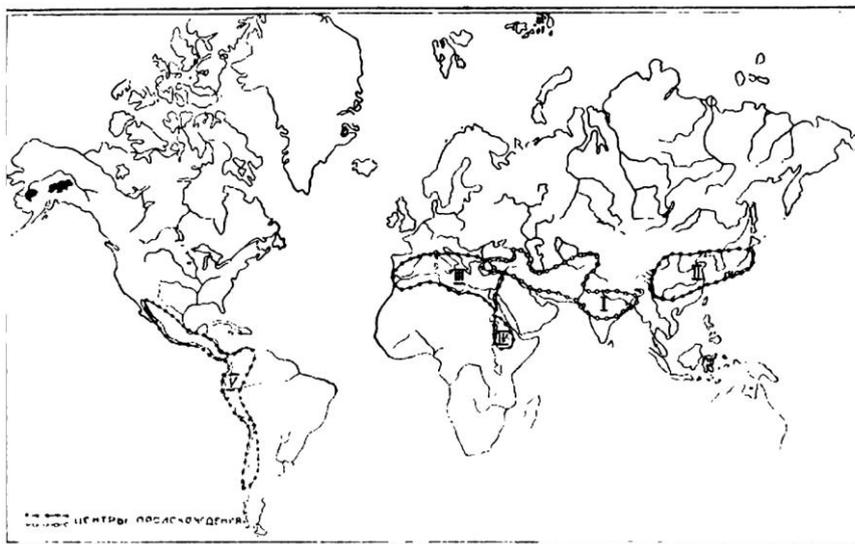


Рисунок 1. Основные центры происхождения главнейших культурных растений Старого Света (по материалам работы Вавилова Н.И. 1926 г.

«Центры происхождения культурных растений» 1926 г.)

- I. Юго-Западная Азия. II. Юго-Восточная Азия. III. Средиземноморское побережье.
IV. Абиссиния. V. Горные районы Южной Америки и Мексики**

Кроме того, в общем заключении об основных мировых очагах происхождения культурных растений, ученый отмечал:

«... Общие центры формообразования культурных растений. Нет сомнений в том, что после детального изучения центров формообразования возможно большего числа культурных растений определятся общие центры для целых групп возделываемых растений и удастся подойти вплотную к установлению основных мировых очагов происхождения их. Понадобятся огромные усилия для того, чтобы довести эту работу до конца. Но уже и в настоящее время в результате предварительных исследований нескольких десятков растений намечается пять основных очагов для главнейших полевых, огородных и садовых растений. Таковыми являются: 1) Юго-Западная Азия ... 2) Юго-Восточная Азия ... 3) Средиземноморский очаг ... 4) В Северной Африке необходимо выделить, как

самостоятельный очаг, *Абиссинию*, с прилегающими к ней горными районами ... 5) *В Новом Свете*, поскольку позволяют судить имеющиеся данные, необходимо выделить в качестве очагов первоначального земледелия и центров формообразования *Мексику и Перу с прилегающими к ним горными странами* ... К первым двум очагам Азии с юга примыкает, по-видимому, самостоятельный *шестой островной очаг* ... Кроме перечисленных основных центров, в дальнейшем вероятно, удастся наметить ряд *второстепенных центров* уточнить географически самые основные центры; в то же время надо иметь в виду, что ряд растений, как конопля, рожь, - выходили в культуру одновременно во многих местах ...» [4].

Суть работы заключается в определении и распределении мест обитания культурных видов растений по их исконным ареалам, из которых они в последствии, были интродуцированы.

В 1927 г. ученый сделал сообщение «О мировых географических центрах генов культурных растений». В последующие годы на ряду, с педагогической деятельностью продолжал заниматься пополнением ботанической коллекции новым генетическим материалом, чему способствовали разные научные экспедиции [1, 5].

Созданию большой генетической коллекции растений, предшествовала научная работа в 180 экспедиций по всему миру посвященных изучению ботанических и агрономических аспектов, среди данных экспедиций 40 было в 65 зарубежных странах. В 1940 году коллекция культурных растений составляла 250 000 образцов. Коллекция, собранная благодаря деятельности ученого стала первым в мире банком генов [6].

К сожалению последние годы жизни ученого совпали с периодом тяжелой и нестабильной политической обстановкой внутри страны, тогда уже именовавшейся СССР. Трагическим итогом доносов и наветов стала репрессия ученого высшими органами власти, впоследствии, он тяжело заболел и провел свои последние дни жизни, будучи заключенным. Умер в 1943 г в результате ослабления и истощения организма. Был реабилитирован уже после смерти [1, 5].

Н.И. Вавилов внес огромный вклад в развитие растениеводства, разрабатывал научные основы селекции, им был создан большой генофонд культурной флоры. Созданная им коллекция генетического материала растений и научные труды ученого оказали существенное влияние на всю отрасль растениеводства, в частности на изучение сельскохозяйственных культур [1- 7].

На основании опыта Н.И. Вавилова по созданию семенных банков, в последующем по всему миру стали создавать их по российской схеме, а в 2008 году было построено всемирное семеновохранилище. В данном хранилище в Шпицбергене, находящемся на глубине 130 метров, каждая страна имеет собственный отсек для хранения семенного материала [7].

Список источников

1. Бахтеев Ф.Х. Николай Иванович Вавилов: 1887–1943. (Серия «Научно-биографическая литература»). Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1987. – 272 с.

2. Вавилов Н.И. Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости / 2-е переработанное и расширенное издание, Государственное издательство совхозной и колхозной литературы. Москва. Ленинград – 1935 г. – 59 с.

3. Вавилов Н.И. Иммуниет растений к инфекционным заболеваниям. Москва – 1918 г. – 247 с.

4. Вавилов Н.И. Центры происхождения культурных растений / Всесоюзный институт прикладной ботаники и новых культур и государственный институт опытной агрономии. Ленинград – 1926 г. – 252 с.

5. Мирзоян Э.И. Николай Иванович Вавилов и его учение / Э.Н. Мирзоян: Ин-т истории естествознания и техники им. С.И. Вавилова РАН. – М.: Наука, 2007. – 178 с.

6. Коллекция семян растений ВИР. Электронный ресурс. Адрес доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%BB%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%86%D0%B8%D1%8F_%D1%81%D0%B5%D0%BC%D1%8F%D0%BD_%D1%80%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%92%D0%98%D0%A0.

7. Всемирное семеновохранилище. Электронный ресурс. Адрес доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%81%D0%B5%D0%BC%D0%B8%D1%80%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D1%81%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D0%BE%D1%85%D1%80%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%BB%D0%B8%D1%89%D0%B5.

© Мазаева Ю.В., 2022

Научная статья
УДК 929

Николай Иванович Вавилов: научное наследие

Людмила Михайловна Онищенко

Вадим Алексеевич Разгулин

Валерия Константиновна Голубова

Кубанский государственный аграрный университет
имени И.Т. Трубилина

Аннотация. Представлены отдельные сведения о научном вкладе личности в историю науки, благодаря которому в настоящее время в России, в том числе и на Кубани, выращиваются хорошие урожаи важнейшей зерновой культуры – пшеницы.

Ключевые слова: пшеница мягкая озимая, урожай, сорт, селекция, зерно

Nikolai Ivanovich Vavilov: scientific heritage

Lyudmila Mikhailovna Onishchenko

Vadim Alekseevich Razgulin

Valeria Konstantinovna Golubova

Kuban State Agrarian University
named after I.T. Trubilin

Abstract. Separate information is presented on the scientific contribution of the individual to the history of science, thanks to which good harvests of the most important grain crop, wheat, are currently grown in Russia, including the Kuban.

Key words: soft winter wheat, harvest, variety, selection, grain

*Успеха в жизни достигает тот,
кто поставил перед собой большие задания,
шаг за шагом идет, проверяя себя,
останавливаясь время от времени,
оглядываясь назад и подсчитывая,
что сделано и что осталось сделать.*

К.А. Тимирязев, 1901

Путь развития и становления отечественной биологической науки не был прямым и легким. О плодотворной работе биолога, агронома, географа и генетика мирового уровня Н. И. Вавилова нельзя не вспомнить в год 135-летия со дня рождения. Обратимся к его научному наследию, которое нам оставил этот замечательный ученый. Обобщая сведения, имеющиеся в литературе, вырисовывается портрет личности широкого масштаба, с которой, нам агрохимикам, хочется брать пример. К тому же известно, что на съезде селекционеров в

Саратове «Закон гомологических рядов» Николая Ивановича был оценен как научный успех, и физиолог О. В. Заленский там произнес крылатые слова, назвав ученого «наш Менделеев».

Известно, что научная деятельность Н.И. Вавилова проходила в масштабе планеты. Неугасимый энтузиазм, широкое мировоззрение и необычайная трудоспособность Николай Ивановича поражает. Неутомимая энергия и темп научной работы заключались в его словах: «Наша жизнь коротка – нужно спешить». Для Н.И. Вавилова характерен живой природный ум, исключительная доброжелательность и широчайшая эрудиция. Он не имел ни малейшего намека на высокомерие, скупость. Это был щедрый ученый, не знавший усталости и любивший порядок. Главной его целью было навести порядок в представлениях о культурных формах растений земного шара, созданных человеком на протяжении тысячелетнего периода развития земледелия. Вскрыть закономерности изменений культурных растений, которыми управляет эволюция растительного мира. Смелые и глубокие мысли он выражал лаконично, понятно, смело владея богатым фактическим материалом – писал П. П. Лобанов (1969).

Создатель учения о происхождении культурных растений, научных основ селекции академик Н. И. Вавилов (1987) в книге «Пять континентов», определяя направления исследований, сопоставляя факты и просторы работы, пишет, что хотелось бы понять «земледельческую душу» стран и связать данные в единое с эволюцией мирового растениеводства и земледелия.

Софья Павловна Зыбина (2007) в своих воспоминаниях описывает необычайную доброту Николая Ивановича, особенно к молодежи, терпимость к ошибкам других. Она пишет, что однажды, вычисляя дозы удобрений для опытов, я сильно ошиблась. По обыкновению, Николай Иванович рассмеялся, махнул рукой и рассчитал их сам. С.П. Зыбина отмечает исключительную работоспособность Николая Ивановича, необычайную доброту, чрезвычайный демократизм со многими рабочими, пристальное внимание к критике своих принципиальных позиций со стороны ближайших сотрудников. Он считался с мнениями и замечаниями еще не оформившихся «желторотых птенцов». На это ученый пояснял: «Если даже грудной младенец мне сумеет доказать, что я не прав, я и тогда буду считаться с его мнением».

В поисках растительных ресурсов мира Н. И. Вавилов (1987) организовывал экспедиции во все континенты мира за исключением Австралии, так как этот континент не знал земледелия до новейшего времени. Для Кубани – житницы России, производящей существенные объемы зерна пшеницы мягкой озимой, вызывает исключительный научный интерес экспедиции Н. И. Вавилова по сбору растений этой культуры. Так, на севере Ирана были обнаружены полуостистые формы мягкой пшеницы, которые неизвестны были тогда науке. Исследования ученого для Европы позволили обнаружить ряд новых, неизвестных и оригинальных разновидностей ржи и пшеницы мягкой. При этом сделать важный вывод, что центры формирования этих культур находятся в Афганистане. Выяснилось, что именно в этой стране наблюдалась вся амплитуда наследственной изменчивости *Triticum vulgare Vill*, которую ученый связывал с наличием широкой амплитуды изменчивости условий произрастания растений.

В странах, которые примыкали к Средиземному морю, доминирующее значение имела пшеница твердая. Отличительные ее признаки – требовательность к теплу, крупный колос и выполненное зерно, длинные ости, высокий, мощный стебель и гладкая листовая пластинка, сравнительная позднеспелость, но главное достоинством, отмеченным Н. И. Вавиловым, была устойчивость к мучнистой росе, бурой и желтой ржавчинам. Необходимо отметить три эколого-географической группы форм пшеницы, которые были установлены ученым в пределах подвида. Первая группа – сирийско-палестинская: в начальный период роста весьма устойчивая к почвенной засухе и с достаточно интенсивным темпом развития в первый период жизни растений, связанным с условиями произрастания свойственными Ливану, Сирии, Иордании, Израилю и побережью Малой Азии. Растения были достаточно скороспелые, неполегающие из-за низкорослого стебля и достаточно урожайные. Они имели плотный

многоцветковый колос, кроткие ости, округлое стекловидное зерно. Вторая группа – египетская, представленная формами, характеризующимися высокой степенью скороспелости и восприимчивостью к желтой и бурой ржавчинам. Растения низкорослые, с грубыми твердыми остями и опушением листьев. Третья группа – пшеницы твердые с мелким зерном островов Кипра и Средиземноморья.

При изучении коллекции пшениц Японии были установлены характерные особенности японского экотипа пшеницы мягкой: низкорослость, многоцветковость и устойчивость к бурой и желтой ржавчинам, при этом слабая зимостойкость. Колос – укороченный, ости у культуры либо полностью отсутствовали, либо были короткие. Зерно мелкое и близкое по форме к сферическому.

Во второй половине XX в., отмечая значение работы академика Н. И. Вавилова по созданию мировой коллекции ВИР, Д.Д. Брежнев и М.М. Якубцинер (1967) пишут, что Закон гомологических рядов открыл перспективы для селекции и выведения новых сортов. Богатейший исходный материал пшениц, собранный Н.И. Вавиловым в странах Северной Африки и Южной Европы, был привлечен селекционным центром Северного Кавказа – Краснодарским НИИ сельского хозяйства (ныне Научный центр зерна имени П. П. Лукьяненко). Выведены сорта: пшеницы твердой Краснодарская 362, а также шедевра пшеницы мягкой озимой Безостая 1. Известно, что в сложной родословной селекции сорта Безостой 1, созданного П.П. Лукьяненко, участвует образец мировой коллекции ВИР, привезенной Н.И. Вавиловым из Аргентины. СОРТУ Безостая 1, как отмечает Н. П. Дубинин (1969) принадлежит высокий урожай – 9,0 т/га.

Велико значение мировой коллекции пшениц. Об этом свидетельствуют слова П.П. Лукьяненко, отмеченные в очерке М.М. Якубцинера (1969). В ходе экспедиций в земледельческие районы Н. И. Вавилов особое внимание уделял пшенице. Особо ценен был селекционный фонд пшениц Закавказья, в котором открыт ряд эндемичных видов.

Развитие теоретического наследия академика Н. И. Вавилова, организация аграрной науки актуальны сегодня. Мысль ученого, что селекция – единство теории и практики и представляет собой искусство и науку выразившееся в особую отрасль сельскохозяйственного производства, обеспечивающую продовольственную безопасность страны. Подтверждение этому итог сельскохозяйственного года на Кубани. В регионе с площади 1,9 млн га собрали 10,7 млн тонн зерна пшеницы (около 90 % – продовольственное зерно) при средней ее урожайности – 6,74 т/га. Не это ли является научным наследием и продолжением высшей степени плодотворного труда великого ученого?

Список источников

1. Брежнев Д. Д. Значение работ Н. И. Вавилова в отечественной селекции Д. Д. Брежнев, М. М. Якубцинер. Достижения отечественной селекции. Сб. науч. труд. М. : Колос. 1967. – 391 с. [С. 38-40].
2. Вавилов Н. И. Пять континентов. Н. И. Вавилов. Л. : Наука. 1987. – 213 с. [С 19-170].
3. Вавилов Н. И. Теоретические основы селекции. Н. И. Вавилов. М. : Наука. 1987. – С 173-175.
4. Дубинин Н. П. Н. И. Вавилов как генетик. Н. П. Дубинин. В сборнике Н. И. Вавилов и сельскохозяйственная наука. М. : Колос. 1969. – 424 с. [С. 90-100].
5. Зыбина С. П. Воспоминания о Н. И. Вавилове. – М. : ФГОУ ВПО РГАУ – МСХА им. К. А. Тимирязева, 2007. – 123 с.
6. Лобанов П.П. Гордость советской науки. П. П. Лобанов. В сборнике Н. И. Вавилов и сельскохозяйственная наука. М. : Колос. 1969. – 424 с. [С. 36-40].
7. Якубцинер М.М. Мировая коллекция пшениц – ценный исходный материал для селекции. М. М. Якубцинер. В сборнике Н. И. Вавилов и сельскохозяйственная наука. М. : Колос. 1969. – 424 с. [С. 229-251].

С легкой руки Николая Вавилова

Омар Магомедович Рамазанов

Дагестанский государственный аграрный университет им. М.М. Джамбулатова, г. Махачкала

Аннотация. Статья носит обзорный характер, рассказывающий о выдающем ученом 20 века Н.И. Вавиллове, о его путешествии по Дагестану, открытии сортоучастков в центральной плоскостной части Дагестана и создании им опытной станции в котором проводил исследовательскую работу с мировой коллекцией семян зерновых культур. Кроме того, в статье излагается материал о сегодняшнем состоянии опытной станции созданной Великим ученым.

Ключевые слова: история, селекция, путешествия, Дагестан, опытная станция

With the light hand of Nikolai Vavilov

Omar Magomedovich Ramazanov

Dagestan State Agrarian University named after M.M. Dzhambulatov, Makhachkala

Annotation. The article is of an overview nature, telling about the outstanding scientist of the 20th century N.I. Vavilov, about his journey through Dagestan, the opening of variety stages in the central planar part of Dagestan and the creation of an experimental station in which he conducted research work with the world collection of grain seeds. In addition, the article presents material about the current state of the experimental station created by the great scientist.

Keywords: history, breeding, travel, Dagestan, experimental station

Семеноводство и племенное дело – основа эффективности сельхозпроизводства, определяющий фактор продовольственной безопасности страны. И потому в настоящее время наблюдается повышенное внимание властей республики к этим фундаментальным вопросам.

Обращаясь к дагестанским депутатам (2020 г.), Глава республики Владимир Васильев, затрагивая тему сельского хозяйства, подчеркнул: наши климатические условия благоприятны для выращивания семян большинства овощных и бахчевых культур. Задача максимально использовать их для формирования кластера семеноводства. «В этих целях необходимо принятие мер по научной организации семеноводства. Я неоднократно говорил о роли науки в развитии отраслей экономики Дагестана, это как раз тот случай, когда нужно приложить все усилия для организации работы. Спрос на семенной материал имеется», – убежден руководитель региона [1].

Вот уже более 85 лет в Республике Дагестан функционирует Дербентский опорный пункт, преобразованный в 1969 году в Дагестанскую опытную станцию ВИР, который был организован лично академиком Николаем Вавиловым в 1935 году, и ежегодно в летний сезон проводил здесь исследовательскую работу с мировой коллекцией семян зерновых культур, и прежде всего пшеницы. Это решение объяснялось уникальностью здешнего микроклимата, напоминающего субтропики. С тех пор станция только крепла и пополнялась новыми коллекциями.

Дагестанская опытная станция – филиал ВИР (Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова (ВИР) Министерство науки и высшего образования) расположена на берегу Каспийского моря, в одноименном селении Вавилово недалеко от г. Дербент. Станция является важной базой как для проведения экспедиционных исследований растительных ресурсов Северного Кавказа и Закавказья, так и для ботанико-систематических исследований. На станции поддерживаются

в живом виде, размножаются и изучаются мировые коллекции пшеницы, ячменя, тритикале, овощных и малораспространенных культур, плодовых культур и винограда [2].

Целенаправленный сбор, всестороннее изучение и сохранение растительных ресурсов в нашей стране, а также в мировом масштабе начались с момента создания бюро по прикладной ботанике в 1894 году при Министерстве земледелия и государственных имуществ России. В 1917 году бюро было преобразовано в отдел по прикладной ботанике и селекции, который в 1922 году вошел в состав Государственного института опытной агрономии, реорганизованного в 1924 году во Всесоюзный институт прикладной ботаники и новых культур.

В 1930 году на базе данного института и Государственного института опытной агрономии организовали Всесоюзный институт растениеводства (ВИР). В 1921 году Всесоюзным институтом прикладной ботаники и новых культур (ВИПБиНК), которым руководил Н. И. Вавилов, были открыты сортоучастки в центральной плоскостной части Дагестана - Хасавюрте и в предгорной зоне - Буйнакске. Там испытывались многие собранные перспективные инорайонные сорта с целью выделения высокопродуктивных форм для условий Дагестанской Республики. Таким образом, научные основы сортоиспытания в Дагестане впервые были заложены ВИРОм.

Дагестанская областная сельскохозяйственная селекционная станция до 1932 года проводила свою работу в тесном сотрудничестве с сортоучастками ВИПБиНК. В 1935 году Н.И.Вавилов, будучи директором Всесоюзного института растениеводства и вице-президентов Всесоюзной сельскохозяйственной академии имени В. И. Ленина, проводил экспедицию в низменных и горных районах Дагестана по маршруту Дербент - Ахты - Рутул - Махачкала - Буйнакс - Гуниб - Хунзах - Ботлих - Гергебиль - Хасавюрт. В ходе этой экспедиции он побывал на Дагестанской зональной селекционной станции по зерновым культурам, преобразованной в 1932 году из Дагестанской областной сельскохозяйственной селекционной станции. Выбор места для создания опорного пункта ВИР не был случайным. Н. И. Вавилова заинтересовала местность в районе станции Араблинская, где располагалась зональная станция: ровный горизонтальный рельеф обеспечивал возможность посева и изучения в сравнительно одинаковых условиях большого набора сортов; мягкая зима позволяла выращивать при озимом посеве яровых и озимых образцов пшеницы осенью; близость моря создавала повышенную влажность воздуха, что в сочетании с обилием тепла благоприятствовало сильному развитию грибных болезней полевых культур, а это, в свою очередь, способствовало выявлению устойчивых сортов. Кроме того, организация Дербентского опорного пункта была связана также с тем, что пришлось закрыть опорный пункт в Гяндже (Кировабад) из-за появления там карантинной болезни - стеблевой головни. Таким образом, на базе секции зерновых культур зональной селекционной станции и материалов экспедиционных сборов, сосредоточенных в Гяндже, в 1935 году образован Дербентский опорный пункт ВИР. Было решено отвести земельный участок площадью 40 га для посева мировой коллекции зерновых культур и размещения необходимых построек. Осенью 1935 года на Дербентском опорном пункте произвели первый посев мировой коллекции ВИР. 10 июля 1936 года газета «Дагестанская правда» опубликовала статью под названием «Академик Вавилов в горном Дагестане» - интервью корреспондента Г. Марковского с Н.И. Вавиловым. Несмотря на усталость и поздний час, академик Вавилов принял корреспондента и в 3-часовой беседе рассказал о целях и задачах приезда. «Моя основная задача, - заявил тов. Вавилов, - это посещение опытной станции в Дербенте, где высеяны мировые коллекции пшеницы, собранные научными экспедициями Института растениеводства как за границей, так и в СССР. На станции ведутся подробные исследования всех сортов, произрастающих в советских республиках и в частности на Кавказе. Кроме того, станция подготавливает специальный труд о земледелии в горном Дагестане».

В 1937-1960 годы наряду с коллекцией пшеницы по заданию центра на опорном пункте поддержанием и изучением были охвачены ячмень, овес, просо, зернобобовые и другие полевые культуры. В 1966 году были впервые в нашей стране начаты исследования с новой

зерновой культурой тритикале, созданной путем гибридизации пшеницы и ржи. В 1977 году на базе групп тритикале и серых хлебов была организована самостоятельная лаборатория тритикале и серых хлебов. В 1952 году были начаты исследования и с овощными культурами, а в 1962 г. собрана небольшая ампелографическая коллекция стародавних и местных сортов винограда, послужившая основой для организации в 1977 году лаборатории овощных, плодовых культур и винограда [3].

Обстановка в научно-производственном токе указывает на масштабность и разнонаправленность проводимой научной работы. Здесь при помощи различного стационарного и передвижного оборудования семена взвешивают, очищают, сушат, сортируют, протравливают и готовят для хранения. Готовят на станции сортообразцы самых разных видов пшеницы, ячменя, овса и других зерновых культур, а также семена свеклы, капусты, лука, тыквы и других овощей некоторых бахчевых культур.

В настоящее время на станции хранится порядка 20 тысяч образцов одной только пшеницы. Также здесь ведется селекция зерновых, овощных и других культур. Созданы новые сорта тритикале, ячменя, цветной, пекинской, кормовой, декоративной капусты, салата, петрушки, сельдерея и других культур. Ведутся работы по выведению новых солеустойчивых сортов пшеницы и тритикале, голозерной полбы, зернобобовых культур, сафлора, хлопчатника, брокколи.

В ДООС ВИР имеется различное оборудование для взвешивания, очистки, сушки, сортировки, протравки семян. Не так давно благодаря государственной поддержке по линии Министерства сельского хозяйства и продовольствия РД станция приобрела комбайн для уборки зерновых и овощных культур.

Руководством Дагестана уделяется большое внимание вопросам развития семеноводства, что, в частности, предполагает активное использование потенциала ДООС ВИР. В этих целях, научной станции был выделен грант на проведение всех необходимых разработок и изысканий [4].

Для нужд Республики Дагестан 15 марта 2022 года на базе Дагестанской опытной станции ВИР им. Н.И. Вавилова открыли лабораторию «Лаборатория микрклонального размножения винограда, плодовых, овощных и других сельскохозяйственных культур».

Лаборатория создана в рамках мероприятий по научно-техническому обеспечению развития сельского хозяйства Республики Дагестан в области растениеводства и земледелия. Основной задачей проекта является создание оздоровленного исходного (маточного) материала, ускоренное микрклональное размножение традиционных и новых сортов винограда, плодово-ягодных, садовых, декоративных, овощных, картофеля и других востребованных сельскохозяйственных культур для нужд Республики Дагестан.

Деятельность лаборатории позволит обеспечить потребности региона в высококачественном посадочном материале, быстро размножить новые сорта для ускоренной сортосмены, оздоровить материал от комплекса болезней: грибных, бактериальных, вирусных.

«Эта программа реализуется на республиканском уровне, ежегодно мы туда вкладываем средства, порядка 35-40 млн рублей. Одним из гранта получателей стала в том числе и наша Дагестанская опытная станция, и сегодня мне было очень приятно увидеть, что здесь применяются самые высокие научные технологии, на микрклональном уровне здесь организована селекция. Для республики она значима потому, что у нас очень много автохтонных сортов винограда, есть автохтонные сорта и в других видах культур, стоит задача эти сорта сохранить. С целью сохранения на генетическом уровне здесь проводятся мероприятия по размножению данных сортов. Это программа не одного дня, к лаборатории привлечены выдающиеся ученые именно в области микрклональной селекции. Кроме того, хочу отметить, что сегодня, на фоне международных санкций в отношении страны, мы получаем возможность создавать свой посадочный материал для виноградников, а не завозить его из других стран, например, Франции, Италии. Теперь у нас имеется своя лаборатория и в последующем разработки в этой лаборатории мы сможем внедрить непосредственно в производство, это польза для всего АПК. Самое главное, чтобы научная разработка не лежала

на полке, а получила практическое применение и внедрение. В дальнейшем реализация будет происходить в том числе через питомники, которые мы планируем строить в регионе. Сегодня мы видим, как средства республиканского бюджета получили законное правильное освоение», – прокомментировал Председатель Правительства Дагестана [4].

Таким образом, на станции в настоящее время функционирует три научных подразделения: отдел частной генетики и генетических ресурсов пшеницы, лаборатория генетических ресурсов тритикале, ячменя и овса, лаборатория овощных, плодовых культур и винограда, где работают около 30 научно-технических работников, в том числе 3 доктора и 5 кандидатов наук. Сохранены все традиционные направления исследований – мобилизация, сохранение, изучение, снабжение научных организаций исходным материалом и семеноводство зерновых культур, расширены исследования по внутривидовому разнообразию, наследованию и генетическому контролю важных селекционно-ценных признаков пшеницы, эгилопсов, тритикале, ячменя, овса и овощных культур.

Список источников

1. Джамбулаев Б. С легкой руки Николая Вавилова, dagpravda.ru 26.08.20 Рубрика: Экономика, Выпуск: №180
2. <https://dosvir05.site123.me/>
3. <https://www.vir.nw.ru/dagestanskaya-opytnaya-stantsiya/>
4. Пресс-служба правительства республики Дагестан 16.03.2022

© Рамазанов О.М., 2022

Научная статья
УДК 575.83.

Закон гомологических рядов (ЗГР) Н.И. Вавилова как база нефизикалистского синтеза в биологии

Валентин Владимирович Суслов
Институт цитологии и генетики СО РАН,
г. Новосибирск

Аннотация. С момента публикации Н.И. Вавиловым Закона гомологических рядов (ЗГР) усилия научного сообщества направлены на поиск регулярностей, а вопрос о статусе ЗГР – закон или эмпирия – стоит в зависимости от согласования ЗГР с Синтетической и Эпигенетической теориями эволюции (СТЭ и ЭТЭ), чего так и не достигнуто, а также от физикалистского тренда в теоретической биологии. Вавилов же мыслил ЗГР самостоятельным синтезом, но в сборке с собственными центральной теорией и теорией вида-системы. Ключевое свойство этой триады – локально-обстановочный характер, чего нет в СТЭ, ЭТЭ и физико-химических науках. Возвращаясь к синтезу Вавилова, рассмотрим и регулярности, и лакуны ЗГР: чтобы доказать статус Закона их надо вывести из одних и тех же причин. А также найдём границы применимости и разномасштабные эквиваленты для Вавиловского синтеза.

Ключевые слова: гомологические ряды, конвергенция, центровая теория, теория вида, адаптивная эволюция, эволюция вне отбора, общий предок, неспециализированный предок, парадигма, эпистема, законы биологии, законы физики.

The law of homologous series (LHR) by N.I. Vavilov as a base of non-physicalist synthesis in biology

Valentin Vladimirovich Suslov

Abstract. Since N.I. Vavilov's publication of the Law of Homologous Series (LHR), the efforts of the scientific community has been targeted at finding of regularities. The question of the status of the LHR – the Law or empiricism – has been made dependent to the agreement with the Modern Synthesis and Epigenetics Theory (MS and ET), which has never been achieved, as well as with the physicalist trend in theoretical biology. According to Vavilov LHR is an independent synthesis, but in an assembly with his own centers theory and the species-as-system theory. The key property of this triad was its local-environmental nature, which is absent in MS, ET and physical and chemical sciences. Returning to Vavilov's synthesis, let us consider both the regularities and the lacunae of the LHR: in order to prove the status of the Law, both must be deduced from the same causes. We are also looking for the limits of applicability and multi-scale equivalents for the Vavilov synthesis.

Key words: homologous series, convergence, centers theory, species theory, adaptive evolution, evolution beyond selection, last common ancestor, non-specialized ancestor, paradigm, episteme, laws of biology, laws of physics

Введение. Развитие биологии как маятник: К.Линней вёл её как науку о признаках, Ж.Кювье – как науку о *синдромах*: функционально-нераздельных комплексах признаков организма (с 1828 г. ещё и его и среды) и их иерархии; Ч.Дарвин через *адаптивный признак* вновь развернул её к признакам, Э.Геккель, Т.Гексли и др. немедленно обратно – к синдромам и т.д.: включая СТЭ и ЭТЭ, всё так и идёт в “русле” меж “признаковым” (мозаичным, оппортунистичным и т.д.) и “синдромным” (целостным, холистичным и т.д.) берегами, хотя первый игнорирует проблему априоризма наблюдателя (ПАН), а второй ещё и факты адаптивного отказа от целостности¹. Однако, в указанном “русле” целиком лежит физика, с одобрения которой [Кунин, 2014, Бор, 1961] и развивается теория биологии. Действительно, физические Законы тем более общи, чем больше разнотипных систем тел в их границах применимости [Койре, 1985]: *фундаментальность – близость к первоначалам* [Декарт, 2020], чью роль сейчас играют законы симметрии [Льоцци, 1970], фундаментальный Закон выявим как глобальная – *везде и всегда* действующая – поправка, которая и служит базой научного синтеза как *метатеории* [Льоцци, 1970, Vanchurin et al., 2022], с чего, *de facto* и начал Г.Галилей, создавая физику как науку [Койре, 1985].

Типы научного синтеза. Метатеорией в химии стал Закон Дж.Дальтона (1803)², но метатеории биологии лишь редуцировали её (что отнюдь не маловажно, значимость этого глупо отрицать), так и не выявив её специфики как науки³. Продуктивнее была постройка

¹СТЭ и ЭТЭ –синтетическая и эпигенетическая теории эволюции. ПАН – совпадает ли деление на признаки, используемое самими организмом, с таковым наблюдателя [Macleay, 1819-1821]? Целостность организма ярче всего в эмбриогенезе, наиболее скрытом от внешней среды [Herron, Freeman, 2014], к которой идёт адаптация. То же у матричных генетических процессов (МГП): репликации, транскрипции, трансляции [Herron, Freeman, 2014]. Живя же в среде, организм между локальной адаптацией и целостностью чаще выбирает первое, на общебиологическую значимость чего первым указал Уоллес [Уоллес, 1911] и совершенно на другом материале Вавилов в 1919г., изучая врождённый фитоиммунитет, а также А.Моссо в 1893г. и позже Г.Селье, изучая, соответственно, усталость и открыв стресс. Чем дальше от эмбриогенеза и от стабильности/рутинности среды (чьи условия, тем не менее могут быть весьма экстремальны), тем меньше роль целостности (и гомеостаза с развитием, как её взаимодополнительных по Н.Бору [1961] проявлений). Другой пример сложного отношения к целостности – симбиогенез и модулярные и унитарные элементы в самом развитии [Нотов, 1999].

²Этот Закон сохранил в химии атомизм вопреки текущей критики [Мах, 2003] физики, что и стало важной вехой выявления специфики химии как науки [Джуа, 1966]. Таблица Д.И.Менделеева открыта исходя из атомизма, для чего пересмотрели саму методику измерения атомного веса [Кедров, 1958]. Хотя все химические свойства элементов, предсказанные Таблицей, выводимы из уравнения Э.Шрёдингера, обратная задача не решена – специфика химии как науки остаётся [Кораблева, Корольков, 2005].

³В СТЭ и ЭТЭ это – наглядная неспособность дать хорошо дискриминирующее определение своим базовым объектам (ген, популяция, организм, вид), хотя необходимые и достаточные условия работы СТЭ и ЭТЭ ясны, аппарат измерения отработан. Отсюда, в частности, СТЭ и ЭТЭ равно не могут ни разграничить области применимости, ни даже указать, где теорию-норму сменяют *ad hoc* случаи.

системы теорий⁴, в чьих рамках В.Ш.Маклей, борясь с ПАН, открыл гомологичность – сходство по принципу, в противовес и логическому тождеству (гомология), и тождеству функции (аналогия), а Дарвин и А.Р.Уоллес – отбор, а с ним и принцип локализма⁵: отбор действует здесь и сейчас, т.е. он может (но не обязан!), действуя на любой признак сделать его критически важным, в пределах незаменимым для выживания. Действуя же на несколько признаков (почему нет?) отбор может скомпенсировать эффект – как адаптивный, так и дезадаптивный – одного эффектом другого. Итак, глобализм поправки невозможен – физические Законы не отменить, но отбор может заставить признаки работать – выходить в фенотип – кратко и в конкретной обстановке⁶, и “молчать” в прочие, либо ситуативно переходить из комплекса признаков в комплекс, а организм – время от времени уставать за счёт такой интерференции признаков⁷ и отдыхать (в том числе в укрытии – поправка на локальную обстановку), что и обесценит адаптивность поправок на глобальные Законы⁸ [Фридман, Суслов, 2022]. Более того, чем сложнее такой – *in situ* адаптивный – признак, тем в его работе важнее вклад поправки организма на обстановку⁹ (в опасности можно бежать или затаиться, на время даже не дыша – *in situ* отказ от гомеостаза, откладывание же размножения

⁴В системе теорий несколько самостоятельных, в пределах – взаимоисключающих, теорий связывает теория(и)-линкер, которая не является метатеорией ни для одной из линкуемых. Чтобы сравнивать в системе теорий надо не нормировать (особенно если ПАН не решена) базовые объекты, а, наоборот, выявлять их специфику по максимуму – тогда и станет ясным, где можно сравнивать, а где – нельзя: методика независимо предложена Маклеем [1819-1821] и Вавиловым [1935, 1919].

⁵Логик У.Уэвелл, показав – отбор может идти лишь локально, от идеи отбора... отказался [Уэвелл, 1867-1869]. Один из примеров: если глобальный фактор – отбор временами года – так эффективен, что не могло бы выжить ни одно растение, не приспособленное к смене времён года в своём географическом поясе, то почему предки должны быть хуже потомков?

⁶Обстановка по Уоллесу [1911] – здесь и сейчас сочетание факторов среды и признаков организма(ов), где последние могут, но не обязаны компенсировать первые. Выявив предельный случай компенсации для признака “аллюр” – среда лишь запускает ходьбу или бег, если животное ломает ногу, это проблемы его, а не среды, Б.А.Домбровский [Домбровский, 1925] угодил в логическую ловушку – дарвинов отбор суть отбор средой – и всю жизнь без успеха строил теорию адаптаций без отбора [Домбровский, 1961]. Теории в “русле” избегают ловушки либо беря признаки, константно выводимые в фенотип онтогенезом (вроде цвета глаз дрозофил), либо усредняя время работы признаков. Но физикалистский подход не всегда адекватен: “русловые” теории не могут ответить на вопрос на каком промежутке времени усреднять, усредняя же “на бесконечность” [Кунин, 2014] в принципе не способны отличить отбор от случая [Фридман, Суслов, 2022].

⁷Это лишь первая фаза усталости: наступая задолго до исчерпания ресурсов, она, во-первых, локализует любую деятельность, но, во-вторых, сигнализирует организму об исчерпании ресурсов заранее, реализуя т.о. простейший и наиболее общий механизм локального предсказания (его нет ни у МГП, ни у онтогенеза, ни у гомеостаза – под видом организмов СТЭ и ЭТЭ выводят органические машины) [Фридман, Суслов, 2022]. Следующая стадия включает центральные механизмы превентивного торможения части работающих органов [Китаев-Смык, 1983] – это адаптация к будущему: неприкосновенный запас ценой обречения оставшихся в работе органов на износ, альтернативой чему может быть только поправка на обстановку [Фридман, Суслов, 2022]. Адаптация-предсказание и адаптация к будущему отрицается (точнее не может быть замечена) в теориях “русла”, где если и выявляется *de facto*, не обобщается как свойство живого, дискриминирующее его от неживого [Фридман, Суслов, 2022].

⁸Строго говоря, это видел уже Линней, отметив, что растения делегируют часть функций организма почве. С другой стороны, хотя Линней как флорист (классификатор по цветкам) не мог не видеть, что в одних таксонах цветок – жесткий синдром, в других одни органы цветка могут компенсировать другие или сериальные себе [Линней, 1989]. Таким образом, Линней вынужденно (затем И.-В.Гёте, но уже сознательно) стал у развилки берегов “признаков” и “синдромов”, хотя больше внимания – по объёму книги – дал последнему. Маятник же запустили Кювье [Канаев, 2019, Cuvier, 1805] и К.Вольф [1950]. На это отличие подхода последнего от подхода цитирующего его Гёте [1957] внимания в литературе не обращают.

⁹Поправку на обстановку берёт лишь организм: и до- и надорганизменные системы на это неспособны (они же и не устают). С другой стороны, по принципу локализма организм может, но не обязан брать такую поправку. Так, поправка невозможна при выживании под непреодолимой силой стихии, каковой случай лишь и изучаем в “русле”. Но именно на избегание этого случая и направлено большинство адаптаций [Фридман, Суслов, 2022]: не в фило-, так в онтогенезе: микропланктону шторм не помеха именно из-за его размеров, но от медузы до кита, когда размеры делают шторм реально деструктивным, никто ему не противостоит: от него уходят, рецептируя его предвестники, хотя от ошибок никто не застрахован.

in situ – рутинная адаптация разных филумов в разных условиях среды¹⁰), что ближе всего [Рапопорт, 1989] классическому определению фенотипа как взаимодействия генотипа и среды [Иогансен, 1933], тогда как эмбриогенез и МГП, с чем в СТЭ и ЭТЭ связан выход генотипа в фенотип, напротив, дистантны от среды. Синтез как система теорий, в отличие от синтеза-метатеории, плохо ложится в общепринятую парадигмальную теорию развития науки, что задолго до её формулировки на базе истории физики [Кун, 2003, Лакатос, 1967] *de facto* подмечено в биологии: открытие гомологичности и отбора сделаны в разных парадигмах, но равно вышли за рамки “русла”. Почему первую забыли¹¹, вторую в “русло” ввели – признав запреты на отбор равно [Мюллер, Геккель, 1940, Osborn, 1912], а то и более важными [Берг, 1993, Соре, 1904] факторами эволюции, чем отбор, то же и с внеотборными факторами эволюции, взаимодействие же со средой отвели в тень¹² [Куприянов, 2009, Ord, Summers, 2015, Herron, Freeman, 2014]. Что полностью соответствует 3^{-м} синдромным законам Кювье – корреляции частей (1805) [Cuvier, 1805]; их субординации = иерархии (1817); соответствия их и среды (1828) [Канаев, 2019]¹³: в сплавленном в “русле” кювьероदारвинизме¹⁴ отбор либо

¹⁰Можно вспомнить такие разные организмы, как растения полярных пустынь, агавы и... птиц, начинающих осваивать города. У черепах адаптация как откладывание любой формы борьбы за существования с ненулевой вероятностью повтора вообще магистральный путь эволюции. Но большинство не значит все – при специализации и эндемизме отбор легко элиминирует способность брать поправку на данную обстановку или брать поправку вообще [Фридман, Суслов, 2022], возвращая метатеории [Vanchurin et al., 2022] всю её полноту: значит, отбор, идя по Законам метатеории [Vanchurin et al., 2022] порождает в соответствии с ними МГП и организм. Но с момента появления организма, Законы метатеории, несмотря на всю их фундаментальность, тот же отбор может свести и к пренебрежимо значимой поправке, и, наоборот, усилить её значимость. Синтез на оба этих случая – только синтез-система.

¹¹Точнее, хотели да не вышло: хотя в СТЭ и ЭТЭ вошли лишь гомо- и аналогия, за 200 лет гомологичность переоткрыта во всех теориях биологии, включая парадигмальных конкурентов. Т.о. гомологичность, так и не быв вне парадигм, не была ни разу опровергнута – ни по К.Попперу (*experimentum crucis* различен в разных парадигмах), ни по Т.Куну – с парадигмой. В современных работах гомологичность скрыта эвфемизмами (repeated evolution etc. [Powell et al., 2020, Ord, Summers, 2015, Sanderson, Hufford, 1996]), в которые кювьероदारвинизм перевёл и дарвинову конвергенцию. Конвергенцией в современных работах [Powell et al., 2020, Ord, Summers, 2015, Herron, Freeman, 2014, Sanderson, Hufford, 1996] означают два разных явления: сходство без родства и сходство из-за отбора – как было у Дарвина – общим фактором среды. Проверка на общность фактора редка, делается в заранее ясных случаях [Parker et al., 2013], а чаще не делается вовсе [Ord, Summers, 2015]. Вавилов [1935, 1919] не раз приводил примеры как наличия, так и отсутствия такового общего фактора в ЗГР (хотя бы из-за Закона Э.Рюбеля, сформулированного между этими работами [Фридман, Суслов, 2022]), а также отмечал, что основа ЗГР – не родство, а общая генетическая основа, что стойко игнорирует литература [Пыженков, 2009, Ord, Summers, 2015].

¹²Ограниченное пространство возможностей (ОПВ) для эволюции, логический запрет, ключевой и ведущий признаки – варианты кювьерианских синдромов, вводящие в кювьероदारвинизм гомологичность [Osborn, 1911-1912, 1902, Соре, 1904] путём отрыва её от среды. Слом этих и подобных им синдромов в эволюции возможен, более того, в экспрессии синдрома в онтогенезе для этого есть чувствительные периоды или слабые звенья [Соре, 1904, 1896]. Но такой слом вместе с адаптивными признаками ведёт и к появлению признаков неадаптивных, даже вредных [Соре, 1904]. Но и сохранение синдрома может прийти в противоречие с адаптивностью [Osborn, 1929, 1911-1912, Соре, 1904]. Синдром самодовлеющ: как-либо – отбором или нет – возникнув, везде и всегда станет собственной причиной: логика Э.Д.Копы и Г.Ф.Осборна не раз будет переоткрыта и очищена от ламаркизма в СТЭ и ЭТЭ [Herron, Freeman, 2014].

¹³Примеры первого – отрицательная обратная связь по И.И.Шмальгаузену и адаптивный компромисс А.П.Расницына; второй даёт *evo-devo*, третий – преадаптации Р.Кено, абаптации С.Гулда и т.д. а также эмбриогенез и МГП, которые тем дистантнее от среды, чем хуже ей соответствуют. Автономизация от среды по Шмальгаузену придаёт кювьерианской тройке чаемую фундаментальность – Кювье по общности и близости к первоначалам не ранжировал синдромные законы [Канаев, 2019] (не смог?), автономизироваться же можно от любой среды, её фактора их сочетаний.

¹⁴Если кювьероदारвинизм – метатеория, уместно дать определение “руслу”, сплавившему фиксизм Кювье и дарвинизм – классические парадигмы-конкуренты. Но взяв “ядра” этих парадигм и оставив их защитные пояса и правила эвристики (терминология по [Лакатос, 1967]), увидим сходство по принципу – опору на 3 закона Кювье и фундаментальность Декарта. Гомологичность разных парадигм безотносительно их различий ближе всего к эпистеме М.Фуко [1994]. Эпистема сведёт в метатеорию даже парадигмы-конкуренты. Из гомологичности следует неопровержимость: эпистема не гибнет с парадигмой, что расширяет эпистему за рамки рациональности науки, как у Фуко [1994]: эпистему тем труднее опровергнуть, чем больше в ней парадигм, которые она по-

поддержит синдром, либо ничего не может с ним сделать, то же для смены одного синдрома другим.

Определения. Ряд – группа объектов, связанных общим однозначно интерпретируемым – характерным – признаком (ХП) и отношением предшествования/следования через изменение и/или сохранение ХП, а не иного признака. Если указанное отношение разрушает ХП, с ним затухает и гибнет ряд. У Закона нет исключений, а отменяющие (а) и уточняющие (б) границы применимости (закон со строчной буквы – утверждение с неясным а и б). При а лакуны ряда мнимы – ПАН, член одного ряда попал в другой, невыводимый из первого (α); при б лакуна и ряд выводимы из одной причины (β). Иначе ЗГР нет, есть эмпирическое правило (γ), т.е. $(\alpha \vee \beta) \wedge \neg \gamma$. Доказать статус Закона для ЗГР значит: 1) указать вне ЗГР хотя бы один тип ГР (иначе доказать, так не может быть); 2) указать хотя бы один вывод лакун и регулярности ЗГР из одной причины (иначе доказать, так не может быть). За 100 лет это не сделано [Фридман, Суслов, 2022]: априорно или в ЗГР ставят любую гомологичность; или видят γ , объясняя лакуны *ad hoc*, а не β ; или равняют ЗГР только с конвергенцией¹¹, а ряд путают с *гештальтом*, где либо ХП нет, либо связаны разные ХП. Почему ЗГР и парадигмально пуст в СТЭ и ЭТЭ – пользы нет, а усилия обосновать нужны, причём связь ЗГР и кювьеродарвинизма не только априорна, но и безальтернативна из-за чего в литературе то и дело всплывает вопрос неоригинальности Вавилова [Пыженков, 2009], если о ЗГР вообще [Ord, Summers, 2015] помнят¹⁵.

разному комбинирует (например, варианты кювьеродарвинизма на базах СТЭ и ЭТЭ). Синхронное обилие парадигм редко в физике и химии [Льёцци, 1970, Джуа, 1966] (где по большей части и различие между парадигмой и метатеорией не всегда чётко) и норма в биологии и др. естественных (не говоря уж о гуманитарных, как у Фуко) науках. Отсюда для эпистемы эвристически продуктивнее не критика [Койре, 1985] или конкуренция [Кун, 2003, Лакатос, 1967] – крепя СТЭ и ЭТЭ, крепишь Кювье – а поиск границ её применимости (механизм смены эпистем, не сводившийся к тривиальной конкуренции, вызывал у Фуко наибольшие затруднения, хотя именно он как обновление темы \approx выходу за границы применимости, хорошо описан в эстетике как то у Г.Вёльфлина [2009] и др.).

¹⁵Кратко напомним позицию Вавилова в III редакции ЗГР. С одной стороны, поднят вопрос о границах применимости ЗГР и начата, но не завершена ревизия ЗГР – один случай гомологичности из ЗГР прямо убран (1) [Вавилов, 1935], туда же – прекращена разработка ОПВ и др. синдромных запретов на отбор как причины ЗГР (как во II редакции ЗГР [Vavilov 1922], за 100 лет самой цитируемой) – *причиной регулярности ЗГР Вавилов видит только дарвинов отбор в локальном разнообразии стаций предгорных центров при условии свободной комбинаторики признаков* [Вавилов, 1935, 1940], так что *сходство филумов по одним признакам никак не связано* – в отличие от редакции II – *с различиями между ними по другим* (нонсенс для кювьеродарвинизма – синдромные законы Кювье связывают различие и сходство!). Последнее однозначно следует из комбинативных таблиц ГР: Вавилов продолжал их строить вопреки критике Н.П.Кренке, Д.Н.Соболева и Ю.А.Филипченко, предложивших свои редакции ЗГР, где так или иначе ратовали за синдромы и гештальт [Фридман, Суслов, 2022]. С другой стороны, Вавилов *не исключает* запреты на отбор, а также на комбинаторику (не акцентируя различий между ними, между тем это разные, не облигатно связанные причины) как причину лакун [Вавилов, 1935] и *дезавуирует* $(\alpha \vee \beta) \wedge \neg \gamma$ утверждением, что *ЗГР выполняется неточно* [Вавилов, 1935]. И так, Вавилов не знал, как подойти к пункту 2, зато указал и стал выполнять пункт 1: последнего нет у Кренке, Копа, Соболева и самого Дарвина. Вавилов действительно не раз говорил, что сходство без родства Дарвином отмечено [Пыженков, 2009], но нигде не говорил о причинах этого сходства. Между тем такие причины по Дарвину – ОПВ и конвергенция, о гомологичности, как о типе сходства Дарвин молчит, равно как и о том, как могут влиять друг на друга комбинаторика признаков и разнообразие обстановок (чему Вавилов и посвятил свою центровую теорию и чего, кстати, совершенно нет в центральной теории А.Декандоля). Обстановки у Уоллеса, но тот прямо выступил против Маклея, так что и у Дарвина, и у Уоллеса, и у Декандоля сходство и различие заключены в синдром [Фридман, Суслов, 2022], разве что кювьеродарвинизм каждого в разной мере сдвинут к “признаковому” берегу (современные теории нивелируют этот сдвиг [Пыженков, 2009, Куприянов, 2009, Ord, Summers, 2015]). Неоригинальность Вавилова и в ЗГР, и в центральной теории [Пыженков, 2009] – лишь *opinio publica*, сложившееся в “русле”, если уж анализировать позицию Вавилова, то она близка к им цитируемому Гёте. Тот тоже не строил метатеорию: “признаковый” и “синдромный” подходы Гёте, видимо впервые в истории науки, считал возможным слинковать в синтез-систему, но – через априорную *гармонию* [Гёте, 1957]. Вавилов строил синтез-систему, но – на отборе: внеотборные факторы прежде всего поставляют отбору изменчивость, а не ограничивают отбор [Вавилов, 1935, 1940], так как такое ограничение можно снять при существенном разнообразии стаций и обменов особями между ними [Вавилов, 1919, 1936, 1940].

ЗГР как синтез-система. ЗГР у Вавилова слинкован с вид-системой (ВС) и центрами (ВЦ)¹⁶, впаянными в орогенные ландшафты с их богатством физико-географических факторов среды, теснотой стаций и нестабильной перколяцией границ, так что обмены между (суб)популяциями редки, но систематичны. Что и выявит аллели, как полезные во многих контрастных стациях – *витальные* (что *de facto* ГР), так и *для резидентов* своей стации. Если *рецессивы отбор тестирует в рецессивной гомозиготе*, обоим выгоден отбор на доминантность: витальные аллели выйдут в фенотипы тех (суб)популяций, куда их занесут обмены, резидентные – у своей (суб)популяции\стации вопреки обменам¹⁷. Адаптивен фенотип гетерозигот? Отбор на ассортативность скрещиваний в ВС¹⁸ или на дарвинову конвергенцию¹⁹ каких-либо гомозигот к фенотипу адаптивной гетерозиготы (что *de facto* ГР).

¹⁶Вавилов менял терминологию: говорим ВЦ, исходим из [Вавилов, 1940]. В ВЦ могут, но не обязаны быть (снова тот же принцип – сходство и различие не заключены в синдром) *очаги разнообразия*: фенотипов, генов при общем фенотипе, вторичные очаги, где отбор не совпадает с первыми двумя. В ВЦ *филум формирует своё специфичное разнообразие, выявляемое как ГР*. Общий же предок филума может: возникнуть в ВЦ (как у Декандоля-Турессона, чем сходство центровых теорий, о котором говорит *opinio publica* [Пыженков, 2009] и кончается), вне ВЦ и персистировать там как реликт, отсутствовать из-за гибридизации в ВС – неспециализированность и гомология по предку, как в ГР Копа [Соре, 1904], не облигатны (1). У животных предок может и эксплуатировать стации ВЦ, всё реже возвращаясь на отдых в предковый биотоп: так птицы запускают освоение городов, так жабы живут на суше, так речные амбулоцеты стали китами, начав с выходов в архипелаги Восточного Тетиса (ныне область двух ВЦ – пояс складчатости всегда центр, на суше и в море, чего центровая теория Декандоля-Турессона [Пыженков, 2009] не объясняет). У всех трёх случаев есть хорошие ГР, *формирующиеся в ходе экспансии*, а не из-за ключевой (пре)адаптации, как у Копа-Осборна и Г.Турессона (1) [Фридман, Суслев, 2022].

¹⁷ГР по Копу-Осборну с ландшафтом не связаны (1), роль обменов в центровой теории Декандоля-Турессона [Пыженков, 2009] не прописана (1). Между тем, в других ландшафтах с богатством стаций (плакоры) или геоморфологической эволюции (дельты и др.) *смена перколяции границ – часто смена стаций*. Закрытие же перевала к тому не ведёт. С горами сравнимы лишь архипелаги поясов складчатости, горячих точек вулканизма и... города, с поправкой на бесперспективность популяций-резидентов: эволюция урбандшафта самая быстрая так, что чем выше урбанизован район, тем чаще *должны быть* обмены: животные в пределе *должны* вести разведку ландшафта, опираясь на домициллу (систему убежищ), что обесценит все кювьеродарвинистские сценарии: в городах бесполезна и физикалистская оптимизация и засиндромливание, прежде всего, наследственных признаков поведения – как мешающие поправке на обстановку [Фридман, Суслев, 2022]. У растений идентичные регулярности надо искать в росте, половом и бесполом размножении как аналогах поведения [Горышина, 1991]. *С другой стороны, через вероятность обменов просто слинковать ЗГР-синтез с кювьеродарвинистскими теориями, выйдя на более высокий уровень построения синтез-системы в биологии*.

¹⁸Запрет комбинаторики цитогенетикой дал бы синдром, против чего Вавилов прямо высказался в переписке с Г.Д.Карпеченко.

¹⁹Дарвин (и по традиции СТЭ и ЭТЭ) не ставили вопроса взаимосвязи конвергенции и разнообразия стаций. Вавилов – видимо впервые – разрабатывал его с 1919г. на примере фитоиммунитета, позже обобщив в виде ЗГР на все наследственные признаки, а в 1935г. поставил вопрос о наследственной компоненте адаптивных модификаций [Фридман, Суслев, 2022]. Классика конвергенции – обтекаемая форма животных пелагиали, она же – классика адаптации к гомогенной низко разнообразной среде. Классика усреднения такой конвергенции “на бесконечность” – *ОПВ геометрических форм* – упомянутое Вавиловым [1935] на примере формы семян (от плоской до круглой) и хорошо разработанное у [Thompson D'Arcy, 1942], что затенило другой – локально-обстановочный пример Вавилова с формой куста [Вавилов, 1919], развитый Е.Н.Синской в конституции растений [Синская, 1948], но ценой утери линка с [Thompson D'Arcy, 1942]. Выявим линк на примере формы шара: шар вольвокса – адаптация к гомогенной среде [Thompson D'Arcy, 1942], но собака сворачивается клубком, экономя тепло в убежище или на отдыхе (отнюдь не гомогенные стация и обстановка), ёж и броненосец – защищаясь (совсем другая обстановка, да и механизмы защиты разные: механическая прочность шара ежу не важна) у перекати-поля шар – адаптация к расселению, а для большой панды скатиться кубарем по склону – последний шанс уйти от стаи красных волков. Если конвергенция – сходство из-за отбора *общим* фактором среды, то здесь такого фактора нет, налицо ГР из-за *отбора в локальном разнообразии стаций и обстановок при условии свободной комбинаторики признаков так, что сходство по одним признакам не связано с различием по другим*. Доведя до логического конца, формализуем конвергенцию и ГР как, соответственно, внеобстановочное и обстановочное адаптивные сходства, конкретнее, *конвергенция – адаптация к глобальным физическим законам, выступающим во всех стациях как поправка* (и органы на которые та не действует – не конвергируют, безотносительно их синдромности, как то скелеты и желудки жителей пелагиали), *а ГР – локально-обстановочная адаптация* (и свобода комбинаторики, свобода от синдрома здесь, в отличие от конвергенции, критически важна). Кстати, по вкладам внеобстановочного и локально-обстановочного сходств тоже строятся ГР.

Логика переносима на эпистаз, автономизации (а это синдром) от среды нет – меняется лишь способ\вектор зависимости так, что вид заселяет ВЦ с самых фило\предкоспецифичных стадий¹⁶, но формировка ГР размывает такую специфику^{11,19}, *эволюция идёт вместе с экспансией*¹⁶, а не из-за ключевой пре\адаптации или вакантной экониши (это синдромы, **1**). Тем более, что насыщение витальными аллелями\генами на фоне богатства стадий даст локально-обстановочное (*здесь и сейчас*, а не вечный синдром) *функциональное перекрывание* (ФП) признаков.

В слабопессимальных стадиях мутации в ФП-парах признаков супрессируемы реверсией или отбором на усиление другого члена пары²⁰. Это не только даёт ГР, но и объясняет лакуны (**2**, граница **б**) – или, нарушая симметрию вкладов ФП-пар в адаптацию (*i*, *схема С.Харланда*²¹ с выходом на отбор на изменение числа\вкладов\локальной обстановочности экспрессии генов-модификаторов²²); или, *разводя*²³ ГР (*ii*), пока ФП не затухнет или выродится в *эмерджентный признак*, где субпризнаки работают вместе, но каждый со своей функцией; или дав ГР *похожести* (*iii*). В последних ХП *может существовать не только как элемент структуры, но и появляться в работе и\или при сравнении через “третью вещь”*, как выявил Вавилов [1919] у ГР иммунитета: без возбудителя (“третья вещь”) ХП фитоиммунитета не существует, он распадается на субпризнаки, не экспрессируемые и\или входящие в другие ХП²⁴ – ГР *может здесь и сейчас “мерцать”* (**2**), чего не увидать, путая ряд с гештальтом, в котором и ХП, и связь – *везде и всегда* существующий синдром, как в Таблице Менделеева. *Но тогда лакун, как и в Таблице нет*²⁵, *любую вероятность любого ХП должно рассчитать*, что выходит у ХП биохимии и биофизики организма, но буксует у всех прочих его ХП: $(\gamma \wedge \alpha) \wedge \beta$. Такие ГР (если они не γ) *не входят в ЗГР, который комбинативен* (**1**). Их впервые выявил Кювье в 3^x синдромных законах, Коп объяснил гомологичностью (переоткрыв, о Маклее забыли), впервые перенёс на филогенез, и дал термин ГР, ну а Вавилов отдал дань Копу во II редакции ЗГР [Vavilov, 1922]. ГР Вавилова и ГР Копы (ГР ОПВ) – гомологичности (**1,2**, линк), в *обоих сходство по принципу, но принципы разные, даже противоположные*. Вдобавок, в отличие от ЗГР, в ГР ОПВ как целом $(\alpha \vee \beta) \wedge \gamma$ не выполнено: налицо конгломерат Законов, эмпирий и законов²⁶.

²⁰Верно и в паре ген+энхансер, *i+ii*.

²¹Применима и к строению промоторов эукариот (проксимальный промотор=майорген+дистальные элементы=модификаторы), их ферментов (активный сайт+сайт опознавания субстрата), признаков их анатомии (глочные челюсти цихлид+ротовые), физиологии (адаптации Лаэма-Симкина+адаптации Дарвина) и экологии (клюв+песня дарвиновых выюрков при подборе пар). *Т.о. классическая случаи дивергенции (“исключения” из ЗГР) выводимы из общей с ЗГР причины, причем именно функционирования, а не наследования* – промоторы и ферменты наследуемы моногенно. Выполнены пункты **1** и **2**.

²²Как частный случай возможны схема Осборна [Osborn, 1902] и адаптивный перекрёст О.Абеля, но деспециализация ведомых (=модификаторы) признаков под экраном ведущих (=майорген) по Осборну-Абелю-Н.Н.Воронцову необязательна. Другой частный случай – ГР-зеркала А.А.Заварзина, где, в отличие от биосимметрии Ю.А.Урманцева, зеркальное сходство не перманентно, а локально-обстановочно и адаптивно.

²³Что ранее наблюдал, но не объяснил Соболев. Единственное свое расхождение – осыпающийся верхушкой колос у ржи, ячменя, пшениц и эгилопсов – Вавилов вынес в примечание, не строя ГР. Расхождение в ЗГР локально-обстановочно и потому в эволюции регулируемо (β), у Соболева же напротив – перманентно и непредсказуемо (γ), почему и рвёт гештальт (**1,2**, линк).

²⁴У неиммунных признаков Вавилов [Vavilov, 1922] описал ГР темнотёрности, но зерна пшеницы фиолетовы, а ржи коричневые. ГР выявимы, пока есть светлые зерна (“третья вещь”), но признаки дивергентны (**2**) при попарном сравнении (самом привычном – синдромность Кювье перенёс и в методологию). Если адаптивна тёмность, отбору неважен цвет, отбор на цвет, узор и т.п. уже складывает синдром. ГР *похожести* переоткрыты, как всегда без ссылок на Вавилова и без попыток слинковать: от сравнения через аутгруппу (“третья вещь” и пока единственная, но важная брешь [Herron, Freeman, 2014] в синдромности СТЭ) до сравнительных исследований умвельтов животных с моно- и полихромным зрением, в общем-то переоткрывших давно известное медикам-дефектологам (на которых тоже почти не ссылаются).

²⁵Псевдолакуны в I периоде – следствие наглядного двумерного изображения многомерной матрицы Таблицы. В многомерии лакун нет, но оно не наглядно. Отсюда же разные варианты двумерной Таблицы [Кораблева, Корольков, 2005].

²⁶Чей разбор [Фридман, Суслов, 2022] вне статьи. Отметим лишь: о взаимодополнительности Н.Бора [1961] до конца разбора не может идти речи, а часть законов ГР ОПВ надо разбить. Так, ГР меж тяжестью аномалий и

Заданность мозаики стаций оро рельефом у Вавилова задает и размерный масштаб и географическую долговечность ВЦ, позволяя вести поиск фенотипов “по карте”, практическая важность чего затенила поиск мозаик-линков других масштабов, что неизбежно вело к поглощению вавиловской теории СТЭ²⁷. Между тем, открытие Синской ГР фенотипов уподобления видов друг-другу в фитоценозах [Синская, 1948] показало: *жизнедеятельность растений, создавая, структурируя и разделяя стации, воссоздает год за годом локальные – топографические – центры даже на ровном лугу*. С.С.Шварц [1980] выявил у животных подобную стациям пространственную мозаику личных территорий, воссоздаваемую социальными и поло-возрастными взаимодействиями и контрастирующую даже слабовыраженные формы рельефа. Зеркально в городах, где организмы почти не влияют на урболандшафт, зато в пределе вынуждены вести его разведку²⁸ [Фридман, Суслов, 2022]. Наконец, в палеолетописи на куда бóльших масштабах времени и эволюции мозаика стаций, характерных для разных эонов, выявима при их смене²⁹, куда при биосферных кризисах добавляются “кризисные стации”³⁰ [Расницын, 2016, Пономаренко, Дмитриев, 2009, Жерихин,

нормой у филумов дальнего родства в самом цитируемом законе Кренке [Васильев, Васильева, 2009, Мейен, 1988, Кренке, 1933-1935] объясняется Законом К.М.фон Бэра [Бэр, 1950]: *как и ГР морфосходства ранних фаз эмбриогенеза объясним простотой фаз, так и отдалённость родства позволяет сравнить постнатальную норму у филумов морфопростых с аномалиями у морфосложных филумов (а)*. Там, где не выполнено условие а, нет и ГР Кренке по близости\дальности родства (б) [Вершинин, 2017], что автоматически ставит вопрос о статусе всех законов [Herron, Freeman, 2014] *evo-devo* и пересмотре их границ применимости (в). Вдобавок, приняв вавиловский пункт о свободе комбинаторики, придём к выводу: *чтобы включить в ГР признаки аномалий не облигатно генокопировать целиком синдром аномалии (г)*: синдромы бывают “жесткие” (г1), как у Кювье и “мягкие” (г2) – где при сохранении синдрома возможны перестановки признаков, их выпадения, обрыв и пролонгация фаз синдрома во времени, как при стрессе Г.Селье, что и отмечено в теории парфорсной эволюции (г2-1) [Фридман, Суслов, 2022]. Итак, закон Кренке распался, минимум, на 5 частей: г2 ушла в ЗГР; а остаётся в ГР ОПВ как Закон Бэра-Кренке; б, в и г1 под разбором. Однако, закон Кренке в форме, как его цитируют – линк между несовместимыми ГР, в чём его непреходящее значение, эвристическая ценность, а также грань между вкладами Кренке и ^{Вавилова}.

²⁷Между тем именно такие поиски утвердили СТЭ: алло-, пери- и симпатрическое видообразование – разные масштабы схемы островного видообразования как либиховски монофакторного нарушения панмиксии, запускающего схему дивергенции Добржанского-Мёллера.

²⁸Контрастирование возможно там, где, казалось бы, нечего контрастировать. Так у мигрирующих стад антилоп Африки быки формируют временную – кочующую со стадом – пространственно-территориальную структуру, контрастируя текущий “подножный” рельеф, который, в свою очередь, влияет на качество и размер такой “станции” [Вагнер, 1987]. Освоение посадки на деревьях у городских сизарей начинают стрессоустойчивые особи, повторяющие попытки вопреки неудачам. По генам последнего признака в городах у птиц вообще выявлены хорошие ГР, связанные с другим важным в городах признаком – приоритизацией [Фридман, Суслов, 2022]. Но когда такая “древесная” ценопопуляция достигает критического размера, она играет как затравка – все голуби рутинного поведения из-за стадного рефлекса нужно-нужно пытаются устроиться на деревьях [Суслов, 2016] (даже особи с травмированными лапами, опираясь крыльями на листья и ветки): признак скачками распространяется в данном городе, теряя связь с генами стресса и приоритизации – спектр генов, вовлечённый в складывание ГР по признаку “посадка на деревьях” растёт просто потому, что ценопопуляции – тоже элементы обстановки. Сама же ситуация – гомологическое зеркало к эффекту Болдуина, который ЭТЭ видит только синдромно.

²⁹Есть и в неонтологии: мозаика мезо- и кайнофитовых стаций – текущая ситуация Новой Зеландии.

³⁰Отметим и богатство различных таксонов в межтрапповых слоях пермотриаса. В отличие от биоты океанических островов, где характерно общее снижение разнообразия таксонов высокого ранга при росте его у низкоранговых таксонов [Майр, 1968], здесь выявляется лишь общее резкое падение численности и биомассы, судьба же таксонов индивидуальна [Расницын, 2016, Пономаренко, Дмитриев, 2009]. Неоднократно формообразование усиливалось как непосредственно до, так и сразу после периодов кризисов, с чем плохо согласуется альтернативное объяснение островной биогеографии – богатство биот приконтинентальных островов лишь сколок биоты континента [Майр, 1968, Жерихин, 2003]. Как и с малоразмерностью особей межтрапповых отложений. Островная карликовость (как и гигантизм) характерны для низкоразнообразных неполночленных биот изолированных островов [Нейл, 1973], чего нельзя сказать про биоту межтрапповых отложений.

2003]. *ГР и разрушение синдромности, как и эволюция вместе с экспансией выявлены во всех случаях, ГР ОПВ играют сравнимую роль лишь на масштабах палеолетописи*²⁶.

Выводы: ЗГР – и Закон, и генетико-эволюционный синтез-система без внеотборной эволюции, в отличие от СТЭ и ЭТЭ, что вступают в силу (линк!) по мере того, как филуму становится выгоден синдром³¹, а не локально-обстановочная комбинаторика признаков³². Что и будет границей применимости (а) ЗГР – и Закона, и синтеза.

Список источников

1. Macleay W. Sh. *Norae Entomologicae: Or, Essays on the Annulose Animals*. London. S.Bagster, 1819-1821. V.1. pt.1-2. 524 p.
2. Herron J., Freeman S. *Evolutionary Analysis*. Boston, Columbus, Indianapolis et al.: Pearson, 2014. 864 p.
3. Уоллес А. Р. *Дарвинизм*. II изд. М. Изд-во Сабашниковых, 1911. 577 с.
4. Бор Н. *Атомная физика и человеческое познание*. М. Изд-во иностранной литературы, 1961. 151 с.
5. Нотов А. А. О специфике функциональной организации и индивидуального развития модульных объектов // *Ж.О.Б.* 1999. Т.60. №1. С. 60-79.
6. Кунин Е. *Логика случая*. М. Центрполиграф, 2017. 582 с.
7. Койре А. *Очерки истории философской мысли: о влиянии философских концепций на развитие научных теорий*. М. Прогресс, 1985. 286 с.
8. Декарт Р. *Рассуждения о методе*. М. АСТ, 2020. 416 с.
9. Льюис М. *История физики*. М. Мир, 1970. 464 с.
10. Vanchurin V., Wolf Y.I., Katsnelson M.I., Koonin E.V. *Toward a theory of evolution as multilevel learning* // *PNAS USA*. 2022. V.119. №6:e2120037119.
11. Мах Э. *Познание и заблуждение*. М. БИНОМ, 2003. 456 с.
12. Джуа М. *История химии*. М. Мир, 1966. 452 с.
13. Кедров Б. М. *День одного великого открытия*. М. Изд-во Соц.-экон. лит-ры. 1958. 560 с.
14. Кораблева Т. П., Корольков Д. В. *Теория периодической системы*. СПб. СПбГУ. 2005. 174 с.
15. Вавилов Н. И. *Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости*. М.-Л. Сельхозгиз, 1935. 56 с.
16. Вавилов Н. И. *Иммунитет растений к инфекционным заболеваниям*. М. Тип. Рябушинских, 1919. 240 с.
17. Уэвелл У. – Уэвелль В. *История индуктивных наук от древнейшего и до настоящего времени*. СПб. Рус. книж. торговля, 1867-1869. Т.1. 590 с., Т.2. 813 с., Т.3. 912 с.
18. Фридман В. С., Суслов В. В. *Города как «арены» микроэволюционных процессов*. М. URSS, 2022. 356 с.
19. Домбровский Б.А. *До биоморфології слонів* // *Зап. Київ. Ветг.-зоотех. інт.* 1925. Т.3. С.100 – 108.
20. Домбровский Б.А. *Основы сравнительной морфологии животных*. Алма-Ата, 1961. 196 с.
21. Китаев-Смык Л. А. *Психология стресса*. М. Наука, 1983. 368 с.

³¹Превращение ВС в майров вид тоже засиндромливание. Но и ещё один линк!

³²Напоследок укажем линк к эволюции техники и общества. Экстраполяции СТЭ и ЭТЭ (например, у [Гринин и др. 2008]) на такую эволюцию валидны, если общество и техника прошли автономизацию от среды. И притянуты за уши если это нельзя: автономизация кочевника от степи такой же нонсенс, как локомотива от рельс или самолёта от неба – это будет уже не кочевник, не локомотив и не самолёт. Ароморфозы в таких случаях идут по Вавилову, а не по СТЭ и ЭТЭ: адаптивная зона растёт не из-за потери связи со средой, а наоборот, за счет её сохранения и усиления (1) и не благодаря ключевой адаптации (в технике она чаще провоцирует не прогресс, а катастрофу, достаточно вспомнить историю сверхзвуковых лайнеров), а вместе с экспансией по среде (2): 1 и 2 позволяют менять векторы взаимодействия со средой и растить богатство таких векторов.

22. Линней К. Философия ботаники. М. Наука, 1989. 456 с.
23. Cuvier G. Leçons d'anatomie comparée. Tome III. La première partie des organes de la digestion. Paris. Baudouin, 1805. 1-558 p., I-XXVIII p.
24. Канаев И. И. Жорж Кювье. М. ЛЕНАНД, 2019, 212 с.
25. Вольф К. Ф. Теория зарождения. М. АН СССР, 1950. 632 с.
26. Гёте И.-В. Избранные сочинения по естествознанию. М. АН СССР, 1957. 555 с.
27. Рапопорт И. А. Действие ПАБК в связи с генетической структурой \ \ Химические мутагены и пара-аминобензойная кислота. М. Наука, 1989. С. 3-37.
28. Йогансен В. Элементы точного учения об изменчивости и наследственности. М.-Л. Гос. изд-во колхоз. и совхоз. лит-ры, 1933. 407 с.
29. Кун Т. Структура научных революций. М. АСТ, 2003. 605 с.
30. Лакатос И. Доказательства и опровержения. М. Наука, 1967. 152 с.
31. Мюллер Ф. Геккель Э. Основной биогенетический закон. М.АН СССР, 1940. 291 с.
32. Osborn H. F. Tetraplasy, the Law of the Four Inseparable Factors of Evolution // Journ. Acad. Nat. Sci. Phila. 1912. V. XV. P. 275-309.
33. Берг Р. Л. Случайна или закономерна эволюция? // Генетика и эволюция. Новосибирск. Наука, 1993. С. 230-281.
34. Cope E. D. The Primary Factors of Organic Evolution. Chicago. Open Court Publishing Co. 1904. 475 p.
35. Powell S., Price S. L., Kronauer D. J. C Trait evolution is reversible, repeatable, and decoupled in the soldier caste of turtle ants // PNAS USA. 2020. V. 117. № 12. P. 6608-6615.
36. Ord T.J., Summers T.C. Repeated evolution and the impact of evolutionary history on adaptation // BMC Evol. Biol. 2015. V. 15: 137.
37. Sanderson M. J., Hufford L., Homoplasy. The recurrence of similarity in evolution. San Diego, London, Boston, New York, Sydney, Tokyo, Toronto. Academic Press, 1996. 340 p.
38. Parker J., Tsagkogeorga G., Cotton J. A. et al. Genome-wide signatures of convergent evolution in echolocating mammals // Nature. 2013. V. 502. № 7470. P. 228-231.
39. Пыженков В. И. Николай Иванович Вавилов – ботаник, академик, гражданин мира. М. Самообразование, 2009. 136 с.
40. Osborn H. F. The continuous origin of certain unit characters as observed by a paleontologist // Harvey Lectures. Ser., 1911-1912. Philadelphia. Press of J.B. Lippincott Company. P. 153-204.
41. Osborn H. F. The Law of Adaptive Radiation // American Naturalist. V. 36. № 425. 1902. P. 353-363.
42. Cope E. D. The formulation of the natural science // Science. 1896. V. III. № 61. P. 299-305.
43. Osborn H. F. The Titanotheres of Ancient Wyoming, Dakota and Nebraska // Monographs of the U.S. Geological Survey (V. 55). Washington. U.S. Geological Survey, 1929. 953 p.
44. Куприянов А. В. Дарвин: пора прощаться? // Вестник ВОГиС. 2009. Т. 13. № 2. С. 440-447.
45. Фуко М. Слова и вещи. Археология гуманитарных наук. СПб. «Талисман», 1994. 405 с.
46. Вёльфлин Г. Основные понятия истории искусств. Проблема эволюции стиля в новом искусстве. М. Изд-во В. Шевчук, 2009. 344 с.
47. Vavilov N. I. The law of homologous series in variation // J. Genet. 1922. V. 12. №1. P. 47-89.
48. Вавилов Н. И. Учение о происхождении культурных растений после Дарвина // Сов. наука. 1940. № 2. С. 55-75.
49. Вавилов Н. И. Пути советской растениеводческой пауки. (Ответ критикам) // Соц. реконстр. с.-х. 1936. №12. С.33-46.
50. Горышина Т. К. Растение в городе. Л. ЛГУ, 1991. 152 с.
51. Thompson D'Arcy W. On growth and form. Cambridge. Univ. Press, 1942. 554 p.

52. Синская Е.Н. Динамика вида. Л. Сельхозгиз, 1948. 266 с.
53. Васильев А. Г., Васильева И. А. Гомологическая изменчивость морфологических структур и эпигенетическая дивергенция таксонов: Основы популяционной мерономии. М. КМК, 2009. 511 с.
54. Мейен С. В. Проблемы филогенетической классификации организмов // Современная палеонтология. Т. 1. М. Недра, 1988. С. 497-511.
55. Кренке Н. П. Соматические показатели и факторы формообразования // Феногенетическая изменчивость. М. Биол. ин-т им. К.А.Тимирязева, Т. 1. 1933–1935. С. 11–415.
56. Бэр К. М. История развития животных. Т. 1. М. АН СССР, 1950. 470 с.
57. Вершинин В. Л. Сравнительный анализ спектров морфологических аномалий сеголеток четырех видов лягушек (Ranidae) // Эволюционная и функциональная морфология позвоночных. М. КМК, 2017. С. 52-55.
58. Шварц С. С. Экологические закономерности эволюции. М. Наука, 1980. 153 с.
59. Вагнер Й. Африка: рай и ад для животных. М. Мысль, 1987. 350 с.
60. Суслов В. В. Целеполагание и эволюция организмов// Труды 18 Всерос. научно-техн. конф. «Нейроинформатика-2016». Т.1. М. 2016. С. 236-248.
61. Майр Э. Зоологический вид и эволюция. М. Мир, 1968. 484 с.
62. Расницын А.П. Разнообразие насекомых в палеозое и мелу // Сб. трудов. Зоол. музея МГУ, 2016, т.54, С.441-455.
63. Пономаренко А. Г., Дмитриев В. Ю. Еще раз о кривых разнообразия // Палеонтол. журнал. 2009. № 2., С. 102-105.
64. Жерихин В. В. Основные закономерности филоценогенетических процессов // Избранные труды. М. КМК, 2003, С. 405-439.
65. Нейл. У. География жизни. М. Прогресс, 1973. 337 с.
66. Гринин Л.Е., Марков А.В., Коротаев А.В. Макроэволюция в живой природе и обществе. М. ЛКИ, 2008. 248 с.

© Суслов В.В., 2022

Научная статья
УДК 58(092)+44

Франкоязычная историография о Николае Ивановиче Вавилове

Елизавета Сергеевна Хаблова

Санкт-Петербургский филиал Института истории естествознания и техники
им. С. И. Вавилова РАН

Аннотация. В данной статье дается краткий обзор существующей франкоязычной историографии (Франция, Бельгия), рассматривающей различные вехи жизни и научной деятельности Николая Ивановича Вавилова.

Ключевые слова: Николай Иванович Вавилов, историография, Франция, французская научная литература, вавиловедение

French historiography on Nikolai Ivanovich Vavilov

Elizaveta Sergeevna Khablova

St. Petersburg Branch of S. I. Vavilov Institute for the History of Science and Technology, Russian Academy of Sciences

Abstract. This article gives a brief overview of the existing French-language historiography (France, Belgium), which considers various aspects of Nikolai Vavilov's life and scientific activities.

Key words: Nikolai Vavilov, historiography, France, French scientific literature, Vavilov studies

Николай Иванович Вавилов оставил богатое научное наследие. Ход и результаты его многочисленных экспедиций и исследований известны широкому кругу читателей, в том числе и за пределами России и стран СНГ. На данный момент существует множество работ на французском языке, посвященных выдающемуся ученому: как статьи, так и монографии. Среди всего франкоязычного разнообразия сочинений о Н. И. Вавилове возможно выделить несколько категорий. В первую очередь, это биографические описания, знакомящие читателей с личностью Николая Ивановича. Во-вторых, это труды, посвященные научным идеям и достижениям Н. И. Вавилова. В-третьих, это работы о конфликте Вавилова и Лысенко, или же труды, целиком посвященные «Делу Лысенко», но в которых судьба Н. И. Вавилова рассмотрена детально. Далее будет дан обзор этих категорий на конкретных историографических примерах.

Строгое разделение по обозначенным выше категориям, конечно, невозможно, поскольку, например, невозможно описать биографию Николая Ивановича Вавилова в отрыве от его научных достижений или же от конфликта с Т. Д. Лысенко. Разделение это искусственно и основано в основном на преобладающей теме сочинения. Среди работ, целью которых является ознакомить читателя с биографией и основной деятельностью Николая Ивановича, приведем энциклопедическую статью, написанную Габриэлем Гашленом (Gabriel Gachelin), историком науки (Университет Париж-7-Дени-Дидро), опубликованную на портале Encyclopaedia Universalis³³, одном из крупнейших франкофонных энциклопедических проектов². Статья эта примечательна тем, что в ней в лаконичной форме дается обзор трех интересных для франкоязычного читателя моментов: обучения в Европе (в том числе и в Vilmorin-Andrieux et cie.), многочисленных поездок и экспедиций Николая Ивановича, а также деятельности Лысенко против Н. И. Вавилова. Хочется еще раз отметить, что статья опубликована на образовательном портале, в связи с чем носит сугубо энциклопедический характер, однако стиль написания и содержательный характер заслуживают упоминания. Следующее сочинение в рассматриваемой категории – это перевод книги Гари Поля Набхана (Gary Paul Nabhan) *Where our foods come from: Retracing Nikolay Vavilov's Quest to End Famine*,

³³ Следует отметить, что статья не находится в открытом доступе: для её прочтения необходима авторизация на сайте. Мы цитируем эту статью с помощью Библиотеки Университета Сорбонна. Однако эта статья присутствует и в бумажной версии Энциклопедии.

² Gabriel GACHELIN, « VAVILOV NIKOLAÏ IVANOVITCH - (1887-1943) », *Encyclopædia Universalis* [en ligne], consulté le 10 novembre 2022. URL : <http://www.universalis-edu.com.janus.bis-sorbonne.fr/encyclopedie/nikolai-ivanovitch-vavilov/>

³ Gary-Paul Nabhan, *Aux sources de notre nourriture : Nikolai Vavilov et la découverte de la biodiversité*, Nevicata, 2022 150 p.

⁴ BONNEUIL Christophe, FENZI Marianna, « Des ressources génétiques à la biodiversité cultivée. La carrière d'un problème public mondial », *Revue d'anthropologie des connaissances*, 2011/2 (Vol. 5, n° 2), p. 206-233. DOI : 10.3917/rac.013.0206. URL : <https://www.cairn.info/revue-anthropologie-des-connaissances-2011-2-page-206.htm>

⁵ ныне, как утверждают авторы, чаще используется термин биоразнообразие (*la biodiversité*)

⁶ BELLIVIER Florence, NOIVILLE Christine, *Les biobanques*. Paris cedex 14, Presses Universitaires de France, « Que sais-je ? », 2009, p. 128.

которая во французском издании получила название *Aux sources de notre nourriture: Nikolai Vavilov et la découverte de la biodiversité* («К истокам нашей пищи: Николай Вавилов и открытие биоразнообразия»)³. Впервые франкоязычный перевод книги американского эколога сельского хозяйства и этноботаника вышла в 2010 году, однако книга оказалась очень востребованной, в связи с чем в 2022 году она была переиздана. В основе монографии лежит история генетического банка семян, а биография Николая Ивановича Вавилова описывается метафорой «человек, который хотел накормить весь мир, умер от голода». Далее в книге приводятся и описываются основные экспедиции Николая Ивановича. Цель же книги не состоит в детальном описании трагической участи Вавилова, а сам автор не вступает в идеологические дебаты; по словам автора, по данной тематике существует многочисленная специализированная литература. Также Гари Пол Набхан связывает исследования Николая Вавилова с современностью, отмечая, что проблемы питания и сохранения биоразнообразия актуальны и по сей день, разрешение же этих вопросов должно осуществляться как с научно-исследовательской, так и с хозяйственной и экономической сторон. Таким образом, данная книга примечательна тем, что она не только знакомит читателя с научным наследием Николая Ивановича Вавилова, но и подчеркивает актуальность разрабатываемых им проблем в современности.

Вторая категория работ связана непосредственно с научными достижениями Николая Ивановича Вавилова. Важно отметить тот факт, что идеи Н. И. Вавилова зачастую оказываются актуальными и в современности: на основе научных изысканий Вавилова строятся интересные и порой неординарные работы. Список таких сочинений весьма обширный, ниже приведем лишь некоторые из них. Кристоф Боннёй (Christophe Bonneuil), французский историк науки, опубликовал в соавторстве с американским историком науки Марианной Фензи (Marianna Fenzi) статью «Des ressources génétiques à la biodiversité cultivée. La carrière d'un problème public mondial»⁴ (От генетических ресурсов к культивируемому биоразнообразию. Развитие глобальной общественной проблемы). Несмотря на то, что статья непосредственно не посвящена личности Н. И. Вавилова, тем не менее, в ней приведены многочисленные цитаты из его трудов, переведенные на французский язык; более того, Н. И. Вавилов представлен как автор понятия «генетические ресурсы» (*des ressources génétiques*), понятия, являющегося центральным в данной статье. Также описывается работа Вавилова и его коллег по созданию генетического банка семян, изобретение концепции «центров происхождения культурных растений»; в целом авторы статьи описывают многочисленные планы и достижения Николая Ивановича, которые и до сих пор предстают как «футуристические», в том смысле, что они были на шаг впереди своего времени, тем самым, они внесли огромный вклад в научное развитие. Более того, данная работа непосредственно связывает проблемы, поставленные поколением первопроходцев в этой области исследования с современностью. Авторы отмечают, что проблема генетических ресурсов⁵ культурных растений является глобальной и междисциплинарной. Следующая работа в рассматриваемой категории будет непосредственно связана с генетическим банком семян, собранным Н. И. Вавиловым посредством многочисленных экспедиций (его и его коллег), а также путем международного сотрудничества (выписки, семенной обмен, покупки и т.д.). В научно-популярной серии *Que sais-je ?* (Что я знаю?) Издательства *Presses Universitaires de France* в 2009 году вышла книга Флоренс Белливье (Florence Bellivier) и Кристин Ноавиль (Christine Noiville) *Les biobanques* («Биобанки»)⁷, посвященная многочисленным аспектам поставленной в названии проблемы: историческому, научному, экономическому, юридическому, этическому. На самом деле, в данном сочинении был дан довольно краткий исторический обзор, тем не менее, Николай Иванович Вавилов в нем был неоднократно представлен. Представляется интересным привести здесь некоторые цитаты из рассматриваемой работы: «[...] Творчество Николая Вавилова (1887-1943) было провидческим в этом отношении. В период с 1910 по 1930 год этот российский ботаник создал один из крупнейших и старейших в мире банков семян - Институт имени Вавилова, собирая и накапливая как можно больше семян диких и культурных видов во время своих многочисленных путешествий.»⁷ И далее:

«Наконец, чем больше мы осознаем полезность биологических ресурсов, тем больше мы вынуждены признавать их ограниченность и хрупкость, и тем больше мы должны их сохранять. Разве ресурсы, хранящиеся в Институте Вавилова, не позволили восстановить целый ряд вымерших видов в садах Версаля?»⁸ Примечательно, что первые сады в Версале были созданы еще при Людовике XIII (например, сад лекарственных растений был создан врачом Людовика в 1635 году для утилитарных целей). Таким образом, «любимое детище» Николая Вавилова практически помогло коллекции старинных садов Версаля, что еще раз доказывает существование международного научного сотрудничества СССР и Франции.

Далее рассмотрим сочинения из третьей категории, посвященные описанию феномена лысенковщины, который во Франции, как правило, называют *L'affaire Lyssenko* («Дело Лысенко») – это понятие послужило названием книги Жоэля и Дана Котек (Joël et Dan Kotek), изданной в 1986 году⁹. Про Жоэля Котек известно, что он является бельгийским историком и политологом, автором многочисленных полемических трудов. Исходя из названия книги читатель понимает, что центральная проблематика книги – Августовская сессия ВАСХНИЛ 1948 г. Тем не менее, книга рассматривает данное явление комплексно. Так, в книге сначала объясняются идеи Грегора Менделя (в том числе и концепции неоменделизма), Жана Батиста Ламарка, основные положения дарвинизма, теории Августа Вейсмана, принцип яровизации, рассказывается о личности Николая Ивановича Вавилова и его научных идеях и достижениях (например, о «центрах происхождения культурных растений растений»).

⁷ Ibid, p. 7

⁸ Ibid, p. 8

⁹ KOTEK Dan, KOTEK Joël, *L'affaire Lyssenko (1948)*, Bruxelles : Complexe ; [Paris] : [diffusion PUF], 1986, 238 p.

¹⁰ Тем не менее, Марсель Пренан не отказался от социалистических взглядов. Так, им была издана в 1980 году книга «Вся жизнь слева»: *Toute une vie à gauche*, Encre (Paris), 1980, 334 p.

Довольно логично, что в книге такого формата авторы не обходят стороной идеологическую сторону вопроса об аресте Вавилова, подробно при этом рассматривая связанные с поставленной проблемой феномены сталинизма и мичуринизма.

В контексте восприятия иностранными исследователями обозначенных явлений интересными кажутся главы работы о лысенковщине на Западе (во Франции и в Бельгии). В разделах о лысенковщине во Франции упоминаются такие фигуры, как Марсель Пренан (Marcel Prenant), французский зоолог и паразитолог, тем не менее политически ангажированный, однако в процессе рассмотрения идей Лысенко не поддержавший их, за что в 1950 году был исключен из Французской коммунистической партии (PCF)¹⁰. Также авторы рассказывают и о «маленьком французском Лысенко» - Клод-Шарле Матоне (Claude Charles Mathon). Матон разделял идеи Лысенко, был членом PCF и генеральным секретарем Французской ассоциации друзей Мичурина (l'Association française des Amis de Mitchourine) с её основания до 1952 года, а также директором одноименного бюллетеня. К тому же он написал работу о Люсьене Даниэле (Lucien Daniel)¹¹ изданную Ассоциацией¹². Авторы книги приводят сведения о различных идеологических спорах и конфронтациях между Матоном, Пренаном и другими деятелями французской науки того времени. В Бельгии с лысенковщиной столкнулся Жан Луи Браше (Jean Louis Brachet), а одним из сторонников Лысенко оказался Поль Луи Филипп Бриан (Paul Louis Philippe Brien). Авторы рассматриваемого труда осмысливают по-своему причины лысенковщины, среди них они выделяют: панургизм, «сталинскую автоматизацию», своеобразную дисциплину в партии. Однако есть и более неоднозначные выводы: действительная цель лысенковщины была в создании контр-коммунистического общества, необходимого элемента ведения холодной войны для избавления от «нежелательных элементов». Кончается книга старинной французской

поговоркой «chat échaudé craint l'eau froide.», что можно перевести как «Обжѣгшись на молоке, будешь дуть и на воду.» Авторы этим хотели сказать, что СССР из-за лысенковщины навсегда разграничило коммунизм и ученых. По словам авторов даже после 1966 года, когда ученым было возвращено некоторое доверие, восстановить нормальную научную жизнь было невозможно.

Последняя книга, которая будет нами приведена, это книга Дэни Бюкана (Denis Buican) под лаконичным названием *Lyssenko et le lyssenkisme* («Лысенко и лысенковщина») ¹³. Издана в 1988 году в упоминаемой выше серии «Que sais-je?». Бюкан является также автором книги *L'Éternel retour de Lyssenko* ¹⁴. Так называется и заключающая глава «Лысенко и лысенковщины». Данная работа является сугубо информативной, предназначенной для ознакомления с сутью вопроса. Первая её часть имеет хронологическую структуру. Далее автор также описывает феномен лысенковщины во Франции. Интересным элементом книги является личный опыт автора, румынского генетика, в 1957–1962 гг. пострадавшего от лысенковщины. В 1969 году он написал книгу против идей Лысенко. Его главным оппонентом был Эрнест Кахане (Ernest Kahane), а также Альбер Жакар (Albert Jacquard). Он вступал в полемику с Марселем Бланом (Marcel Blanc), журналистом, который написал якобы разоблачающие Менделя статьи. В своем заключении к работе автор предстал как истый борец с лысенковщиной, исходя из чего он считает, что такие катастрофы могут произойти и в будущем, потому что даже после многочисленных разоблачений Лысенко находятся его защитники. Книга Дэни Бюкана написана эмоционально и литературно.

¹¹ Люсьен Даниель считается французским последователем Ивана Мичурина

¹² MATHON Charles-Claude, *Lucien Daniel, l'inventeur du greffage créateur, fondateur de l'horticulture scientifique*, Association des Amis de Mitchourine, Paris, 1955

¹³ BUICAN Denis, *Lyssenko et le Lyssenkisme*, Presses universitaires de France, 1988, 144 p.

¹⁴ BUICAN Denis, *L'Éternel retour de Lyssenko*, Copernic, 1978, 191 p.

Как уже отмечалось выше, дать полный обзор франкоязычной литературы о Н. И. Вавилове было бы практически невозможно. В данной статье была произведена попытка классификации существующих сочинений о Н. И. Вавилове. В настоящей работе использовались не только труды, полностью посвященные выдающемуся советскому ученому, но также и менее сконцентрированные на его личности сочинения. Также было отмечено, что строгое разграничение по категориям рассматриваемой литературы принципиально невозможно. Тем не менее, было выделено три группы возможных книг и статей, посвященных Вавилову: более биографические, более посвященные научному вкладу Вавилова, работы о лысенковщине. Первая категория, на наш взгляд, одна из самых немногочисленных по количеству существующих в ней трудов. Предполагаем, что это связано с тем, что для современной научной или научно-популярной работы необходимо выделить актуальную проблематику, что всегда связано с углублением в детали. Иностранному исследователю, возможно, непросто разобраться с моментами биографии Н. И. Вавилова. Однако подчеркнем, что это лишь предположение. Группа, в которую входят статьи и книги о научных концепциях Вавилова и о лысенковщине являются гораздо более обширной. Работы, в которых упоминаются научное наследие Николая Ивановича Вавилова, действительно многочисленны, и это при том, что в задачу настоящей статьи не входило рассмотрение научных трудов, основанных на идеях Н. И. Вавилова (их, как представляется, еще большее количество). Тем не менее, одной из самых популярных тем во Франции, связанной с Вавиловым, является проблема лысенковщины. Эта тема интересует франкоязычного читателя по двум причинам: во-первых, из-за интереса к внутренней политике СССР, во-вторых, из-за существовавшей лысенковщины и в странах Запада, например, в Бельгии и Франции.

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда (РНФ) в рамках научного проекта N 22-18-00564.

Список источников

1. BELLIVIER Florence, NOIVILLE Christine, *Les biobanques*. Paris cedex 14, Presses Universitaires de France, «Que sais-je?», 2009, 128 p.
2. BONNEUIL Christophe, FENZI Marianna, «Des ressources génétiques à la biodiversité cultivée. La carrière d'un problème public mondial», *Revue d'anthropologie des connaissances*, 2011/2 (Vol. 5, n° 2), p. 206-233. DOI : 10.3917/rac.013.0206. URL : <https://www.cairn.info/revue-anthropologie-des-connaissances-2011-2-page-206.htm>
3. BUICAN Denis, *L'Eternel retour de Lyssenko*, Copernic, 1978, 191 p.
4. BUICAN Denis, *Lyssenko et le Lyssenkisme*, Presses universitaires de France, 1988, 144 p.
5. Gabriel GACHELIN, «VAVILOV NIKOLAÏ IVANOVITCH - (1887-1943) », *Encyclopædia Universalis* [en ligne], consulté le 10 novembre 2022. URL : <http://www.universalis-edu.com.janus.bis-sorbonne.fr/encyclopedie/nikolai-ivanovitch-vavilov/>
6. Gary-Paul Nabhan, *Aux sources de notre nourriture : Nikolai Vavilov et la découverte de la biodiversité*, Nevicata, 2022, 150 p.
7. KOTEK Dan, KOTEK Joël, *L'affaire Lyssenko (1948)*, Bruxelles : Complexe ; [Paris] : [diffusion PUF], 1986, 238 p.
8. MATHON Charles-Claude, *Lucien Daniel, l'inventeur du greffage créateur, fondateur de l'horticulture scientifique*, Association des Amis de Mitchourine, Paris, 1955

© Хаблова Е.С., 2022

СЕКЦИЯ 2. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ В ГЕНЕТИКЕ И СЕЛЕКЦИИ РАСТЕНИЙ

Научная статья
УДК 636.4.082

Убойные показатели помесных подсвинков в связи с генотипом по POU1F1 гену

Александр Геннадьевич Максимов, Никита Александрович Максимов
ФГБОУ ВО «Донской государственный аграрный университет»,
Ростов

Аннотация. Целью исследований явилось определение связи генотипов по гену POU1F1 у товарных подсвинков с их убойными качествами. Установлено, что подсвинки EE - генотипа (ген POU1F1) превосходили животных генотипа - EF по: - длине полутуши на 1,48 %; - длине беконной половинки на 2,68 %; - площади «мышечного глазка» на 6,62 %; - толщине шпика над 6-7 остистыми отростками спинных позвонков на 0,45 %, последним ребром на 7,13 %, 3-м крестцовым позвонком на 3,08 %. EF – подсвинки имели меньшую толщину шпика, чем EE – аналоги, над 1-м и 2-м крестцовыми позвонками на 2,99 % и 3,70 % соответственно. Полученные результаты можно использовать в селекции свиней для получения товарных животных с высокой мясной продуктивностью.

Ключевые слова: трехпородные гибриды свиней, мясные качества, ген-зависимая селекция, генотип по гену POU1F1

Slaughter indicators of crossbred piglets in connection with their genotype according to the POU1F1 gene

Aleksander Gennadievich Maksimov, Nikita Aleksandrovich Maksimov
Don State Agrarian University, Rostov

Abstract. The aim of the research was to determine the relationship of genotypes by the POU1F1 gene in commercial piglets with their slaughter qualities. It was found that the piglets of EE - genotype (POU1F1 gene) exceeded the animals of genotype - EF by: - the length of the half-carcass by 1,48 %; - the length of the bacon half by 2,68 %; - the area of the "muscle eye" by 6,62 %; - the thickness of the fat over the 6-7 spinous processes of the dorsal vertebrae by 0,45 %, the last rib by 7,13 %, the 3rd sacral vertebra by 3,08 %. EF – piglets had a smaller thickness of fat than EE analogues, over the 1st and 2nd sacral vertebrae by 2,99 % and 3,70 %, respectively. The results obtained can be used in pig breeding to produce commercial animals with high meat productivity.

Key words: three-breed pig hybrids, meat qualities, gene-dependent selection, genotype by POU1F1 gene

Введение. У свиней известен ряд генов, связанных с хозяйственно-полезными признаками [1, 2, 3]. Но эта работа еще не завершена и требует продолжения, так как по различным генам, необходимо учитывать не только породную принадлежность, но и то какой селекции были эти животные. Ген POU1F1 (гипофизарный фактор транскрипции 1 известный также как PIT-1 или GHF-1) один из наиболее перспективных генов-кандидатов откормочной и мясной продуктивности свиней [4]. Исследования, направленные на изучение роли POU1F1, показали, что он оказывает влияние на вес при рождении, на скорость роста и состав туши [5]. Согласно литературным источникам, однозначного мнения относительно «желательного» генотипа по откормочным и мясным качествам на сегодняшний день не существует, что, возможно, связано с генетическими особенностями различных пород свиней [5, 6].

Цель исследований – определение связи генотипов по гену POU1F1 у 3-х породных гибридов (Йоркшир х Ландрас х Дюрок) свиней с их убойными показателями.

Методика исследований. Эксперимент проводили на товарных гибридах свиней, выращенных в условиях свинокомплекса ООО «Русская свинина» Каменского района Ростовской области. У 40 подсвинков на Выселковском мясокомбинате (Краснодарского края) после убоя отбирались пробы мышечной ткани из ножек диафрагмы. ДНК-генотипирование по гену POU1F1 проводили в лаборатории молекулярной диагностики и биотехнологии с.-х. животных ФГБОУ ВО «Донской государственной аграрный университет» традиционными методами. У подсвинков определяли мясные качества. Результаты исследований обрабатывали биометрически с использованием программы Excel.

Результаты исследований. По гену POU1F1 исследованные нами гибриды свиней имели следующее распределение по генотипам: EE – 67,5 % (27 гол.), EF – 32,5 % (13 гол.). При этом, частота аллеля E составила 0,8375 (83,75 %), F = 0,1625 (16,25 %). Особей генотипа - FF не обнаружено, что согласуется с результатами наших прошлых исследований и изысканий других авторов, проведенных на трехпородных гибридах (Л х Й х Д) в более раннее время [1].

В нашем опыте (рисунок 1, 2) EE – подсвинки превосходили EF – аналогов по: длине полутуши на 1,47 см (1,48 %, P>0,99), длине беконной половины на 2,2 см (2,68 %, P>0,99), площади «мышечного глазка» на 2,63 см² (6,62 %, P>0,95), толщине шпика над 6-7 остистыми отростками спинных позвонков на 0,1 мм (0,45 %, P>0,90), последним ребром на 1,33 мм (7,13 %, P>0,95), 3-м крестцовым позвонком на 0,47 мм (3,08 %, P>0,90).

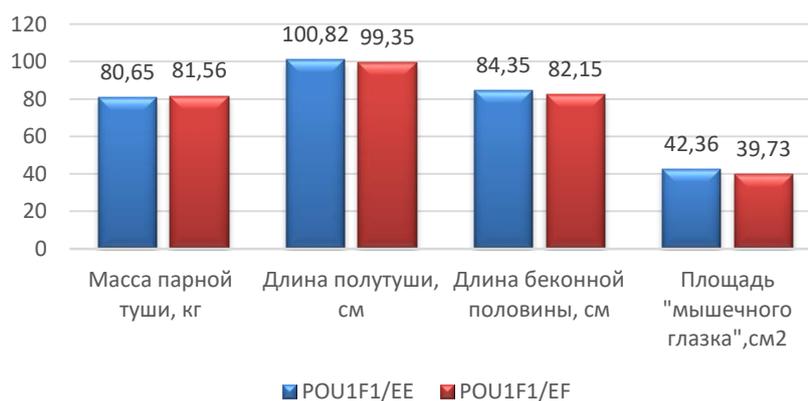


Рисунок 1. Мясные качества подсвинков разных генотипов по гену POU1F1



Рисунок 2. Толщина шпика подсвинков разных генотипов по гену POU1F1

EF – особи имели преимущество над EE – аналогами по массе парной туши на 0,91 кг (1,13 %, $P < 0,90$), обладали меньшей толщиной шпика: на холке на 0,49 мм (1,43 %, $P < 0,90$), над 1-м и 2-м крестцовыми позвонками на 0,4 (2,99 %, $P > 0,95$) и 0,52 мм (3,70 %, $P > 0,95$) соответственно. Однако не по всем перечисленным показателям это было достоверно.

В исследованиях Н.А. Зиновьевой свињи 4-х пород и кроссов генотипа DD (POU1F1) по толщине шпика превосходили СС- и CD-аналогов на 2,9 – 4,8 мм, а генотипов АА, АG (MC4R) 4-х кроссов – GG-аналогов на 1,5 – 8,0 мм [7].

По данным Л.В. Гетманцевой среди 3-х породных гибридов ЛхЙхД лучшими были носители генотипа DDAG (генов POU1F1 и MC4R). По сравнению с носителями генотипов DDAA, CDAА, CDAG имели меньшую толщину шпика на 2,55 (11 %); 4,1 (16,5 %); 2,0 мм (8,8 %) [4].

Выводы и рекомендации. Частота генотипов и аллелей по POU1F1 гену у подопытных животных составила: генотип EE = 67,5 %, EF = 32,5 %, животных FF – генотипа не выявлено, $P_E = 83,75$ % и $P_F = 16,25$ %. Участвовавшие в нашем опыте подвинки обладали максимальным уровнем гомозиготности по гену POU1F1, что может быть связано с длительной селекцией по желательному аллелю.

Подвинки EE - генотипа достоверно превосходили животных генотипа - EF по: - длине полутуши на 1,48 %; - длине беконной половинки на 2,68 %; - площади «мышечного глазка» на 6,62 %; - толщине шпика над 6-7 остистыми отростками спинных позвонков на 0,45 %, последним ребром на 7,13 %, 3-м крестцовым позвонком на 3,08 %. EF – особи обладали преимуществом над EE – аналогами по массе парной туши на 1,13 % ($P < 0,90$), имели меньшую толщину шпика: на холке на 1,43 % ($P < 0,90$), над 1-м и 2-м крестцовыми позвонками на 2,99 % ($P > 0,95$) и 3,70 % ($P > 0,95$) соответственно.

Полученные результаты можно использовать в селекции свињей для получения товарных животных с высокой мясной продуктивностью.

Список источников

1. Генотип по генам MC4R, IGF2, POU1F1, h-FABP, GH, LEP и мясность гибридов свињей / А. Г. Максимов, Г. В. Максимов, В. Н. Василенко, Н. В. Ленкова // Главный зоотехник. – 2017. – № 10. – С. 14-34.
2. Охохонина Е.Н., Голощاپов А.А. Использование ДНК-маркеров в селекции свињей. // Сб. ст. по материалам XII Всероссийской (национальной) науч.-практ. конф. молодых ученых «Развитие научной, творческой и инновационной деятельности 57 Российская сельскохозяйственная наука, 2021, № 5 молодежи», посвящ. 125-летию Т.С. Мальцева. Курган: Курганская ГСХА им. Т.С. Мальцева, 2020. С. 253–259.
3. Колосова М.А., Колосов А.Ю., Бакоев Ф.С. ДНК-маркеры продуктивности в свиноводстве. Вестник Донского аграрного университета. 2019. № 4-1(34). С.16-20.
4. Гетманцева Л.В. Влияние полиморфизма генов MC4R, IGF2 и POU1F1 на продуктивные качества свињей: Дис...канд. с.-х. наук.-п. Персиановский, 2012.-141с.
5. PIT1 gene polymorphism in Pietrain and Large White pigs after divergent selection. Silveira AC, Braga TF, Almeida JF, Antunes RC, Freitas PF, Cesar AS, Guimarães EC. GenetMolRes. 2009 Aug 18;8(3):1008-12.
6. Maurício M. Franco, Robson C. Antunes, Heyder D. Silva, Luiz R. Goulart Association of PIT1, GH and GHRH polymorphisms with performance and carcass traits in Landrace pigs // J Appl. Genet. –2005. - 46(2). -P. 195-200.
7. Зиновьева Н. ДНК-технологии в свиноводстве//Главный зоотехник.-2010.-№10.-С.12-14.

Мясные качества молодняка свиней ЙхЛхД в связи с генотипом по гену GH

Александр Геннадьевич Максимов, Никита Александрович Максимов
ФГБОУ ВО «Донской государственный аграрный университет»,
Ростов

Аннотация. Цель исследований определить связь генотипов по гену GH с мясными качествами молодняка помесных (Йоркшир х Ландрас х Дюрок) свиней. Установлено, что особи генотипа-AA имели лучшие показатели по массе парной туши, длине полутуши, площади «мышечного глазка». Толщина шпика у AA-подсвинков в сравнении AG и GG – аналогами была меньше на холке, над 6-7 остистыми отростками спинных позвонков и над последним ребром. GG-подсвинки по большинству показателей обладали промежуточными показателями, существенно превышая AG – аналогов. Полученную информацию можно применять при подборе родительских пар для получения высокопродуктивного помесного молодняка свиней.

Ключевые слова: помесные подсвинки, показатели мясной продуктивности, маркерная селекция, генотип, ген гормона роста

Meat qualities of young pigs Y x L x D in connection with the genotype of the GH gene

Aleksander Gennadievich Maksimov, Nikita Aleksandrovich Maksimov
Don State Agrarian University, Rostov

Annotation. The purpose of the research is to determine the relationship of genotypes by the GH gene with the meat qualities of young hybrid (Yorkshire x Landrace x Duroc) pigs. It was found that individuals of genotype-AA had the best indicators for the mass of the paired carcass, the length of the half-carcass, the area of the "muscle eye". In comparison with AG and GG analogues, the thickness of the fat in AA-piglets was smaller at the withers, over 6-7 spinous processes of the dorsal vertebrae and over the last rib. GG-piggies had intermediate indicators for most indicators, significantly exceeding AG – analogues. The information obtained can be used in the selection of parent pairs to obtain highly productive crossbred young pigs.

Key words: crossbreeds, indicators of meat productivity, marker selection, genotype, growth hormone gene.

Введение. Процесс развития человечества неразрывно связан с развитием животноводства, призванным удовлетворять постоянно растущие запросы народонаселения в биологически полноценных продуктах питания [1]. Свинина это - относительно недорогой и доступный широким слоям населения вид мяса. Поэтому не случайно, что во многих развитых странах высок удельный вес свинины в общем балансе, а мероприятиям по повышению эффективности производства свинины придается особая роль [2].

Рентабельность свиноводства главным образом зависит от продуктивности животных. Чем быстрее свинья растет, тем меньше будет затрачено кормов на 1 кг прироста живой массы и как правило, у таких животных будут лучшие показатели откормочной, мясной и сальной продуктивности [3]. Поэтому при проведении отбора и подбора, селекционеры все чаще пользуются современными методами ДНК-технологий [1, 4, 5, 6, 7].

У свиней известен ряд ДНК-маркеров, связанных с хозяйственно-полезными признаками. Например, ген гормона роста (GH), по мнению некоторых авторов, у различных европейских пород и линий свиней связан с откормочной, мясной и сальной продуктивностью [1, 8, 9, 10].

Цель исследований – определение связи генотипов по гену GH у 3-х породных гибридов (Йоркшир х Ландрас х Дюрок) свиней с их мясными качествами.

Методика исследований. Исследования проводились в условиях свинокомплекса ООО «Русская свинина» Каменского района Ростовской области. У 40 откормочников на Выселковском мясокомбинате (Краснодарского края) отбирались пробы мышечной ткани из ножек диафрагмы. ДНК-типирование по гену GH проводили в лаборатории молекулярной диагностики и биотехнологии с.-х. животных ФГБОУ ВО «Донской государственный аграрный университет» традиционными методами. У подсвинков учитывали мясную продуктивность. Результаты исследований были подвергнуты биометрической обработке с использованием программы Excel.

Результаты исследований. У исследованных подсвинков частота генотипов по гену GH составила: AA – 10 % (4 гол.), AG – 37,5 % (15 гол.) и GG – 52,5 % (21 гол.).
 $P_A = 0,2875$ (28,75 %), $P_G = 0,7125$ (71,25 %).

Особи AA – генотипа (рисунок 1) по сравнению с AG и GG – аналогами имели лучшие показателями по: массе парной туши на 6,34 (8,11 %, $P > 0,99$) и 2,09 (2,53 %, $P > 0,95$) кг; длине полутуши на 2,28 (2,31 %, $P > 0,95$) и 0,63 (0,63 %, $P > 0,90$) см; площади «мышечного глазка» на 1,96 (4,92 %, $P > 0,95$) и 0,06 см² (0,14 %, $P < 0,90$) соответственно.

Толщина шпика у AA - животных (рисунок 2) в сравнении со своими AG и GG – аналогами была меньше в следующих точках: на холке – на 0,5 (1,48 %, $P > 0,95$) и 0,81 (2,38 %, $P > 0,95$) мм, над 6-7 остистыми отростками спинных позвонков на 0,31 (1,45 %, $P > 0,90$) и 1,22 (5,46 %, $P > 0,95$) мм, а над последним ребром – на 1,16 (6,41 %, $P > 0,95$) и 0,4 (2,31 %, $P > 0,90$) мм соответственно.

AG – особи имели достоверное превосходство над представителями AA и GG – генотипов только по толщине шпика над 3-м крестцовым позвонком на 1,12 (6,27 %, $P > 0,95$) и 0,71 (4,07 %, $P > 0,90$) мм соответственно.

GG – подсвинки превышали показатели AA и AG свиней по длине беконной половины на 0,08 (0,09 %, $P < 0,90$) и 2,12 (2,54 %, $P > 0,95$) см, а по толщине шпика над 1-м и 2-м крестцовыми позвонками имели более тонкий шпик на 0,33 (2,54%, $P < 0,90$) и 0,52 (3,94 %, $P > 0,90$) мм, 0,38 (2,83 %, $P < 0,90$) и 0,3 (2,25 %, $P < 0,90$) мм соответственно.

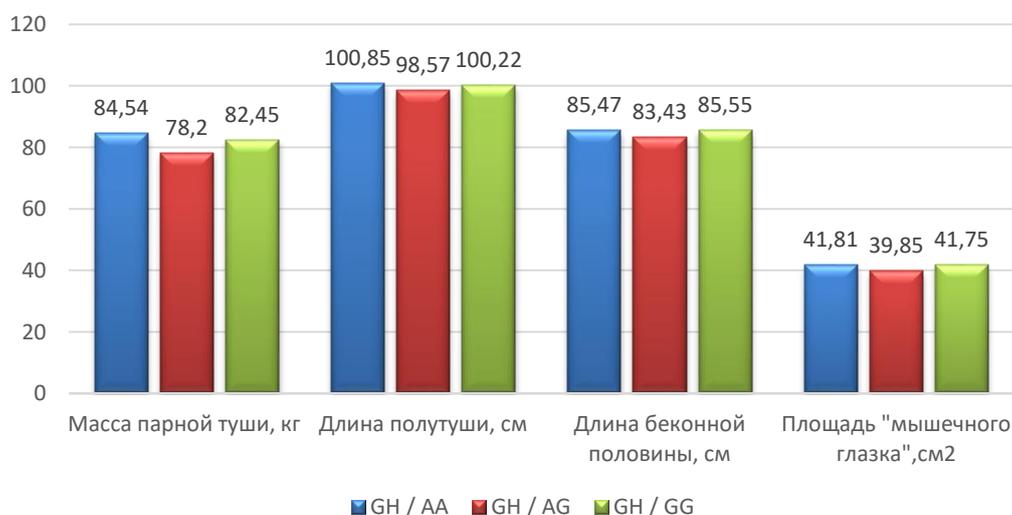


Рисунок 1. Мясные качества подсвинков разных генотипов по гену GH

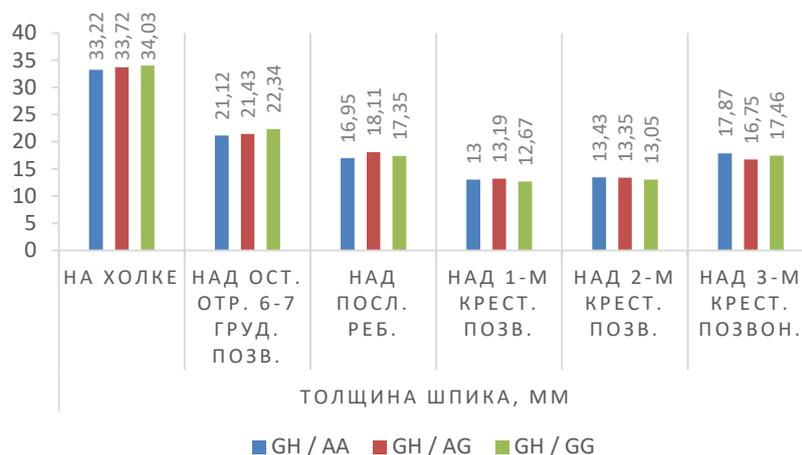


Рисунок 2. Толщина шпика подсвинков разных генотипов по гену GH

Выводы и рекомендации. Частота генотипов и аллелей (в %) по гену-GH составила: $P_{AA} = 10\%$, $P_{AG} = 37,5\%$, $P_{GG} = 52,5\%$, $P_A = 28,75\%$ и $P_G = 71,25\%$. Подсвинки GG-генотипа обладали максимальным уровнем гомозиготности, что может быть связано с длительной селекцией по желательному аллелю гена GH.

AA-особи имели лучшими показателями по: массе парной туши, длине полутуши, площади «мышечного глазка», толщине шпика на холке, над 6-7 остистыми отростками спинных позвонков и над последним ребром.

AG-подсвинки превосходили AA и GG-аналогов только по толщине шпика над 3-м крестцовым позвонком.

GG-животные превышали AA и AG-особей по длине беконной половинки на 0,09 % ($P < 0,90$) и 2,54 % ($P > 0,95$), а по толщине шпика над 1-м и 2-м крестцовыми позвонками имели более тонкий шпик на 2,54 % ($P < 0,90$) и 3,94 % ($P > 0,90$), 2,83 % ($P < 0,90$) и 2,25 % ($P < 0,90$) соответственно. Особи GG-генотипа по большинству показателей обладали промежуточными характеристиками, существенно превышая AG-аналогов.

Выявленные генотипы следует использовать вместе с общепринятыми методами оценки с.-х. животных в селекции свиней, а также при подборе родительских пар для получения товарных гибридов с высокой мясной продуктивностью.

Список источников

1. Генотип по генам MC4R, IGF2, POU1F1, h-FABP, GH, LEP и мясность гибридов свиней / А. Г. Максимов, Г. В. Максимов, В. Н. Василенко, Н. В. Ленкова // Главный зоотехник. – 2017. – № 10. – С. 14-34.
2. Промышленное скрещивание и гибридизация в свиноводстве : монография / Г. В. Максимов, В. Н. Василенко, А. И. Клименко [и др.]. – Персиановский : ДонГАУ, 2016. – 240 с.
3. Репродуктивные качества поместных свиноматок в зависимости от их генотипов по генам MC4R, POU1F1, ESR, PRLR, FSHb / А.Г. Максимов, Н.А. Максимов // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2022. № 1 (68). С. 136 – 140
4. Колосова М.А., Колосов А.Ю., Бакоев Ф.С. ДНК-маркеры продуктивности в свиноводстве. Вестник Донского аграрного университета. 2019. № 4-1(34). С.16-20.
5. Лысенко, Ю. Реалии современного свиноводства / Ю. Лысенко // Эффективное животноводство. – 2022. – № 3(178). – С. 39-43. – EDN QUMIJS.
6. Чернуха И.М., Ковалева О.А., Друшляк Н.Г. и соавт. Возможность маркерной селекции свиней по хозяйственно- и технологически ценным признакам//Свиноводство.-2015.-№4.-С.14-18.
7. Чернуха И.М., Шалимова О.А., Крюков В.И., Друшляк Н.Г., Радченко М.В. Полиморфизм ДНК-маркеров, ассоциированных с качеством мяса у свиней трехпородного скрещивания//Все о мясе.-2013.-№2.-С.30-33.

8. Kolosov A.Yu. POLYMORPHISM OF THE GROWTH HORMONE GENE (GH) AND ITS RELATION TO EFFICIENCY OF PIGS LANDRACE / A.Yu. Kolosov, M.A. Leonova, L.V. Getmanceva // International Research Journal.- 2016. - №9 (51).

9. Cheng WTK, Lee CH, Hung CM, Chang TJ and Chen CM (2000) Growth hormone gene polymorphisms and growth performance traits in Duroc, Landrace and Tao-Yuan pigs. Theriogenology 54:1226-1237.

10. Faria D., Guimarães F., Lopes P.S. Association between G316A growth hormone polymorphism and economic traits in pigs. J.Genet. Mol. Biol. vol.29 no.4 São Paulo, 2006.

© Максимов А.Г., Максимов Н.А., 2022

Научная статья
УДК 58.085

Исследование морфогенетической активности у некоторых линий кукурузы в культуре *in vitro*

Татьяна Алексеевна Алаторцева, Наталия Владимировна Апанасова

ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского», г. Саратов

Аннотация. Исследована возможность создания на соответствующих питательных средах каллусных штаммов с высоким регенерационным потенциалом от линий кукурузы склонных к партеногенетическому развитию.

Ключевые слова: кукуруза, *in vitro*, партеногенез, каллусогенез

Study of morphogenetic activity in some lines of corn in culture *in vitro*

Tatyana Alekseevna Alatoritseva, Natalia Vladimirovna Apanasova

Saratov State University, Saratov

Abstract. The possibility of creating callus strains with high regenerative potential from maize lines prone to parthenogenetic development on appropriate nutrient media was studied.

Key words: corn, *in vitro*, parthenogenesis, callusogenesis

Современный уровень сельскохозяйственного производства требует от селекционеров более быстрого создания новых качественных форм и сортов растений, что невозможно без привлечения современных технологий. Метод *in vitro* открывает широкие перспективы, позволяющие облегчить и ускорить традиционный селекционный процесс. Использование данного метода предполагает получение каллусных штаммов, обладающих высоким морфогенетическим и регенерационным потенциалом и сохраняющих его в течение длительного времени. Однако многие практически ценные линии и гибриды кукурузы не всегда удаётся воспроизвести в культуре *in vitro*. Поэтому важен поиск перспективных для культивирования форм.

Имеются данные, что таким свойством обладают линии кукурузы с элементами партеногенеза [1], в связи с чем, исследования по введению их в и культуру *in vitro*, являются актуальными и практически значимыми.

Целью работы было оценить перспективы введения в культуру *in vitro* зрелых зародышей трёх генотипических форм кукурузы, производных партеногенетической линии.

Материалы и методы. Объектами для исследования являлись линии кукурузы с предрасположенностью к партеногенетическому развитию зародыша при задержке опыления: АТ-ГПЛ, Буковинская 217 [2], АТТМ – с генами *yl*, *lg2*, *wx* [3].

Растения-доноры выращивали по правилам селекционной работы (делянки 4 ряда по 15–20 растений) в условиях открытого грунта на экспериментальном поле ФГБНУ РосНИИСК «РОССОРГО». Для исключения возможности случайного опыления початки до появления рылец закрывали пергаментными изоляторами и контролировали дату появления первых рылец. Искусственное опыление проводили спустя 5 суток с момента появления пестичных нитей.

Эксплантами для культивирования служили зрелые зародыши кукурузы, полученные из сухих зерновок.

Зародыши вычленили из зерновок и помещали в чашки Петри по 10 эксплантов на поверхность питательной среды.

В эксперименте была использована питательная среда, содержащая макро- и микроэлементы по Мурасиге и Скугу, в которую были включены углевод –сахароза; синтетический ауксин – 2,4-Д мг/л; тиамин – 0,5 мг/л; пиридоксин – 0,5 мг/л; никотиновая кислота – 1,0 мг/л; аскорбиновая кислота – 1,0 мг/л; мезоинозит – 70 мг/л; агар-агар – 7000 мг/л. Перед автоклавированием рН среды доводили NaOH до величины 5,8 – 6,1.

Всего было использовано 6 вариантов питательной среды.

№1 – сахароза 1,0 %, 2,4 –Д- 0 мг/л;

№2 – сахароза 1,0 %, 2,4 –Д- 1,0 мг/л;

№3 – сахароза 1,0 %, 2,4 –Д- 2,0 мг/л;

№4 – сахароза 2,0 %, 2,4 –Д- 0 мг/л;

№5 – сахароза 2,0 %, 2,4 –Д- 1,0 мг/л;

№6 – сахароза 2,0 %, 2,4 –Д- 2,0 мг/л;

Культивирование проводили в темноте при температуре 25±2°C.

Результаты

В ходе наблюдения за культивируемыми зародышами было установлено, что реакция эксплантов разных донорных линий в одинаковых условиях во многом идентична. Наличие или отсутствие в питательной среде ауксина 2,4 – Д являлось доминирующим фактором, определяющим направление морфогенеза. В присутствии 2,4-Д зародыши прорастают, но при этом происходит ингибирование корнеобразования.

В результате растения формируются без корней. На поверхности колеоптиле или от самого зародыша в этом случае появляются глобулярные структуры, которые затем могут формировать либо ризогенный каллус серого или белого цвета, либо жёлтый морфогенный.

Ризогенный каллус мог увеличиваться в объёме, но при этом никаких новообразований, кроме корней, в нём не наблюдалось даже при последующем пассировании. Со временем он ослизнялся и некротизировал (Рис.1).



а



б

а – ризогенный каллус; б – некроз ризогенного каллуса

Рисунок 1. Ризогенный каллусогенез в культуре зародышей кукурузы

Желтый, глобулярный каллус обладал тенденцией к регенерации растений, но для этого требовалась пересадка на питательную среду другого состава (с заменой 2,4-Д на другие фитогормоны).

На безгормональной среде развитие зародышей всех исследуемых донорных линий происходило по обычной схеме: сначала появлялись корешок и coleoptile, а затем и настоящие листья.

Одновременно с прорастанием зародыша в области щитка мог появиться раневой каллус, пролиферация которого сопровождалась иногда слабым ризогенезом. Кроме того, было замечено, что 2,4 –Д оказывал легкий тормозящий эффект на прорастающий зародыш. В присутствии этого ауксина зародыши обычно прорастали медленнее, чем на безгормональной среде.

При сравнении реакции зародышей трёх разных линий кукурузы на состав питательной среды было установлено, как было замечено выше, что спектр морфогенетических проявлений в целом идентичен, различия касаются в основном частоты их проявления. В связи с тем, что мы стремились выявить линии кукурузы, обладающие наибольшей склонностью к развитию *in vitro*, была проведена оценка вероятности проявления тех путей морфогенеза, которые могли обеспечить выход на регенерацию растений. Прежде всего, это развитие проростков без корней и индукция структурированного морфогенного каллуса.

Анализ результатов инокуляции зародышей линии Буковинская 217 (рис.2) показал, что прорастание зародыша при ингибировании корнеобразования происходит только на средах, содержащих 2,4 –Д в любой концентрации. Значимых различий по частотам проявления этого признака на указанных вариантах (варианты среды: №2, №3, №5, № 6) не обнаружено.

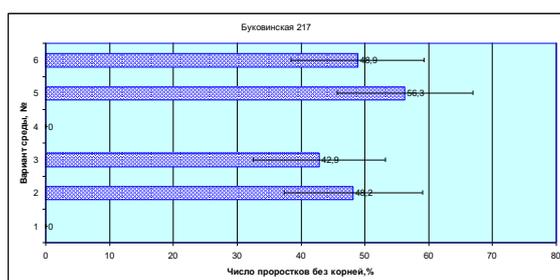


Рисунок 2. Частота развития проростков без корней в культуре зрелых зародышей кукурузы линии Буковинская 217

Ризогенный каллусогенез (рис 3) имел место у этой линии на всех средах, за исключением безгормонального варианта №1, где отсутствовали сахара. Несмотря на варьирование частоты проявления этого признака на разных вариантах питательной среды, статистически значимых различий не было установлено.



Рисунок 3. Частота формирования ризогенного каллуса в культуре зрелых зародышей кукурузы линии Буковинская 217

Частота индукции морфогенного каллуса у линии Буковинская 217 (рис. 4), также варьировала на всех вариантах питательной среды (кроме безгормональных № 1 и № 4) от 10,8 % (вариант №3) до 37,0 %, (вариант №6) при достоверном преимуществе среды №6.

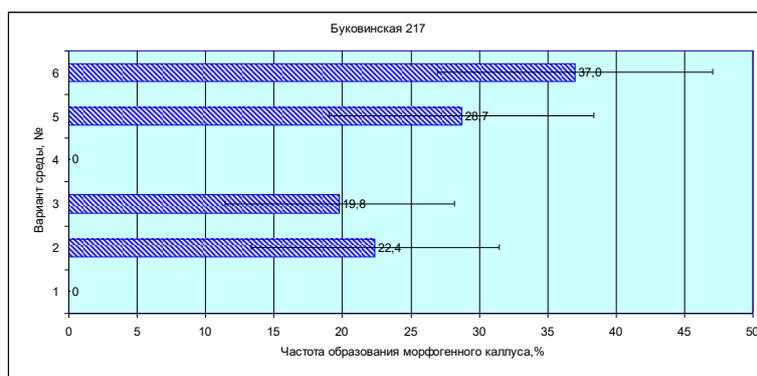


Рисунок 4. Частота индукции морфогенного каллуса в культуре зрелых зародышей кукурузы линии Буковинская 217

Зародыши кукурузы линии АТ-ГПЛ, эксплантированные на аналогичные варианты питательной среды, проявляли сходную реакцию. Различия касались только частоты индукции морфогенетических процессов. Так, проростки без корней развивались (рис. 5) как правило, на вариантах, содержащих фитогормон 2,4 –Д, или вероятность их появления была низкой – по 1,1 % (варианты №1 и №4). Частота их развития на средах с 2,4-Д составляла от 37,3 % до 41,8 % (варианты №2 и №3, соответственно).

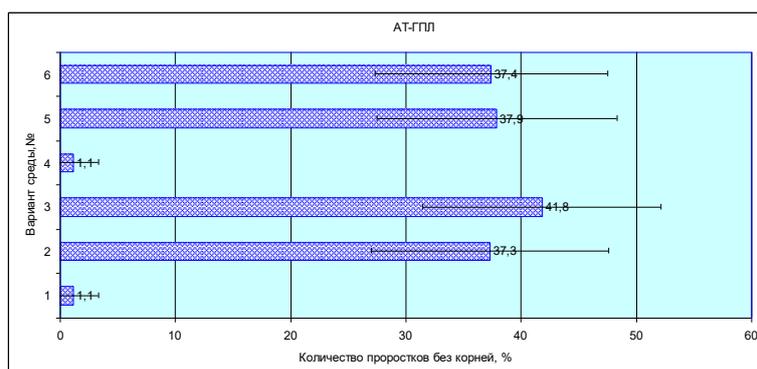


Рисунок 5. Частота развития проростков без корней в культуре зрелых зародышей кукурузы линии АТ-ГПЛ

Ризогенный каллусогенез был отмечен на всех средах, кроме безгормональных вариантов (№1 и №4). Частота его проявления в присутствии 2,4- Д варьировала от 2,3 % до 8,7 %. Наиболее интенсивно развивался этот тип каллуса на варианте №6 (сахароза – 2,0 % и 2,4-Д- 2,0 мг/л) (рис 6).

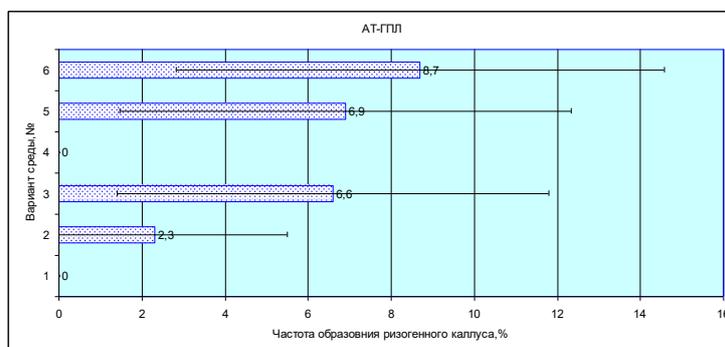


Рисунок 6. Частота формирования ризогенного каллуса в культуре зрелых зародышей кукурузы линии АТ-ГПЛ

Развитие морфогенного каллуса (рис. 7), как и ризогенного, было отмечено только при наличии в среде 2,4-Д.

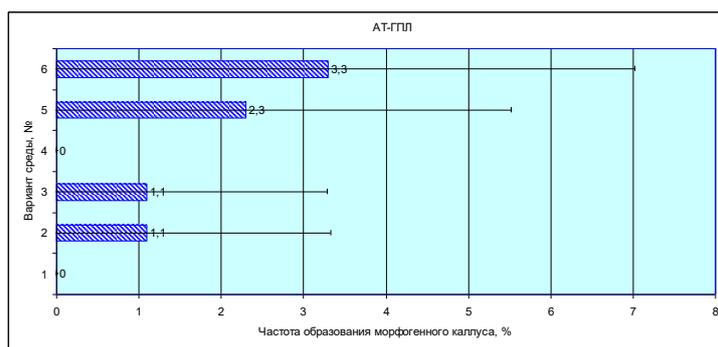


Рисунок 7. Частота индукции морфогенного каллуса в культуре зрелых зародышей кукурузы линии АТ-ГПЛ

Вероятность его индукции у зародышей линии АТ-ГПЛ был несколько ниже, по сравнению с линией Буковинская 217, и колебалась от 1,1 % (варианты среды №2 и №3) до 3,3 % (вариант №6). Математическая обработка не выявила статистически значимых различий между этими величинами.

При культивировании зародышей кукурузы линии АТТМ была выявлена та же закономерность в направлениях морфогенеза, как и у двух других донорных форм (линии Буковинская 217 и АТ-ГПЛ). Данные по результатам анализа представлены в таблице 3 и рисунках (рис.11-13).

Формирование проростков без корневой системы было возможным только на средах в присутствии ауксина 2,4-Д (варианты №2, №3, №5, №6). На безгормональных средах (№1 и №4) из зародышей развивались проростки с корнями. Частота развития растений без корней варьировала от 43,0% (вариант №2) до 54,5% (вариант №5). Достоверных различий между гормональными средами в индукции данного признака не было выявлено (рис. 8).

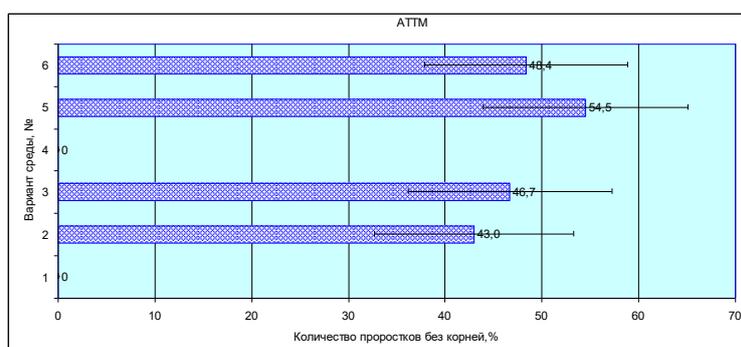


Рисунок 8. Частота развития проростков без корней в культуре зрелых зародышей кукурузы линии АТТМ

Индукция ризогенного каллуса при культивировании зародышей линии АТТМ (рис. 9), наблюдалась на всех средах, но с разной частотой. Минимальные частоты – 1,1 % и 1,2 % были отмечены на безгормональных вариантах, соответственно №1 и №4 и достоверные самые высокие – от 16,7 % до 22,0% на средах №3, №5 и №6.

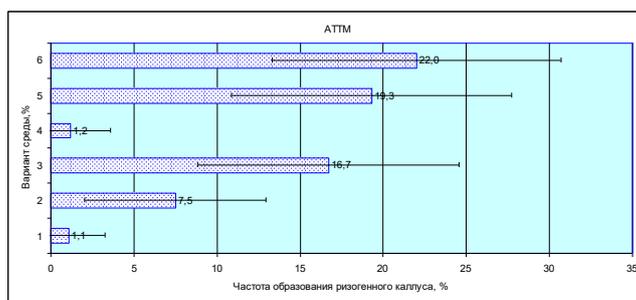


Рисунок 9. Частота формирования ризогенного каллуса в культуре зрелых зародышей кукурузы линии АТТМ

Формирование морфогенного каллуса (рис. 10), у зародышей линии АТТМ происходило только на средах с 2,4-Д. В этом отношении все названные варианты питательной среды оказались в равной степени благоприятными. Частота индукции этого типа морфогенеза варьировала в зависимости от состава среды от 7,5 % (вариант №3) до 20,0 % (вариант №6).

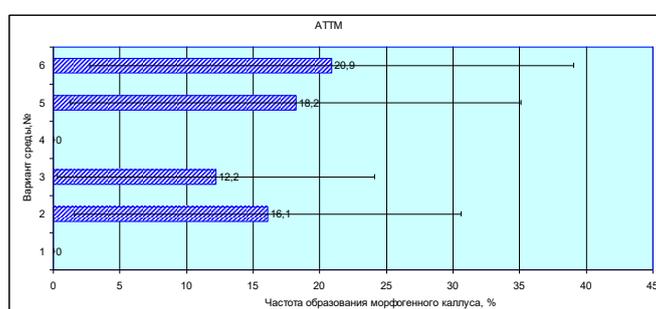


Рисунок 10. Частота индукции морфогенного каллуса в культуре зрелых зародышей кукурузы линии АТТМ

Исходя из выше сказанного, следует, что тип морфогенетических реакций у эксплантированных зародышей определяется в большей степени наличием в среде ауксина 2,4 – Д, который ингибирует процесс корнеобразования и стимулирует каллусогенез. Наличие в среде ауксина в максимальном количестве – 2,0 мг/л благоприятно сказывается на частоте проявления каллусогенеза у эксплантов всех донорных форм.

Учитывая важность индукции морфогенного каллуса для получения регенерантов, был проведён дополнительный сравнительный анализ частоты проявления этого признака в зависимости от генотипа донора и состава питательной среды (рис. 11).

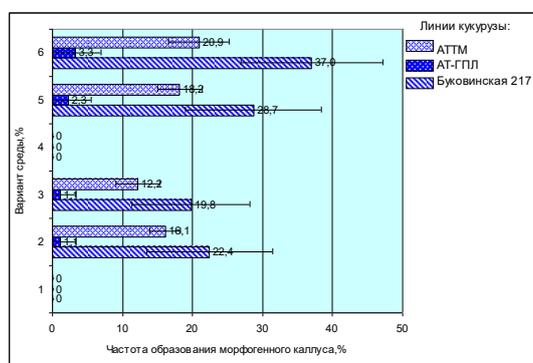


Рисунок 11. Варьирование частоты индукции морфогенного каллуса у трёх линий кукурузы на разных вариантах питательной среды

Из полученных результатов следует, что зародыши линии кукурузы Буковинская 217 и АТТМ обладают более выраженной тенденцией к развитию морфогенного каллуса, чем

экспланты линии АТ-ГПЛ. Однако доминирующей по данному свойству из этих двух линий оказалась Буковинская 217. Многократная пересадка морфогенного каллуса на свежую среду, позволила создать каллусные штаммы, из которых только у линии Буковинская 217 сохранялся исходный тип каллуса и обладал тенденцией к регенерации растений. Каллусный штамм линии АТТМ в дальнейшем преобразовался в неморфогенный и некротизировал.

Выводы

1. Зародыши всех исследованных форм кукурузы обладают идентичными морфогенетическими тенденциями. Возможно их прорастание и формирование каллусной ткани ризогенного и морфогенного типов.

2. Направление морфогенетических реакций у эксплантированных зародышей определяется наличием в среде ауксина 2,4 – Д, который ингибирует при развитии проростков процесс корнеобразования и стимулирует каллусогенез.

3. Присутствие в среде ауксина в максимальном количестве – 2,0 мг/л благоприятно сказывается на частоте проявления каллусогенеза у эксплантов всех донорных форм.

4. Из трёх исследованных генотипических форм кукурузы зародыши линии кукурузы Буковинская 217 и АТТМ обладают более выраженной тенденцией к развитию морфогенного каллуса.

5. Перспективной для создания каллусных штаммов, обладающих способностью к регенерации растений является линия Буковинская 217.

Список источников

1. Алаторцева Т.А. Новообразование и регенерация в культуре зрелых зародышей кукурузы / Т.А. Алаторцева, В.С. Тырнов // Факторы экспериментальной эволюции организмов.- 2008. – Вып. 5. – С. 245-248.

2. Гришина Е.В. Некоторые итоги изучения линий кукурузы, полученных от реституционных диплоидов. Апомиксис и цитозембриология растений / Е.В. Гришина, П.И. Комарова // Изд-во Саратов. ун-та, 1983. – Вып. 5. – С. 67-75.

3. Апанасова Н. В. Особенности строения и развития женских генеративных структур у линий кукурузы с наследуемым и индуцированным типами партеногенеза / Н. В. Апанасова, О. В. Гуторова, О. И. Юдакова, Ю. В. Смолькина // Изв. Самар. науч. центра РАН. – Саратов, 2017. – Т. 19, № 2-2. – С. 216-219.

© Алаторцева Т.А., Апанасова Н.В., 2022

Научная статья
УДК 576.353.2

Особенности митоза у растений кукурузы разного уровня ploидности

Татьяна Алексеевна Алаторцева¹, Алла Юрьевна Колесова²

¹ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского», г. Саратов

² ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Юго-Востока», г. Саратов

Аннотация. Был изучен митоз в апикальной меристеме корня у кукурузы разного уровня ploидности. У триплоидов и тетраплоидов наблюдались аномалии в митозе. Были обнаружены атипичное расположение веретена деления и хромосом, фрагменты хромосом и хромосомные мосты. Тетраплоиды характеризовались наибольшим митотическим индексом и, как следствие, наибольшей скоростью роста корней. Триплоиды имели самые низкие значения этих параметров.

Ключевые слова: митоз, полиплоиды, кукуруза

Features of mitosis in maize plants with different ploidy level

Tatyana Alekseevna Alatortseva, Alla Yuryevna Kolesova

¹Saratov State University, Saratov

²FSBSO «Federal Center of Agriculture Research of the South-East Region», Saratov

Abstract. Mitosis in the apical meristem of the root of maize with different ploidy level has been studied. Triploids and tetraploids showed abnormalities in mitosis. An atypical arrangement of the spindle and chromosomes, fragments of chromosomes and chromosomal bridges were found. Tetraploids were characterized by the highest mitotic index and, as a consequence, the highest root growth rate. Triploids had the lowest values of these parameters.

Keywords: mitosis, polyploids, maize

Полиплоидные формы растений, имеющие дополнительные наборы хромосом в кариотипе, представляют собой источник изменчивости, что делает возможным использование их в качестве исходного материала в селекции. Лучше всего отзываются на полиплоидию перекрестно опыляющиеся растения по сравнению с самоопылителями, при этом наиболее ценными полиплоидами являются сельскохозяйственные культуры, используемые не только для производства зерна, но и для получения биомассы [1]. К числу таких культур принадлежит и кукуруза, ценность которой как зерновой, пищевой и кормовой культуры общеизвестна.

Для использования полиплоидов в селекции необходимо изучение механизмов их изменчивости, которая проявляется и на стадии клеточного деления. Цель настоящей работы заключалась в проведении сравнительного анализа качественных и количественных характеристик митотического деления у диплоидной и полиплоидной кукурузы.

Объектом исследования являлись формы кукурузы (*Zea mays*) разного уровня ploidy – 2n, 3n, 4n:

ГПЛ-1 – диплоидная гомозиготная линия гаплоидного происхождения;

КРП-1 × ГПЛ-1 – триплоидная форма, полученная путём опыления тетраплоидной формы Крп-1 пыльцой диплоидной линии ГПЛ-1;

КРП-1 – тетраплоидная форма (Краснодарская популяция 1), полученная из Краснодарского НИИ Сельского хозяйства.

Зрелые зерновки растений разной ploidy проращивали на фильтровальной бумаге в кюветах. Для оценки интенсивности митотического деления клеток апикальной корневой меристемы определяли скорость роста корней. С этой целью в течение 3-х суток каждые 24 часа проводили измерение их длины и вычисление средней величины прироста в сутки. Для изучения процесса митоза корни проростков фиксировали в ацеталкоголе (3:1) через 2-3 суток после прорастания семян. Кончики корней, окрашенные ацетокармином, использовали для приготовления временных препаратов [2], изучения стадий митоза, измерения размеров ядер, клеток, а также последующего вычисления митотического индекса (процента делящихся клеток из 1000 проанализированных) по приведённой ниже формуле. $MI = (P + M + A + T) / (I + P + M + A + T) \times 100 \%$, где *P* – число клеток в профазе, *M* – метафазе, *A* – анафазе, *T* – телофазе, *I* – интерфазе.

Наблюдения за нашими растениями с разным уровнем ploidy показали, что диплоидные экземпляры, как правило, имеют высоту 1,3 – 1,7 м; триплоидные – 1,1 – 1,6 м; а тетраплоидные – 1,6 – 1,8 м. Стебель у тетраплоидов обычно не только длиннее, но и больше в диаметре; листовые пластинки длиннее и шире по сравнению с диплоидами. Семена у тетраплоидных растений также крупнее, чем у диплоидных. У триплоидов они мелкие, невыполненные, часто с недоразвитым зародышем. Переход растений кукурузы на более высокий уровень ploidy, приводящий к изменению (чаще увеличению) размеров самого растения и его органов, может обеспечиваться увеличением размеров клеток и сопровождаться изменениями на уровне митоза.

Во всех клетках диплоидной кукурузы митоз проходил нормально (рис. 1), у триплоидных и тетраплоидных растений отмечены аномалии в ходе митоза. У триплоидов обнаружены клетки, в которых на стадии метафазы ахроматиновое веретено располагалось не параллельно оси клетки, а несколько наклонно, что в дальнейшем могло привести к неправильному расхождению хроматид в анафазе, отсоединению микротрубочек от кинетохоров хромосом и образованию фрагментов хромосом. Также у триплоидных растений встречались клетки с одиночными мостами и выбросом хромосом (рис. 2 в, г). Характерной чертой делящихся тетраплоидных клеток формы КрП-1 было асимметричное (сдвинутое в одну сторону) и наклонное расположение веретена деления и метафазной пластики (рис. 2 а, б). Нормальное положение ахроматинового веретена и, соответственно, нормальное протекание стадий митоза также имело место, но было менее характерным для данной тетраплоидной кукурузы. Интерфазные ядра триплоидных и тетраплоидных клеток часто содержали дополнительные ядрышки (1-2), иногда встречались сближенные ядрышки (рис. 3).

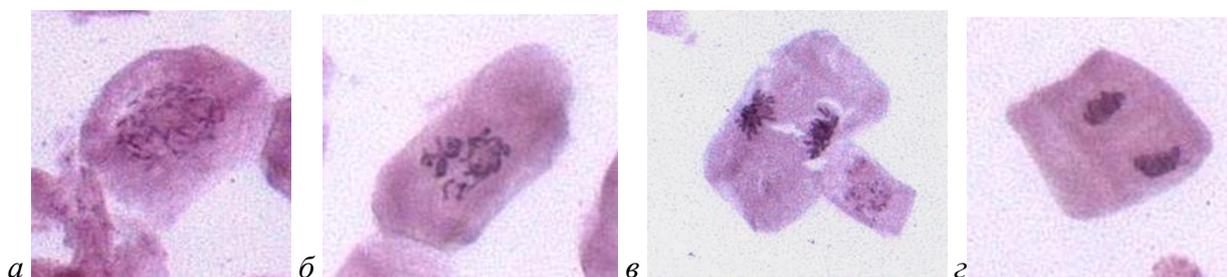


Рисунок 1. Митоз в клетках диплоидной кукурузы линии ГПЛ-1: а – профаза; б – метафаза; в – анафаза; г – телофаза

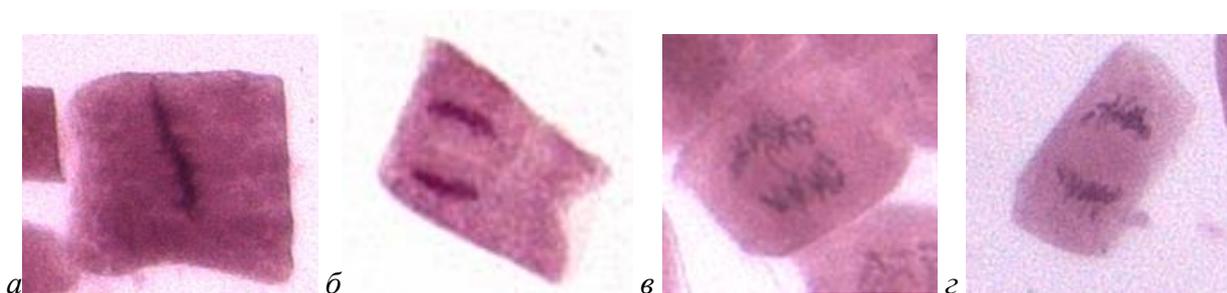


Рисунок 2. Аномалии митоза в клетках полиплоидной кукурузы: а – наклонное расположение веретена деления в метафазе; б – асимметрично расположенное веретено деления в анафазе; в – одиночный мост; г – выброс фрагментов хромосом

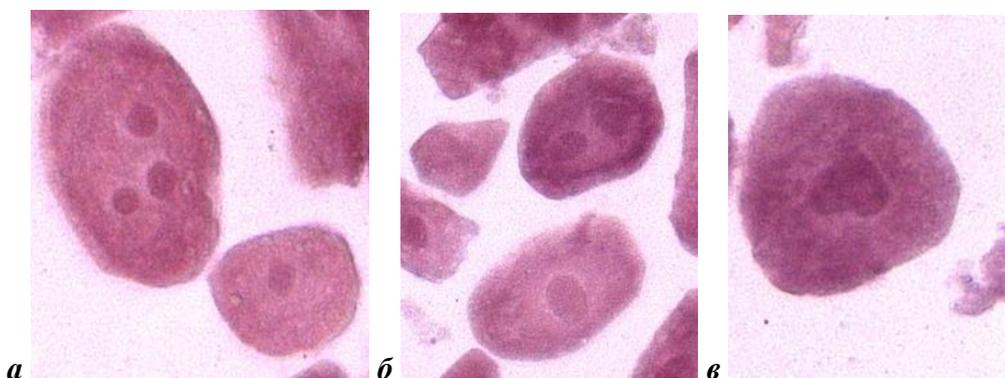


Рисунок 3. Интерфазные ядра полиплоидной кукурузы: а, б – ядра с разным числом ядрышек; в – ядро со сближенными ядрышками

Измерения размеров клеток и ядер на препаратах корней проростков кукурузы разной ploидности показало, что самыми крупными были клетки тетраплоидной кукурузы; максимальное их количество (40 %) приходится на размер 51- 61 мкм. У диплоидной кукуруза размер клеток в среднем составил 56 мкм, а самыми мелкими оказались клетки кукурузы с ploидностью $3n$ (средний размер 34 мкм). Тетраплоидные клетки в большинстве случаев имеют ядра размером 17-20 мкм, у диплоидной кукурузы основную часть составляют клетки с ядрами размером 13-15 мкм, и самые мелкие ядра (8-11 мкм) были соответственно в клетках триплоидной кукурузы.

Подсчет митотического индекса показал, что наибольшей митотической активностью обладают клетки диплоидной и тетраплоидной кукурузы (рис. 4). Статистическая обработка подтвердила достоверность различий между меньшим митотическим индексом триплоидной формой кукурузы и более высоким у диплоидов и тетраплоидов. Наибольшей скоростью роста обладали корни проростков тетраплоидной кукурузы и наименьшей – триплоидной (рис. 5), что согласуется с соответствующими уровнями митотического индекса для этих растений.

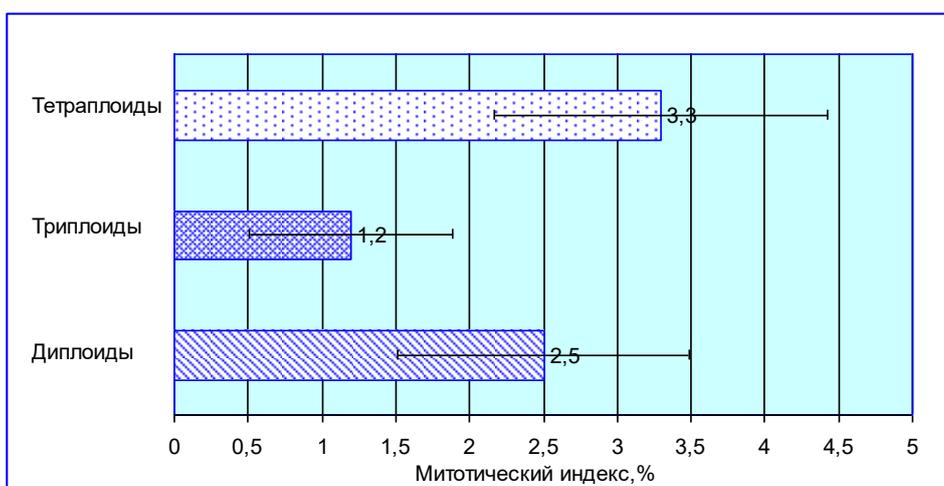


Рисунок 4. Митотический индекс клеток проростков кукурузы разного уровня ploидности

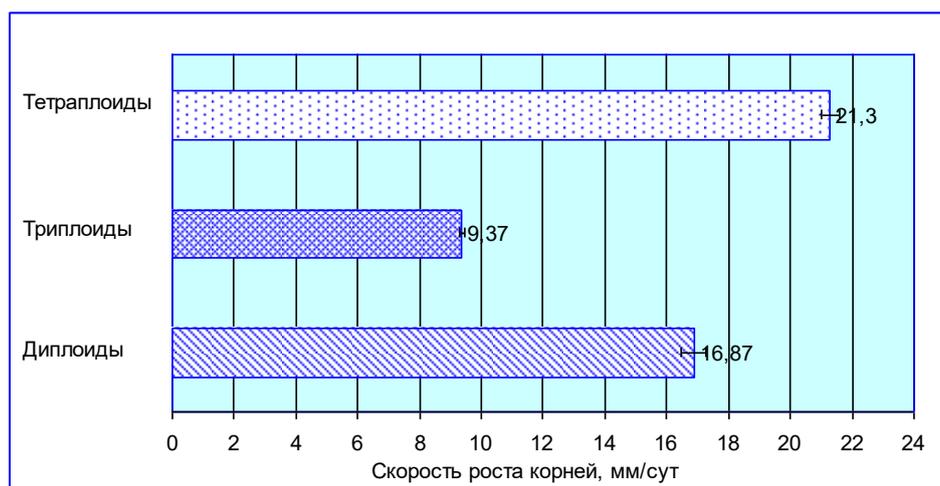


Рисунок 5. Скорость роста корней проростков кукурузы разной ploидности

Таким образом, в результате проведенного исследования выявлены различные аномалии в ходе митотических делений у полиплоидных форм кукурузы: наклонное расположение веретена деления и метафазной пластинки, сдвиг ахроматинового веретена к одной стороне клетки, появление мостов, выброс фрагментов хромосом за пределы веретена деления.

Подобные нарушения зачастую приводят к появлению клеток с несбалансированными хромосомными наборами (анеуплоидных либо с хромосомными мутациями), а также возникновению миксоплоидных популяций клеток [3, 4].

Список источников

1. Воробьева Л. И. Таглина, О. В. Генетические основы селекции растений и животных: Учебное пособие / Л. И. Воробьева. Х.: Колорит, 2006. 224 с.
2. Практикум по цитологии растений: учебное пособие для студентов вузов / З. П. Паушева. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Агропромиздат, 1988. 271 с.
3. Биология. Т. 1 / под ред. В. Н. Ярыгина. Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2018. 728 с.
4. Клименко В.П. Патология митоза и миксоплоидия в меристематической ткани винограда // Онтогенез, 2019, Т. 50, № 2, стр. 75-83.

© Алаторцева Т.А., Колесова А.Ю., 2022

Научная статья
УДК: 633.15:631.527

Новые партеногенетические линии кукурузы

Наталья Владимировна Апанасова

ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского», г. Саратов

Никита Алексеевич Павлов

ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского», г. Саратов

Аннотация. В статье представлен анализ линий кукурузы с наследуемой формой партеногенеза, которые были созданы в Саратовском госуниверситете. Линии характеризуются высокой частотой встречаемости гаплоидов и полиэмбрионов.

Ключевые слова: кукуруза, партеногенез, гаплоидия, полиэмбриония

New parthenogenetic maize lines

Natalia Vladimirovna Apanasova

Saratov State University, Saratov

Nikita Alekseevich Pavlov

Saratov State University, Saratov

Abstract. The article presents an analysis of maize lines with an inherited form of parthenogenesis. The lines was created at Saratov State University. These are characterized by a high frequency of occurrence of haploids and polyembryons.

Key words: maize, parthenogenesis, haploidy, polyembryony

Кукуруза занимает по посевным площадям одно из лидирующих мест в мире, после пшеницы и риса. Она является уникальным растением, используемым в различных сферах. В пищевой промышленности из нее производят крупу, муку, масло, крахмал, спирт. Зерно и листостебельную массу также используют для кормовых целей. Кроме того, кукуруза является удобным объектом для биологических исследований. Гаплоидный набор кукурузы составляют всего десять хромосом, что очень удобно для изучения расщепления, независимого и сцепленного наследования, кроссинговера, взаимодействия генов.

В Саратовском госуниверситете созданы линии кукурузы, склонные к партеногенезу и андрогенезу. Эти способы репродукции являются результатом незавершенного полового процесса. Они лежат в основе механизма образования гаплоидов (ценного материала для селекции и генетических исследований), но встречаются у растений с крайне низкой частотой.

В начале 1980-х годов впервые была описана линия кукурузы, у которой гаплоиды встречались редко, но регулярно из года в год. На основе этой линии в лаборатории биотехнологии и репродуктивной биологии Саратовского государственного университета была создана линия АТ 1 (Апомиктичная Тырнова 1) с наследуемой формой партеногенеза [1]. Растения имеют пурпурную окраску стебля, листьев, метелки и семян. Частота развития партеногенетических зародышей по эмбриологическим данным достигает 82 %, а автономного образования эндосперма – 52 % [2]. Наряду с большой частотой образования гаплоидов в потомстве, отмечалась также, высокая встречаемость полиэмбрионов [3].

На основе линии АТ 1 в результате скрещивания ее с линией ГПЛ и последующего отбора была получена линия АТ 3 (Апомиктичная Тырнова 3). Она характеризуется зеленой окраской стебля и листьев и желтой окраской зерновок. У растений этой линии по эмбриологическим данным частота партеногенетического развития зародыша достигает 27 %, а автономного образования эндосперма – 4 % [4]. Линия также склонна к образованию полиэмбрионов.

При изучении созданных партеногенетических линий было, установлено, что экспериментально вызванная задержка опыления приводит к значительному возрастанию частоты встречаемости как полиэмбрионии, так и моноэмбрионной гаплоидии. Например, у линии АТ 3 общее число гаплоидов, включая моно- и полиэмбрионные, при задержке опыления на 7-10 суток достигало почти 80 %.

Первые деления неоплодотворенных яйцеклеток начинаются в среднем спустя 3 суток с момента появления первых пестичных нитей. На 5-7 сутки после появления пестичных нитей в зародышевых мешках неопыленных цветков, как правило, присутствует глобулярный партеногенетический зародыш. Если задержка опыления превышает 12 суток, в зародышевых мешках начинаются дегенерационные процессы.

Кроме того, время опыления сказывается и на типе полиэмбрионов: при раннем сроке опыления наблюдались двойни преимущественно типа $2n-n$, реже $2n-2n$. При более поздних сроках опыления наряду с двойнями, появляются тройни. В составе троен один или два близнеца обязательно были гаплоидами.

Для облегчения отбора на партеногенез и контроля гомозиготности возникла необходимость введение в геном партеногенетических линий рецессивных маркерных генов, контролируемых легко идентифицируемые морфологические признаки. Для этого линия АТ 1, используемая в качестве материнской формы, была скрещена с линией Тестер Мангельсдорфа, маркированной по всем десяти хромосомам [5]. В результате последующего отбора была получена серия линии АТТМ. Среди полученных линий была выделена линия Апомиктичная Маркированная [6] гомозиготная по генам bm_2 , y , g_1 (bm_2 – *brown midrib* (коричневая средняя жилка листа), y_1 – *yellow endosperm* (желтый эндосперм) – (6 хромосома), g_1 – *golden* (золотистая окраска листьев и стеблей) – (10 хромосома).

По результатам проведенного трехлетнего наблюдения средняя высота растений данной линии составила 147,6 см. На растениях, как правило, развивается по 2 початка (табл. 1).

В лабораторных условиях частота гаплоидии и полиэмбрионии оценивалась на молодых проростках (табл. 2). Зерновки предварительно замачивали в воде на 15-18 часов и проращивали на влажной фильтровальной бумаге в медицинских эмалированных кюветах при температуре 25°C. Гаплоиды выявляли с использованием морфометрического и цитогенетического методов. Морфометрический метод относится к числу косвенных и позволяет визуально отбирать предполагаемые гаплоиды на стадии проростков. Различия в размерах проявляются на ранних стадиях развития.

У кукурузы наиболее четкие различия гаплоидов и диплоидов по длине побегов и корней проявляются в фазе двух-трех листьев.

Таблица 1 – Высота растений и количество початков
линии кукурузы Апомиктичная Маркированная

№ растения	1 год измерений		2 год измерений		3 год измерений	
	высота, см	количество початков, шт.	высота, см	количество початков, шт.	высота, см	количество початков, шт.
1	122	1	157	2	153	2
2	140	2	170	2	156	2
3	130	1	165	2	137	2
4	140	2	138	2	157	1
5	122	1	138	2	152	1
6	142	2	164	2	158	1
7	148	2	157	2	151	1
8	147	2	143	2	151	2
9	145	1	144	2	151	2
10	140	2	145	2	164	1
средняя	137,60±7,05	1,60±0,43	152,10±9,54	2,00±0	153,00±4,18	1,50±0,45

У гаплоидных проростков до появления листьев длина корня не превышала 2 см, а coleoptile около 1 см, тогда как у диплоидов длина корня составляла 3-5 см. На стадии 3-х листьев у полиэмбрионов измеряли длину coleoptile и корня, расстояние от начала coleoptile до влагалища первого листа, длину и ширину первого листа. У отобранных с помощью морфометрического метода проростков число хромосом подсчитывали на препаратах меристемы корня. Анализ пloidности проростков показал, что у линии Апомиктичная Маркированная частота гаплоидии в годы наблюдения варьировала от 2,11 % до 9,04 %, а частота полиэмбрионии от 2,46 до 5,08 % (табл. 2).

Кроме того, у данной линии были проведены многолетние полевые исследования по определению частоты гаплоидии среди растений, выращенных из случайно отобранных зерновок без предварительного определения их пloidности. Гаплоиды кукурузы морфологически хорошо различимы в полевых условиях. Они отличаются от диплоидов высотой растения, (различия в 1,5-2 раза), более узкими листьями и мужскостерильной метелкой с нетипичной формой.

Таблица 2 – Встречаемость гаплоидных и полиэмбрионных проростков
у линии Апомиктичная Маркированная

год	Количество									
	диплоидных растений		гаплоидных растений		полиэмбрионных проростков		полиэмбрионов разных типов, шт			
	шт.	%	шт.	%	шт.	%	2n-2n	2n-n	сросшийся	n-n
2019	272	95,43	6	2,11	7	2,46	2	4	1*	0
2020	143	88,27	13	8,03	6	3,7	2	3	1*	0
2021	152	85,88	16	9,04	9	5,08	3	4	0	2

Примечание: * 2 корня 1 сросшийся проросток.

В период с 2009 по 2022 гг. частота гаплоидии у линии Апомиктичная Маркированная варьировала от 0 до 18,75 % (рис. 1). Изменение частоты гаплоидии по годам в полевых исследованиях может быть вызвано несколькими причинами: небольшой выборкой растений (40-80 шт.), низкой жизнеспособностью гаплоидных проростков в полевых условиях, гибелью проростков вследствие механических причин (закапывания в результате культивирования и.т.д.).

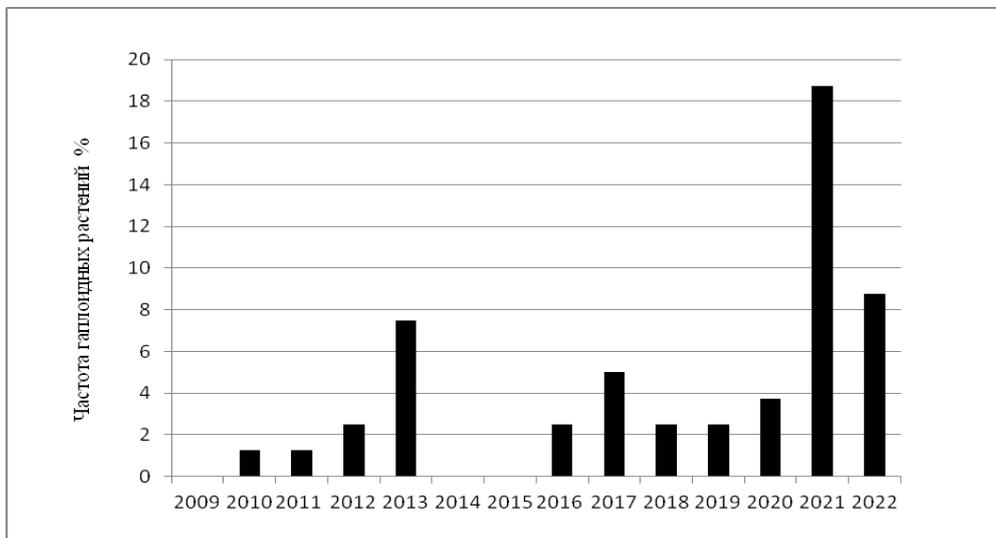


Рисунок 1. Варьирование частоты гаплоидов среди высаженных в поле растений линии Апомиктичная Маркированная в период с 2009 г. по 2022 г.

Таким образом, созданная новая партеногенетическая линия Апомиктичная Маркированная линия унаследовала от исходной материнской линии АТ 1 способность к партеногенезу и может послужить хорошей основой для создания коллекции доноров партеногенеза.

Список источников

1. Тырнов В.С., Еналеева Н.Х. Автономное развитие зародыша и эндосперми у кукурузы // Докл. АН СССР. – 1983. – Т. 272, №3. – С. 722-725.
2. Еналеева Н.Х., Тырнов В.С. Цитологическое проявление элементов апомиксиса у линии кукурузы АТ-1 и ее гибридов // Апомиксис у растений: состояние проблемы и перспективы исследований. – Саратов, 1994. – С. 57-59.
3. Тырнов. В.С. Гаплоидия у растений: терминология и классификация: Учебное пособие для студентов биол.фак. – Саратов: изд-во Саратов. ун-та, 2005. – 44 с.
4. Tynov V.S. Producing of parthenogenetic forms of maize // Maize Genetics Cooperation Newsletter. – 2001. – Vol.75. – P. 56-57.
5. Мику, 1981
6. Пат, 11673 Российская федерация /Кукуруза. Апомиктичная Маркированная/Апанасова Н.В., Тырнов В.С; заявитель и патентообладатель ФГБОУ В.О. Саратовский национальный исследовательский университет им. Н.Г. Чернышевского – №8058225; заявл. 05.11.2019.

© Апанасова Н.В., Павлов Н.А., 2022

Закон гомологических рядов и вторичное соотношение полов

Сергей Валериевич Бекетов

Институт общей генетики им. Н.И. Вавилова РАН,
г. Москва

Аннотация. В статье в свете закона гомологических рядов наследственной изменчивости рассматривается вторичное соотношение полов у основных видов пушных зверей. По частоте рождения самцов и по результатам проверки согласия с соотношением полов 1:1 для отдельных выборок наиболее схожие результаты получены у двух близкородственных видов рода *Vulpes*: песца и лисицы. При этом у песцов в потомстве появлялось достоверно больше самцов, чем самочек во все рассматриваемые годы (100 %), у лисицы в 70 % случаев, у соболя в 33,3 %, а у норки – ни в одном. Анализ родословных зверей с достоверным отклонением соотношения полов показал, что у песца этот признак наследуется по мужской линии, что позволяет рассматривать его в качестве селекционного признака.

Ключевые слова: пушные звери, вторичное соотношение полов, гомологические ряды, селекционный признак

Law of homologous series and secondary sex ratio

Sergey Valerievich Beketov

Vavilov Institute of General Genetics RAS,
Moscow

Annotation. In the article, in the light of the law of homological series of hereditary variability, the secondary sex ratio in the main species of fur-bearing animals is considered. According to the frequency of male births and according to the results of checking the agreement with a sex ratio of 1:1 for individual samples, the most similar results were obtained in two closely related species of the genus *Vulpes* – arctic fox and fox. At the same time, in arctic foxes, males in the offspring appeared significantly more than females in all considered years (100 %), in foxes in 70 % cases, in sables in 33,3 %, and in minks – none. An analysis of the pedigrees of animals with a significant deviation in the sex ratio showed that in the arctic fox this indicator is inherited through the male line, which allows us to consider it as a selection feature.

Key words: fur-bearing animals, secondary sex ratio, homologous series, selection feature

Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости был сформулирован Н.И. Вавиловым 4 июня 1920 г. на III Всероссийском селекционном съезде в г. Саратове. Сущность его заключается в том, что генетически близкие виды и роды растений и животных, связанные друг с другом единством происхождения, характеризуются сходными рядами наследственной изменчивости [5, 7].

У сельскохозяйственных животных одним из хозяйственно-важных фенотипических признаков можно считать вторичное (при рождении) соотношение полов. Так, в животноводстве для расширенного воспроизводства стада или получения молока требуются самки, а для увеличения объемов мясной или шерстной продукции предпочтительны самцы. Обычно, вторичное соотношение полов выражают в виде частоты рождения самцов или их доли к общему числу потомков, а также как отношение числа новорожденных самцов к числу самок.

В соответствии с хромосомной теорией наследственности этот показатель у большинства раздельнополых диплоидных организмов должен быть близок 1:1 и если энергетические

затраты всех родителей в данной популяции на воспроизводство потомства одинаковы и не зависят от потомков, а гибель потомков разного пола от зачатия до окончания периода родительской заботы равновероятна, такое соотношение полов будет эволюционно устойчивым [12]. Однако в реальных популяциях эти условия могут нарушаться, приводя к отклонениям соотношения полов от теоретически ожидаемого 1:1.

В частности, Р. Трайверс и Д. Уиллард (1973) предложили популяционную модель согласно которой уровни возможных затрат вещества и энергии на размножение у представителей двух последовательных поколений положительно коррелируют между собой. При этом в потомстве более тяжелых по живой массе матерей соотношение полов должно быть сдвинуто в пользу самцов, а у более легких – в пользу самок [15].

По мнению В.А. Геодакяна существует механизм отрицательной обратной связи, регулирующий соотношение полов при случайных отклонениях его от оптимума: при стабильных оптимальных условиях оно снижается, а в периоды нестабильных и экстремальных – повышается [2].

В свою очередь Дж. Мэйнард Смит (1981) высказал предположение о существовании гена, способного влиять на соотношение полов [6]. В связи с чем может быть показательно исследование Л.Н. Трут, согласно которому у одомашнированных серебристо-черных лисиц при спаривании носителей гена *S* (белая отметина на лбу или “звездочка”) между собой или со стандартными родителями наибольшее численное превосходство самцов в потомстве наблюдалось среди *SS* гомозигот (0,62-0,86) и было менее выражено у *Ss* потомков (0,50-0,65) [16].

Другой пример – абберантный механизм, определяющий сдвиг соотношения полов в пользу самок, наблюдаемый у леммингов родов *Myopus* и *Dicrostonyx*, а также у южноамериканских травяных мышей рода *Akodon* [1, 13].

Таким образом, с учетом важности проблемы целью нашего исследования стало изучение вторичного соотношения полов в пушном звероводстве. Коммерческое разведение пушных зверей возникло сравнительно недавно, на рубеже XIX-XX вв., хотя не исключено, что некоторые виды пушных животных попали под одомашнивание еще в неолите или более поздний срок.

Сегодня во всем мире на промышленных зверофермах основными объектами звероводства традиционно являются четыре вида хищников – это представители семейства псовых (*Canidae*): лисица (*Vulpes vulpes* L.), песец (*Vulpes lagopus* L.) и два вида семейства куньих (*Mustelidae*): норка (*Neovison vison* Schr.) и соболь (*Martes zibellina* L.).

Современное пушное звероводство является узкоспециализированной отраслью животноводства, преимущественно ориентированной на производство меховой продукции (шкурки), где для повышения рентабельности предпочтительнее иметь как можно больше особей мужского пола, т. к. в силу выраженного полового диморфизма у всех видов пушных зверей клеточного содержания самцы по сравнению с самками имеют более длинный и густой волосяной покров и характеризуются большей величиной тела. Однако по ряду объективных причин (отсутствие технологий искусственного осеменения при разведении норки и соболей и сексирования семени для пушных зверей в целом) в промышленном звероводстве до сих пор отсутствует надежный метод регулирования пола, который позволил бы постоянно получать достоверные сдвиги в соотношении полов потомства.

В нашей работе в ходе исследования вторичного соотношения полов по данным журналов «Отбраковки молодняка» ОАО «Племзавод «Пушкинский», ныне ФГУП «Русский соболь», (Московская обл.) проведен комплексный популяционный и генеалогический анализа соотношения полов при рождении щенков в промышленных популяциях вуалевого песца в 1984-1988 гг. (15396 щенков), соболя породы черный соболь в 1982-1987 гг. (5714 щенков), серебристо-черной лисицы в 1980-1989 гг. (17285 щенков) и стандартной норки темно-коричневого типа в 1984-1988 гг. (10372 щенков). Важно отметить, что в рассматриваемый период времени в этом хозяйстве велся подробный учет родившихся щенков пушных зверей по полу.

Статистический анализ первичных данных включал проверку согласия с теоретически ожидаемым соотношением полов 1:1 как для отдельных выборок – $\chi^2_i\{1:1\}$, так и для суммарных численностей – χ^2_T ; обобщенную проверку согласия с соотношением 1:1 – χ^2_s ; проверку согласия с наблюдаемым соотношением суммарных численностей полов – $\chi^2_i\{A:B\}$; проверку однородности выборочных распределений – χ^2_H . Для характеристики вероятности рождения самцов $P(A)$ использовали точечные и интервальные оценки [10].

В ходе проведения семейного анализа с использованием статистической таблицы, предложенной Н.Н. Хромовым-Борисовым для малых выборок [3], выявляли выдающихся отцов и матерей, дававших в помете достоверное отклонение от ожидаемого расщепления полов 1:1, и дополнительно изучали их родословную. При этом из статистического исследования исключали потомство тех родителей, которые имели менее трех спариваний.

Сводные результаты проведенного сравнительного анализа изменчивости вторичного соотношения полов по годам представлены в таблице 1, где можно видеть, что наибольшим отклонением от соотношения полов 1:1 в сторону преобладания самцов характеризуется песец (55,1 %), далее по мере убывания лисица (53,6 %), соболь (52,7 %) и норка (49,2 %), у которой суммарная доля рожденных самцов оказалась меньше, чем самок.

Причем в популяции песца во все рассматриваемые года самцов появлялось больше, чем самочек со статистически высоко значимым отклонением от ожидаемого соотношения 1:1 (100 %), у лисицы по семи из десяти лет (70 %), у соболя только по двум годам из шести (33,3%), а у норки вообще ни по одному (табл. 1). Т. е. оценочные значения статистики χ^2_s (обобщенная проверка согласия с соотношением 1:1) у песца, лисицы и соболя, даже несмотря на неоднородность данных по лисице (χ^2_H) усиливают вывод о неслучайности преобладания самцов среди новорожденных.

При этом наиболее сходными по параметру χ^2_s являются значения у песца и лисицы – 164,7 и 110,3 (табл. 1), что согласуется с законом гомологических рядов в наследственной изменчивости Н.И. Вавилова, согласно которому, чем генетически ближе расположены роды и виды, тем полнее их сходство в рядах изменчивости. Действительно, по последним данным песец представляет собой не самостоятельный род, а попадает в таксон лисьих, образуя общую кладу с карликовой лисицей (*Vulpes macrotis*) и согласно рекомендации Американского общества по изучению млекопитающих, его новое название, вместо прежнего *Alopex lagopus*, теперь *Vulpes lagopus* [17]. Если же говорить о соболе и норке, то хотя эти виды и относятся к разным родам семейства Mustelidae, считается, что единственный представитель рода Neovison (норка) гораздо ближе к соболу (род Martes – куницы), чем к многочисленным видам хищников рода Mustela (ласки и хорьки) и при сравнении обобщенной проверки согласия с соотношением 1:1 (χ^2_s) соболь и норка также оказываются достаточно близки – соответственно, 17,8 и 10 (табл. 1).

Учитывая то обстоятельство, что такой признак, как преимущественное рождение особей одного пола, может определяться генетическими факторами и наследоваться потомством, дополнительно были проанализированы суммарные данные по всем семьям, формируемым отдельными родителями (самцами и самками).

Семейный анализ, проведенный на популяции песца, показал, что 8 % самцов (23 из 287) и 1% самок (10 из 906) имели в своем потомстве достоверное отклонение от теоретического соотношения полов 1:1 с преимущественным рождением потомков мужского пола. У лисицы соответствующие показатели составили примерно 2,6 % семей по самцам и 1,3 % семей по самкам относительно совокупной родительской популяции, или всего 15 «выдающихся» отцов и 13 «выдающихся» самок с достоверным отклонением от соотношения полов 1:1 в сторону увеличения доли сыновей ($p < 0,05$) и три самки с достоверным преобладанием дочерей ($p < 0,05$). В родительском стаде соболей около 3,6 % семей по самцам и примерно 2,4 % семей по самкам значимо отклонялись от ожидаемого соотношения 1:1 в сторону преобладания самцов и у норки по итогам тестирования было выявлено всего 7 отцов (1,9 %) из которых 6 дали достоверное отклонение от соотношения полов 1:1 в сторону увеличения

Таблица 1 – Изменчивость вторичного соотношения полов в популяциях пушных зверей с оценкой статистических критериев по уровню значимости (Пушкинское зверохозяйство)

Годы	Вид животного, порода и породный тип	n	Частота рождения самцов $P(A) \pm m_{P(A)}$	Двусторонний доверительный интервал для $P(A)$ с уровнем надежности 95 %	Отклонения π_i , %		Уровень значимости		
					$\chi^2_{\{1:1\}}$	$\chi^2_{\{A:B\}}$	χ^2_s	χ^2_T	χ^2_H
1984-1988	Вуалевый песец	15396	0,551±0,0040	0,543≤P(A)≤0,559	100	нет	164,7***	160,5***	4,2
1980-1989	Серебристо-черная лисица	17285	0,536±0,0095	0,515≤P(A)≤0,558	70	20	110,3***	88,0***	22,5**
1982-1987	Черный соболь	5714	0,527±0,0066	0,513≤P(A)≤0,541	33,3	нет	17,8**	16,6***	1,2
1984-1988	Стандартная темно-коричневая норка	10372	0,492±0,0067	0,473≤P(A)≤0,511	нет	нет	10,0	2,6	19,8***

Примечание: $P(A)$ – вероятность рождения самца; $m_{P(A)}$ – ошибка; $\chi^2_{\{1:1\}}$ – проверка согласия с соотношением 1:1 для отдельных выборок; $\chi^2_{\{A:B\}}$ – проверка согласия с соотношением суммарных численностей полов, где A – число самцов и B – число самок; χ^2_s – обобщенная проверка согласия с соотношением 1:1; χ^2_T – проверка согласия с соотношением 1:1 для суммарных численностей; χ^2_H – проверка однородности выборочных распределений; *уровень значимости – $p < 0,05$, ** – $p < 0,01$, *** – $p < 0,001$.

количества самок и 1 отец с достоверным превышением доли самцов в потомстве и только у 2-х матерей (0,2 %) при рождении значимо преобладали сыновья.

Последующий генеалогический анализ показал, что в отличие от других видов пушных зверей у песца во всех случаях, когда в родословной присутствовало два или более «выдающихся» самца, дававших достоверное отклонение полов в потомстве от 1:1, они оказывались родственниками по мужской линии. При последующем изучении родословных таких родителей оказалось, что они связаны по мужской линии на уровне отец-сын или сибс-полусибс (табл. 2).

Таблица 2 – Родственные связи между некоторыми «выдающимися» самцами песца

Номер самца	Родственные связи	Потомство			Доля сыновей, %
		♂	♀	Всего	
81643	отец	26	12	38	68,4*
85957	сын	30	15	45	66,7*
83815	полусибс	101	74	175	57,7*
83817	сибс	183	121	304	60,2***
85973	сибс	34	17	51	66,7*
82703	отец	55	27	82	67,1**
85963	сын	69	43	112	61,6*
83801	отец	72	49	121	59,5*
861073	сын	33	17	50	66,0*
861079	сын	39	16	55	70,9**

Примечание: *уровень значимости – $p < 0,05$, ** – $p < 0,01$, *** – $p < 0,001$

Выявленная у песца зависимость отклонения вторичного соотношения полов от отца отмечалась ранее и у других видов животных. Как и в случае с песцом, сходные примеры наблюдали у крупного рогатого скота. Так, А.А. Кондратьевым и А.К. Никитиным было установлено, что рождение телят того или иного пола у черно-пестрого скота в определенной степени зависело от генеалогической принадлежности быков-производителей. Например, в потомстве быка Хильтес-Адема 37910 преобладали самцы (53,6 %) [4]. И.В. Смирнов и Ю.Н. Лысенко при анализе 1830 опоросов выяснили, что в потомстве хряков некоторых линий процент хрячков оказывался наибольшим [9].

Отмечено также, что у кроликов пород большая шиншилла и русский горностаевый существуют отцы, у которых соотношение полов в потомстве статистически достоверно отклоняется в сторону преобладания самцов, при этом индивидуальность самки не влияла на подобные отклонения (Jamriška, 1988).

Некоторое объяснение этому было получено в работе Дж. Чэндлера (1998), в которой ДНК индивидуальных сперматозоидов анализировали с помощью ПЦР со специфическими праймерами для Y-хромосомы. Было определено, что доля сперматозоидов, несущих Y-хромосому, в зависимости от производителя колебалась от 16,1 % до 72,3 % у быков и от 7,8 % до 94,7 % у хряков [11].

В связи с вышесказанным можно предположить, что в популяциях некоторых видов пушных зверей, и конкретно у песца, тоже постоянно присутствуют отдельные животные, дающие преимущественно мужское потомство, и это их свойство может быть генетически обусловленным.

Учитывая же тот факт, что у самцов песца во всех родословных с достоверным отклонением вторичного соотношения полов наблюдалось преимущественное рождение животных мужского пола, генетический признак, детерминирующий «преобладание в потомстве особей мужского пола», вероятнее всего локализован в Y-хромосоме и возможным механизмом, обуславливающим подобное отклонение, является мейотический драйв (дрейф).

Мейотический драйв представляет собой явление аллельного отбора (а по умолчанию, отбора целой хромосомы), происходящего во время мейоза. В более широком смысле термин «мейотический драйв» определяет способность одного гомолога увеличивать вероятность его передачи за счет своего партнера, так что в гетерозиготе A/a гаметы, несущие A , производятся или используются чаще, чем гаметы, несущие a .

К настоящему времени у млекопитающих мейотический драйв, приводящий к менделевскому расщеплению, достаточно хорошо изучен на мышах и обусловлен наличием у них сложной генетической системы – t -комплекса, локализованного на хромосоме 17 [8].

Важно также отметить, что в нашем случае отклонение вторичного соотношения полов у песца наблюдалось не у всего мужского потомства «выдающегося» самца, что позволяет сделать заключение о неполной пенетрантности соответствующего генетического фактора. А так как все выдающиеся отцы у песца, как и их потомки, отличались высокими бонитировочными показателями: крупным размером, крепким телосложением, пышным и густым мехом с выровненными по высоте кроющими волосами, однородной окраской и не снижали при этом свои воспроизводительные качества, то в разведении песцов можно говорить о появлении нового селекционного признака – отклонение вторичного соотношения полов с преимущественным рождением самцов.

Список источников

1. Большаков В.Н., Кубанцев Б.С. Половая структура популяций млекопитающих и ее динамика. М.: Наука, 1984.
2. Геодакян В.А., Кособутский В.И. Регуляция соотношения полов механизмом обратной связи. // Докл. АН СССР. 1967. Т. 173. N 4. С. 938–941.
3. Захаров И.А., Горячева И.И. Половые соотношения в популяциях *Adalia bipunctata* и популяционно-генетическое значение явления бессамцовости // Генетика. 1998. Т. 34. № 12. С. 1630–1638.
4. Кондратьев А.А., Никитин А.К. Количественное соотношение разнополых телят у коров черно-пестрой породы // Пути повышения реализации генетического потенциала крупного рогатого скота: Сб. науч. тр. ТСХА. 1990. С. 38–43.
5. Медников Б.М. Ещё раз о законе гомологических рядов в наследственной изменчивости // Природа. 1989. N 7. С. 27–35.
6. Мэйнард Смит Дж. [Maynard Smith J.] Эволюция полового размножения. М.: Мир, 1981.
7. Плотников В.К., Насонов А.И., Салфетников А.А. К 100-летию закона Н.И. Вавилова о гомологических рядах в наследственной изменчивости // Научный журнал КубГАУ. 2020. №160(06). С. 1-5.
8. Сафронова Л.Д., Шустрова И.В., Рысков А.П. Структурная организация и эволюция t -комплекса у представителей рода *Mus*. // Генетика. 2000. Т. 36. N 11. С. 1454–1463.
9. Смирнов И.В., Лысенко Ю.Н. Некоторые закономерности наследования пола у свиней. // Журн. общ. биологии. 1957. Т. 18. N 3. С. 242–248.
10. Хромов-Борисов Н.Н. Биометрические аспекты популяционной генетики. В кн.: Кайданов Л.З. Генетика популяций. М.: Высшая школа, 1996.
11. Chandler J.E., Steinholt-Chenevert H.C., Adkinson R.W., Moser E.B. Sex ratio variation between ejaculates within sire evaluated by polymerase chain reaction, calving, and farrowing records. // J. Dairy Sc. 1998. Vol. 81(7). P. 1855-1867.
12. Fisher R.A. The Genetical Theory of Natural Selection. Oxford: Oxford University Press, 1999.
13. Hoekstra H.E., Hoekstra J.M. An unusual sex-determination system in South American field mice (Genus *Akodon*): the role of mutation, selection, and meiotic drive in maintaining XY females // Evolution. 2001. Vol. 55(1). P. 190–197. doi:10.1111/j.0014-3820.2001.tb01283.x
14. Jamriška M. Analýza pomeru pohlavia v potomstve ošipaných vzhľadom na vek rodičov a plemennú príslušnosť // Acta zootechnica. 1991. Vol. 47. P. 119-127.

15. Trivers R.L., Willard D.E. Natural selection of parental ability to vary the sex ratio of offspring // Science. 1973. Vol. 179(4068). P. 90–92. doi:10.1126/science.179.4068.90.
16. Trut L.N. Sex ratio in silver foxes: effects of domestication and the star gene // Theor. Appl. Genet. 1996. Vol. 92. P. 109–115.
17. Wozencraft W.C. Order Carnivora // In Wilson D.E., Reeder D.M. Mammal Species of the World. Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 2005.

© Бекетов С.В., 2022

Научная статья
УДК 633.15: 664.7

Биохимический состав кукурузы разных генотипов в зависимости от метеоусловий

**Ольга Игоревна Болотова, Вера Валерьевна Бычкова, Анна Викторовна Ерохина,
Тлеккабыл Хакимович Аюпов**

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго и кукурузы»

Аннотация. В статье представлен проанализированный биохимический состав сортообразцов кукурузы урожая 2021 года в сравнении с урожаем 2020 года. В качестве материала исследований выбраны сортообразцы кукурузы: РНИИСК 1, РСК Заря, Радуга, РСК Аврора, РСК Граскорн, Артемида, РСК 7, РСК 3, РСК 354, Нова, Цукерка, 421/20. Выявлены образцы, характеризующиеся высоким содержанием питательных веществ, такие как Артемида и Цукерка, РСК 7 и РСК 3.

Ключевые слова: кукуруза, зерно, биохимия, спектроскопия, метеоусловия

Biochemical composition of corn of different genotypes depending on weather conditions

**Olga Igorevna Bolotova, Vera Valeryevna Bychkova, Anna Viktorovna Erokhina, Tlekkabyl
Hakimovich Ayupov**

Federal State Budgetary Scientific Institution "Russian Research and Design-Technological Institute of Sorghum and Corn"

Annotation. The article presents the analyzed biochemical composition of maize varieties of the 2021 harvest in comparison with the 2020 harvest. Maize varieties were selected as the research material: RNIISK 1, RSK Zarya, Rainbow, RSK Aurora, RSK Graskorn, Artemis, RSK 7, RSK 3, RSK 354, Nova, Zuckerka, 421/20. Samples characterized by a high content of nutrients, such as Artemis and Zuckerka, RSK 7 and RSK 3, were identified.

Keywords: corn, grain, biochemistry, spectroscopy, weather conditions

Введение. С каждым годом производство зерна кукурузы в России постоянно возрастает. Это связано, как с увеличивающейся потребностью в высокоэнергетических кормах на внутреннем рынке, так и с позитивной динамикой экспорта зерна в различные страны [1]. Кукуруза (*Zea mays*) обладает высоким потенциалом урожайности зерна и используется во многих областях промышленности [2]. Зерно кукурузы представляет собой основной продукт питания для большинства населения мира, особенно в развивающихся странах [3]. Однако качество кукурузного белка оставляет желать лучшего, так как его биологическая ценность составляет всего 40% от казеина молочного белка [8].

Зрелое зерно кукурузы включает эндосперм (80-85%), за ним следуют зародыш (9-10%) и околоплодник (5-6%). Эндосперм, самая большая часть зерновки кукурузы, состоит из 70% крахмала, 8-10% белка и относительно низкого содержания жира [5].

По химическому составу зерно кукурузы выделяется среди злаковых кормов высоким содержанием углеводов, главным образом крахмала (до 70 %) и жира (до 8 %) с низкой точкой плавления; протеин составляет около 9—10 %. Кукуруза бедна золой, особенно кальцием (0,05 %), которого в несколько раз меньше, чем в зерне овса. Переваримость питательных веществ высокая. Органические вещества (белки, жиры и углеводы) животные переваривают на 80-90 % [6].

Калорийность зерна кукурузы составляет 330 ккал, что обусловлено наличием основных пищевых веществ – белка, жира, крахмала, клетчатки и БЭВ (моно – и дисахаров). Содержание и состав пищевых веществ у различных сортов кукурузы неодинаков [7], и может изменяться в зависимости от условий окружающей среды (температура, влажность, свет, пространство, рН почвы, наличие вредителей, болезней и др.). Климатические условия оказывают одну из ключевых ролей в формировании урожая и питательной ценности зерна и зеленой массы растений.

В Саратовской области в 2020 году за весь вегетационный период средняя температура воздуха составляла 19,6°C, количество осадков – 19,89 мм. Во второй декаде июля и третьей декаде августа осадков не наблюдалось. В 2021 году за полный вегетационный период среднедекадная температура по области составляла 21,8°C, количество осадков – 14,73 мм. В первой декаде августа осадков не наблюдалось.

Методика исследований. В качестве материала исследований выбраны сортообразцы кукурузы: РНИИСК 1, РСК Заря, Радуга, РСК Аврора, РСК Граскорн, Артемида, РСК 7, РСК 3, РСК 354, Нова, Цукерка, 421/20.

В работе использовали зрелое измельченное зерно сортообразцов кукурузы, различающееся биохимическими свойствами.

Биохимические показатели зерна определяли на инфракрасном анализаторе Spectral Star ХТ методом спектроскопии, который основан на том, что спектры поглощения молекул являются характерными для данного вещества, а интенсивность поглощения связана с содержанием поглощающего компонента в облучаемом объекте.

Исследования проводились в трехкратной повторности, результаты подвергались двухфакторному дисперсионному анализу и статистическому анализу выборки с последующей обработкой данных с помощью программы Agros 2.09 [4].

Результаты и их обсуждения. У сортообразцов кукурузы было проанализировано содержание сырого протеина, жира, углеводов и минеральных веществ (таблица 1).

Проведенные исследования показали, что в среднем за два года высокое количество протеина было выявлено у сорта сахарной кукурузы Цукерка и составило 11,82 %, при этом сорт отличается высокими показателями признака в 2021 году исследования (13,20 %) (Рисунок 1). Также, в среднем за два года, высокое содержание протеина наблюдалось у сортообразцов РСК 7, РСК 3 и Радуга и составило 11,49, 11,34 и 11,06 % соответственно. В отдельные периоды исследований, выявлено наибольшее содержание протеина у линии РСК 3, которое составило в 2020 году 12,57 %. Несколько ниже этот показатель наблюдался у линии РСК 7 (12,23 %). В 2021 году наблюдался также высокий уровень протеина у сорта Радуга и Артемида, которые на 2,19 и 1,68 % были выше, чем в 2020 году.

Следует отметить, что в среднем за два года, самым низким содержанием протеина характеризовался сорт Нова, также как в 2020 и 2021 годах исследования. Низкое содержание протеина также было зафиксировано у сортов РНИИСК 1, РСК Заря и у линии 421/20.

Содержание жира варьировало от 4,27 % у линии РСК 3 до 6,53 % у сорта Артемида. При этом у сорта Артемида выявлены наибольшие показатели жира в 2021 году и несколько ниже в 2020 г. (7,89 и 5,18 % соответственно). Сорт сахарной кукурузы Цукерка отличался высоким уровнем жира в 2020 году и низким в 2021 г., что указывает на влияние факторов окружающей среды на формирование питательной ценности зерна кукурузы. Выявлено, что, в среднем за

два года, у линии РСК 3 обнаружено наименьшее содержание жира. Линии РСК 7, РСК 354, а также сорта РСК Заря и РСК Аврора характеризовались низким содержанием этого признака и статистически значимо между собой не различались.

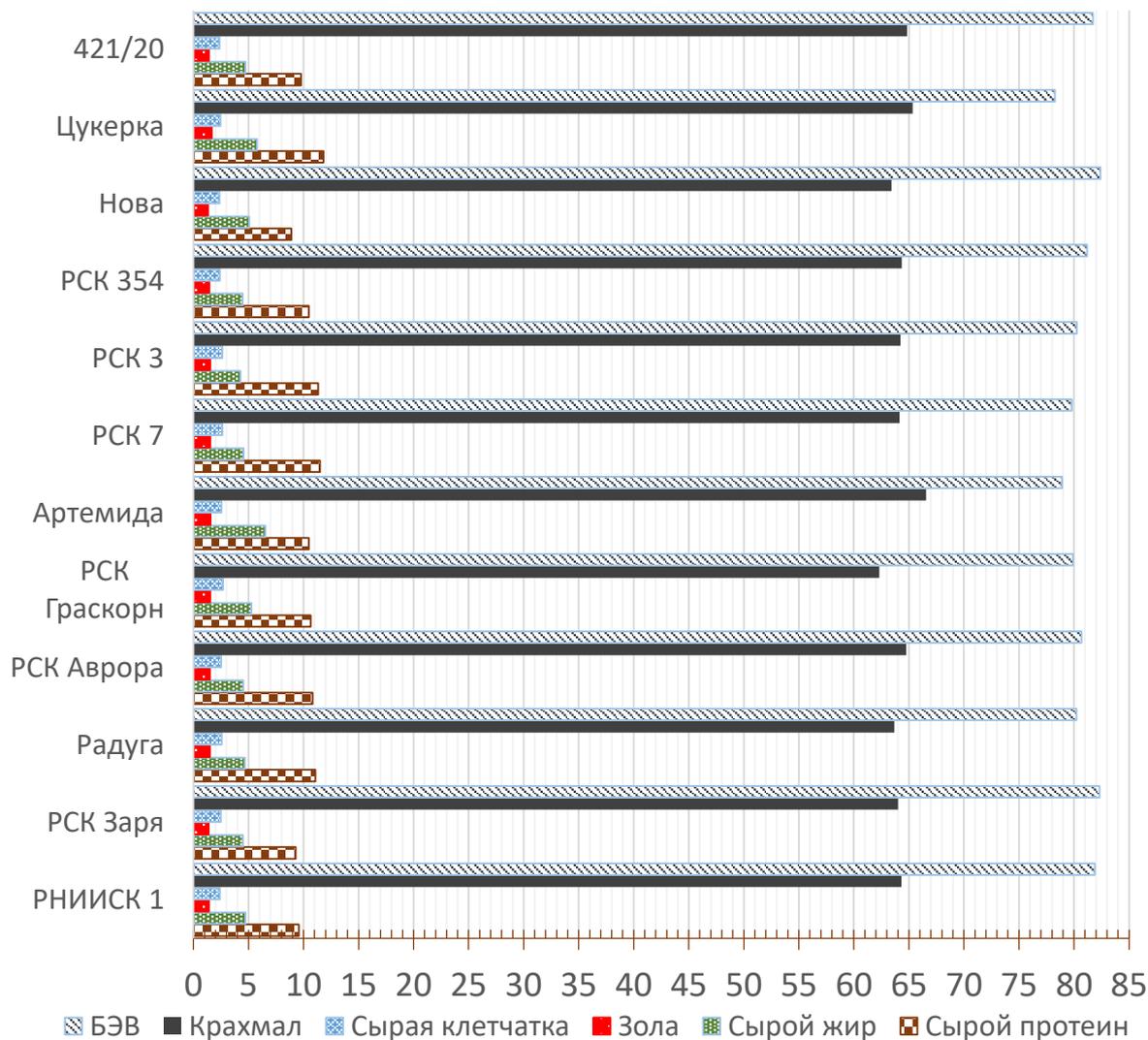


Рисунок 1. Показатели биохимического состава зерна кукурузы (среднее за 2020-2021г.), %

Анализ содержания минеральных веществ показал, что, в среднем за два года, наибольшее содержание этого показателя выявлено у сорта Цукерка и составило 1,65 %. Немного ниже, но статистически значимо, уровень золы наблюдался у 4-х сортообразцов кукурузы: РСК Граскорн, Артемида, РСК 7 и РСК 3, наименьшее – у сорта Нова. Причем у кукурузы Нова зафиксированы наименьшие значения признака в зерне урожая 2020 и 2021 годов. В отдельные периоды исследований максимальное содержание золы было выявлено у линии РСК 3 в 2020 году и у сорта Цукерка в 2021 году исследования.

Таблица 1 – Биохимический состав зерна сортов и линий кукурузы, %

Наименование образца	Сырой протеин		Сырой жир		Зола		Сырая клетчатка		Крахмал		БЭВ	
	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021
РНИИСК 1	10,36	8,79	4,85	4,59	1,55	1,25	2,18	2,63	64,94	63,73	81,06	82,76
РСК Заря	9,11	9,50	4,45	4,55	1,43	1,35	2,22	2,75	64,80	63,22	82,80	81,85
Радуга	9,97	12,16	4,70	4,61	1,44	1,52	2,22	2,95	65,83	61,50	81,67	78,76
РСК Аврора	11,39	10,22	4,61	4,43	1,61	1,36	2,49	2,51	65,87	63,65	79,90	81,48
РСК Граскорн	11,53	9,75	5,56	4,96	1,63	1,41	2,47	2,90	63,94	60,66	78,82	80,98
Артемида	9,63	11,31	5,18	7,89	1,47	1,61	2,23	2,87	67,58	65,55	81,49	76,33
РСК 7	12,23	10,76	5,11	3,98	1,68	1,38	2,37	2,91	65,50	62,82	78,61	80,97
РСК 3	13,57	9,10	4,17	4,38	1,79	1,26	2,52	2,71	66,03	62,44	77,94	82,56
РСК 354	11,49	9,48	4,70	4,22	1,59	1,29	2,24	2,55	66,08	62,60	79,93	82,46
Нова	9,21	8,54	5,36	4,76	1,40	1,22	2,16	2,56	64,74	62,12	81,87	82,93
Цукерка	10,44	13,20	7,50	4,07	1,66	1,63	2,24	2,69	69,24	61,45	78,15	78,41
421/20	10,55	9,01	4,47	4,98	1,52	1,29	2,23	2,52	67,50	62,18	81,24	82,20
В среднем, по годам (фактор В)	10,79	10,15	5,06	4,78	1,57 b	1,38	2,30	2,71	66,00	62,66	80,29	80,97
НСР ₀₅	8,79		0,111		0,014		0,170		0,994		0,206	
F _A (сорт)	9,50		563,792*		682,684*		6,812*		17,851*		660,009*	
F _B (год)	12,16		288,790*		8679,691*		289,789*		547,519*		517,828*	
F _{AB}	10,22		621,026*		732,192*		5,319*		13,507*		654,030*	

В качестве углеводистых веществ в зерне кукурузы изучали содержание клетчатки, крахмала и безазотистых экстрактивных веществ (БЭВ). Исследование уровня клетчатки у сортообразцов кукурузы не показало существенной разницы между ними. В среднем за 2 года, сортообразцы либо не различались между собой, либо имели незначительные различия. Например, содержание клетчатки в образцах Нова, 421/20, РНИИСК 1, у которых показатели варьировали в пределах от 2,36 до 2,40 %, значительно отличаются от сортообразцов Радуга, РСК Граскорн, Артемида, РСК 7 и РСК 3, у которых показатели варьировали в пределах от 2,55 до 2,68 %. Но данные различия были небольшими.

Изучение урожая 2020 года показало, что сортообразцы РСК Аврора, РСК Граскорн, РСК 3 и РСК 7 статистически значимо отличаются по содержанию клетчатки от остальных исследуемых образцов. Аналогичная ситуация наблюдалась в 2021 году: ряд сортообразцов выделялся по количеству данного показателя – РНИИСК 1, Цукерка и РСК 3 (2,63; 2,69; 2,71 % соответственно) и статистически отличался от сортообразцов РСК Граскорн и Радуга (2,90 и 2,95 % соответственно).

Следует отметить, что влияние года у кукурузы по показателям клетчатки было значимо выше в 2021 году, чем в 2020 г. При этом, по другим показателям биохимического состава зерна кукурузы, наибольшее влияние фактора года было отмечено в 2020 г.

У сортов и линий кукурузы содержание крахмала, в среднем за два года, было наибольшим у кукурузы Артемида и составило 66,57 %. В 2020 и 2021 годах у данного образца также были отмечены высокие показатели этого компонента. Высокое содержание крахмала также выявлено у линии 421/20 (67,50 %) и сорта Цукерка (69,24 %) в 2020 году.

Низкие показатели уровня крахмала, в среднем за 2 года, были зафиксированы у сорта РСК Граскорн и составили 62,30 %. В остальных случаях различия были статистически не достоверны.

Такой показатель, как безазотистые экстрактивные вещества, в состав которых кроме крахмала входят пентозаны, пектиновые вещества, глюкозиды и др., в среднем за два года показал наибольшие значения у сортов РСК Заря (82,33 %) и Нова (82,40 %). Эти образцы имели довольно высокие показатели БЭВ в разные периоды исследования: в 2020 г. РСК Заря и в 2021 г. кукуруза Нова. В зерне урожая 2021 года отличился высоким значением БЭВ сорт РНИИСК 1 (82,76 %). Самые низкие показатели данного признака, в среднем за 2 года, наблюдались у сорта Цукерка (78,28 %). Близкими по значению содержания БЭВ были кукуруза Артемида, РСК Граскорн и РСК 7. В 2020 году наименьшие показатели признака обнаружены у линии РСК 3 (77,94 %) и у сорта Цукерка (78,1 %), а в 2021 году у сорта Артемида при одновременно максимальном значении крахмала, что свидетельствует о малом количестве пектиновых веществ в данном образце.

Заключение. Оценка биохимических параметров показала, что состав зерна исследуемых сортообразцов в целом соответствовал общей характеристике данной культуры. В то же время, содержание основных биохимических составляющих зависела не только от генетической природы кукурузы. Доказана зависимость качества зерна кукурузы от года урожая, то есть от метеоусловий определенного вегетационного периода. Выявлены сортообразцы, имеющие преимущество или минимальные значения по количеству некоторых компонентов биохимического состава, такие как Цукерка, РСК 7 и РСК 3.

В наших исследованиях наибольшее содержание протеина было выявлено у сорта Цукерка преимущественно в 2021 году, также этот сорт отличался высоким содержанием сырого жира, золы и крахмала в разные годы исследований.

Перспективным сортом является Артемида, содержащая высокое содержание протеина, жира, минеральных веществ, а также крахмала в 2021 году исследований и по среднему значению за два года. Это свидетельствует о высокой питательной ценности зерна данного сортообразца.

Список источников

1. Bressani R. Protein quality of high lysine maize for humans // *Cer. Food Wor.* – 1991. – Vol. 36. – P. 806–811.
2. Holding D.R. Recent advances in the study of prolamin storage protein organization and function // *Front. Plant. Sci.* – 2014. – Vol. 276. – P. 1–9.
3. Martinez E.L., Fernandez F.J.B. Economics of production, marketing and utilization in corn. // *Chemistry and Technology*. In: Serna-Saldivar SO, editor. – 2018. – P. 87–106.
4. Martynov S.P. Statistical and biometric-genetic analysis in plant growing and breeding. Software package "AGROS 2.09". – Tver. 1999.
5. Ranum P., Pena-Rosas J.P., Garcia-Casal M.N. Global maize production, utilization, and consumption // *Ann. N. Y. Acad. Sci.* – 2014. – Vol. 105. – P. 1312–1337.
6. Shah T.R., Parsad K., Kumar P. Maize-A potential source of human nutrition and Maize-A potential source of human nutrition and health // *Cogent Food Agric.* – 2016. – Vol. 2. – P. 1–9. DOI: 10.1080/23311932.2016.1166995.
7. Айрумян, В. Ю. Химический состав продуктов переработки зерна риса и кукурузы для повышения пищевой и биологической ценности хлебобулочных изделий / В. Ю. Айрумян, Н. В. Сокол, Е. А. Ольховатов // *Ползуновский вестник.* – 2020. – № 3. – С. 3-10. – DOI 10.25712/ASTU.2072-8921.2020.03.001.
8. Сравнительная оценка химического состава зерна самоопыленных линий кукурузы / Е. Ф. Сотченко, Е. В. Жиркова, В. В. Мартиросян, Е. А. Конарева // *Кукуруза и сорго.* 2015. № 2. С. 11-17.

© Болотова О.И., Бычкова В.В., Ерохина А.В., Аюпов Т.Х., 2022

Научная статья
УДК 63.631

Проявление агрономически ценных признаков у мутантов сорго с улучшенной перевариваемостью кафиринов, полученных с помощью РНК-сайленсинга и геномного редактирования

Натали Викторовна Борисенко, Лев Александрович Эльконин, Сауле Хамидулаевна Сарсенова
Федеральный аграрный научный центр Юго-Востока,
г. Саратов

Аннотация. Сорго является одной из наиболее важных зерновых культур в засушливых регионах земного шара. Однако ряд ограничений, таких как низкая питательная ценность, по сравнению с другими злаками, вызванная устойчивостью его запасных белков (кафиринов) к перевариванию протеазами, делает его менее востребованным. Использование современных генетических технологий – РНК-интерференции и геномного редактирования – способствует решению данной проблемы. Установлено, что генетическая конструкция для РНК-сайленсинга гена γ -кафирина стабильно наследуется в поколениях. Характер расщепления по устойчивости к глюфосинату аммония в потомстве некоторых растений T_2 с улучшенной перевариваемостью кафиринов (15:1) свидетельствует о наличии двух копий конструкции для сайленсинга, тогда как у других растений присутствовала одна копия (3:1). Выявлены растения, несущие конструкцию в гомозиготном состоянии. Выявлено, что использованная конструкция для сайленсинга гена γ -кафирина снижает высоту растения, урожай зерна с метелки и массу 1000 зерен. Мутанты с улучшенной перевариваемостью кафиринов, полученные посредством геномного редактирования, не отличаются по изученным селекционно-ценным признакам от сорта-донора, Аванс.

Ключевые слова: кафирины, перевариваемость белка *in vitro*, трансгенные растения, РНК-интерференция, геномное редактирование, *Sorghum bicolor* (L.) Moench

Manifestation of agronomically valuable traits in sorghum mutants with improved digestibility of kafirins obtained using RNA silencing and genome editing

Natali Viktorovna Borisenko, Lev Alexandrovich Elkonin, Saule Khamidulaevna Sarsenova
Federal Centre of Agriculture Research of the South-East Region,
Saratov

Abstract. Sorghum is one of the most important cereal crops in drought regions of the Globe. However, a number of constrains, such as poor nutritional value compared to other cereals, which is caused by resistance of its seed storage proteins (kafirins) to protease digestion, makes it less in demand. The use of modern genetic technologies - RNA interference and genome editing contribute to solving this problem. It has been established that the genetic construct for RNA silencing of the γ -kafirin gene is stably inherited in generations. Segregation pattern for ammonium glufosinate resistance in progeny of some T₂ plants with improved kafirin digestibility (15:1) indicates the presence of two copies of the RNAi-silencing construct, while other plants had one copy (3:1). Plants carrying the construct in a homozygous state were identified. It was found that the construct used for silencing the γ -kafirin gene reduces the plant height, the grain yield per panicle, and the weight of 1000 grains. Mutants with improved digestibility of kafirins, obtained by genome editing, do not differ from the donor variety Avans in terms of the studied agronomically-valuable traits.

Key words: kafirins, *in vitro* protein digestibility, transgenic plants, RNA interference, genomic editing, *Sorghum bicolor* (L.) Moench

Улучшение перевариваемости запасных белков – одно из основных направлений селекции зернового сорго. Эффективное решение этой задачи невозможно без использования современных методов биотехнологии и генетической инженерии. Нами ранее у сорта зернового сорго Аванс, посредством агробактериальной трансформации, путем использования штамма, несущего вектор с генетической конструкцией для РНК-сайленсинга гена γ -кафирина (*gKAF1*) [1], получены мутанты с улучшенной перевариваемостью белков зерна, и повышенным содержанием лизина [2]. У этих мутантов зерновки имели мучнистый тип эндосперма, в отличии от зерновок сорта-донора Аванс, характеризовавшихся эндоспермом стекловидного типа. Впоследствии с помощью агробактериальных штаммов, несущих вектора CRISPR/Cas с генетическими конструкциями для геномного редактирования нуклеотидных последовательностей генов α - и γ -кафиринов (*k1C5* и *gKAF1*) нами также были получены мутанты с улучшенной перевариваемостью кафиринов [3, 4]. Для практического использования этих мутантов в селекции сорго необходимо знать проявление у них основных селекционно-ценных признаков и стабильность наследования признака «высокая перевариваемость кафиринов» в поколениях.

Цель данной работы – изучить наследование введенных генетических конструкций и проявление агрономически ценных признаков у мутантов сорго с улучшенной перевариваемостью кафиринов, полученных с помощью РНК-сайленсинга и геномного редактирования.

Для решения этой задачи потомство мутантов, несущих конструкцию для РНК-сайленсинга гена γ -кафирина, (поколения T₂ и T₃) выращивали на изолированном участке Селекционного комплекса ФАНЦ Юго-Востока в 3 повторениях, при этом анализировали проявление следующих признаков: высота растения, длина подметельчатого междоузлия, урожай зерна с метелки, масса 1000 зерен. Для анализа наследования генетических конструкций для сайленсинга гена γ -кафирина и редактирования нуклеотидных последовательностей генов *k1C5* и *gKAF1* потомство мутантов генотипировали с помощью ПЦР-анализа с праймерами, амплифицировавшими фрагменты генов *cas9* и *bar*, а также

убиквитин-интрона кукурузы *ubil*, входящего в состав конструкции для сайленсинга. Кроме того, для выявления числа копий генетической конструкции для сайленсинга, потомство растений T₂, ПЦР-положительных по *ubil* и *bar*, селективировали на питательной среде, содержащей глюфосинат аммония.

Выявлено, что генетическая конструкция для РНК-сайленсинга гена γ -кафирина, как правило, стабильно наследуется в потомстве исходного мутанта Аванс-1/18, вплоть до поколения T₃. Для анализа числа копий конструкции потомство растений одной из семей T₂ (182/21) анализировали на устойчивость к глюфосинату аммония, которая обуславливается геном *bar*, входящим в состав этой конструкции (табл. 1). Были выявлены растения, в потомстве которых (в T₃) наблюдалось моногенное расщепление 3:1 (устойчивые: чувствительные), свидетельствующее о наличии одной копии конструкции для сайленсинга у родительского растения T₂. Другие растения T₂ расщеплялись в своем потомстве в соотношении 15:1, которое указывало на наличие у них двух копий генетической конструкции для сайленсинга. Также была выявлена семья T₁ (190/20), у которой на всех все изученных растениях T₂ формировались зерновки только с мучнистым типом эндосперма, и в потомстве которых отсутствовало расщепление по устойчивости к глюфосинату аммония. Очевидно, что у этих растений конструкция для сайленсинга находилась в гомозиготном состоянии.

Таблица 1 – Расщепление по устойчивости к глюфосинату аммония в потомстве некоторых растений T₂, ПЦР-положительных по гену *bar*, из потомства мутанта Аванс-1/18, несущего генетическую конструкцию для РНК-сайленсинга гена γ -кафирина сорго

Растение T ₂ , №	Число растений T ₃			Соотношение	χ^2	P
	Всего	Устойчивых	Чувствительных			
124-3/21	106	81	25	3:1	0.113	0.75 < P < 0.50
182-П- 3/21	110	101	9	15:1	0.701	0.50 < P < 0.25

Анализ перевариваемости пепсином белков муки, полученной из цельно-смолотых зерен мутанта, показал, что растения T₁, выращенные как в условиях теплицы, так и опытной делянки, характеризуются значительно более высокими показателями этого признака по сравнению с исходным сортом Аванс. Так, у исходного сорта перевариваемость варьировала от 52 до 70 %, тогда как у трансгенных растений, несущих конструкцию для сайленсинга гена γ -кафирина – от 85 до 92 %. Отличия от исходного сорта были наиболее заметны при выращивании на опытном участке, где перевариваемость у исходной линии составляла 52%. Анализ зерновок, завязавшихся на растениях из семей T₂, показал сохранение высокого уровня перевариваемости кафиринов. Эти данные показывают, что генетическая конструкция для сайленсинга гена γ -кафирина не только стабильно интегрирована в геном мутанта, но также улучшает перевариваемость белков эндосперма и стабильно функционирует в поколениях.

Обнаружено, что гетерозиготные растения, содержавшие одну копию генетической конструкции, имели более низкую перевариваемость, по сравнению с гомозиготными растениями и с растениями, у которых, по-видимому, присутствовало две копии генетической конструкции.

Анализ проявления некоторых селекционно-ценных признаков показал, что мутантные линии T₂, несущие генетическую конструкцию для сайленсинга, отличаются сниженными показателями высоты растения, урожайности зерна с метелки и массы 1000 зерен (табл. 2). Вместе с тем, в поколении T₃ выявлена линия (№197/21) с высокой перевариваемостью (до 80%), у которой снижение агрономически-ценных признаков носило незначительный характер (–5...–6%), и которая, в этой связи, может представлять интерес для практической селекции. Примечательно, в потомстве ревертанта с делецией убиквитин-интрона (№183/21) снижение высоты растений и урожайности зерна с метелки было не столь значительным, как

у растений, у которых конструкция присутствовала в гомозиготном состоянии (№184/21) или в количестве двух копий (№182/21).

Таблица 2 – Проявление некоторых селекционно-ценных признаков в потомстве мутанта Аванс-1/18, несущего конструкцию для РНК-сайленсинга гена γ -кафирина

Потомство	Высота растения ¹ , см	Урожайность зерна с метелки, г	Масса 1000, г
Аванс	103.5 с (89-114)	30.5 ±1.9 (26.0-35.1)	36.7 ±1.1 (34.9-39.6)
181/21 T ₂ (190-1) <i>ubi+bar+</i>	82.0 а (68-98)	22.4 ±1.3 (18.9-25.6)	30.4 ±1.8 (25.1-34.3)
182/21 T ₂ (190-2) <i>ubi+bar+</i>	83.7 ab (69-98)	18.9 ±3.1 (17.0-33.9)	33.2 ±0.4 (32.2-33.7)
183/21 T ₂ (190-3) <i>ubi-bar+</i>	91.0 b (70-108)	23.5 ±2.6 (19.9-33.1)	32.4 ± 0.8 (30.7-35.4)
184/21 T ₂ (190-4) <i>ubi+bar+</i>	83.5 а (71-95)	19.2 ±1.4 (15.6-22.2)	30.0±0.9 (27.4-31.6)
197/21 T ₃ (3-3) <i>ubi+bar+</i>	89.4 ab (73-104)	29.1 ±3.0 (24.4-37.6)	32.4±1.4 (30.0-36.1)

¹ Данные, обозначенные разными буквами, значимо отличаются при $p < 0.05$, в соответствии с Тестом множественных сравнений Дункана

В потомстве мутантов, полученных посредством сайт-направленного мутагенеза генов α - и γ -кафиринов с помощью векторов CRISPR-Cas, в поколении T₁ также были выявлены растения с улучшенной перевариваемостью кафиринов (до 80 %), в том числе, такие, у которых конструкция CRISPR/Cas отсутствовала (табл. 3).

Таблица 3 – Перевариваемость *in vitro* белков муки у некоторых растений из потомства мутантов, полученных с использованием векторов p1C and p2C для сайт-направленного мутагенеза гена *k1C5* (поколение T₁)

Мутант	<i>cas9</i>	<i>bar</i>	Перевариваемость ¹ , %
Аванс	-	-	61.6 а
Аванс-1/18 (RNAi-мутант, [2])	-	-	88.6 d
T ₁ 1C-2.2.1 растение №4	+	-	86.5 d
T ₁ 1C-2.2.1 растение №5	+	-	79.8 cd
T ₁ 2C-1.2.5b растение №1	-	-	86.8 d
T ₁ 2C-1.2.5b растение №2	-	-	86.8 d
T ₁ 2C-1.2.5b растение №3	-	-	80.6 bcd
T ₁ 2C-1.2.5b растение №5	+	-	76.3 b
T ₁ 2C-2.1.1 растение №2	-	-	85.6 cd
T ₁ 2C-2.1.1 растение №3	-	-	79.9 bcd
T ₁ 2C-1.2.4 растение №1	+	-	75.4 b
<i>F</i>			9.04*
НСР ₀₅			8.3

¹Данные, обозначенные разными буквами, значимо отличаются при $p < 0.05$, в соответствии с Тестом множественных сравнений Дункана * $p < 0.05$

Следует отметить, что у зерновок растений T₁ с высокой перевариваемостью кафиринов из потомства мутантов с редактированной нуклеотидной последовательностью гена *k1C5*, эндосперм имел толстый стекловидный слой, что отличает данные мутанты от многих ранее полученных мутантов с улучшенной перевариваемостью кафиринов [5] (рис. 1).



Рисунок 1. Поперечные срезы зерновок, полученных на растениях Т₁ с высокой перевариваемостью кафиринов из потомства мутантов 2С-2.1.1 (А) и 2С-1.2.5в (Б)

Потомство мутантов с улучшенной перевариваемостью кафиринов, полученных из экспериментов с использованием векторов CRISPR/Cas, по ряду селекционно-ценных признаков, таких как высота растения и длина подметельчатого междоузлия, не отличались от сорта-донора Аванс.

Заключение

Установлено, что генетическая конструкция для РНК-сайленсинга гена γ -кафирина стабильно наследуется в поколениях. Характер расщепления по устойчивости к глютофосфату аммония в потомстве некоторых растений Т₂ с улучшенной перевариваемостью кафиринов (15:1) свидетельствует о наличии двух копий конструкции для сайленсинга, тогда как у других растений присутствовала одна копия (3:1). Выявлены растения, несущие конструкцию в гомозиготном состоянии. Выявлено, что использованная конструкция для сайленсинга гена γ -кафирина снижает высоту растения, урожай зерна с метелки и массу 1000 зерен. Мутанты с улучшенной перевариваемостью кафиринов, полученные посредством геномного редактирования, не отличаются по изученным селекционно-ценным признакам от сорта-донора, Аванс. Полученные данные показывают, что мутанты, созданные нами с помощью генетических конструкций для сайт-направленного мутагенеза могут использоваться в практической селекции как доноры высокой перевариваемости кафиринов при выведении новых сортов и гибридов сорго с улучшенной питательной ценностью, что позволит принципиально улучшить генофонд сорго в нашей стране и сделает эту культуру более востребованной в сельскохозяйственном производстве.

Список источников

1. Эльконин Л.А., Итальянская Ю.В., Доманина И.В., Селиванов Н.Ю., Ракитин А.Л., Равин Н.В. Трансгенное сорго с улучшенной перевариваемостью запасных белков, полученное путем агробактериальной трансформации // Физиол. раст. – 2016. – Т.63. – С.721-734.
2. Elkonin L.A., Panin V.M., Kenzhegulov O.A., Sarsenova S.Kh. RNAi-mutants of *Sorghum bicolor* (L.) Moench with improved digestibility of seed storage proteins // In: Grain and Seed Proteins Functionality, Ed. J.C. Jimenez-Lopez, Intech Open Ltd., 2021. DOI: 10.5772/intechopen.96204.
3. Gerashchenkov G.A., Elkonin L.A., Rozhnova N.A., Hiekel S., Kumlehn J., Chemeris A.V. Binary vector construction for site-directed mutagenesis of *kafirin* genes in sorghum // American Journal of Plant Sciences. – 2021. – V. 12. – P.1276-1287.
4. Elkonin L.A., Gerashchenkov G.A., Borisenko N.V, Kenzhegulov O.A., Sarsenova S. Kh., Rozhnova N.A., Panin V.M. Site-directed mutagenesis of kafirin genes to improve the nutritious value of sorghum grain using CRISPR/CAS technology // В кн.: Материалы 3-ей Международной научной конференции PLAMIC2022 «Растения и микроорганизмы: биотехнология будущего», 3-8 октября 2022 г. / отв. ред. И.А. Тихонович. – Санкт-Петербург, 2022. – С. 246.

5. Duressa D., Weerasoriya D., Bean S.R., Tilley M., Tesso T. Genetic basis of protein digestibility in grain sorghum // Crop Sci. – 2018. – V. 58. – P.2183-2199.

© Борисенко Н.В., Эльконин Л.А., Сарсенова С.Х., 2022

Научная статья
УДК 633.524.8:633.11

Итоги испытаний линий озимой гексаплоидной тритикале, полученных путем внутривидовой и межродовой гибридизации

Ирина Николаевна Ворончихина

ФГБУН Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН, г. Москва

Валентина Сергеевна Рубец

ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва

Ирина Николаевна Клименкова

ФГБУН Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН, г. Москва

Щелканов Данила Андреевич

ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва

Пыльнев Владимир Валентинович

ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва

Аннотация. В условиях Нечерноземной зоны России проведено изучение новых линий озимой гексаплоидной тритикале по основным хозяйственно-полезным признакам. Отобраны линии, сочетающие в себе максимум полезных характеристик - 228h (Арина), 278h-18, 321h/7-20, 322h-18, 321h/1-20, 395h/2-20, 314h/2-20, 323h-19, 321h/7-20. Они включены в дальнейшие исследования.

Ключевые слова: тритикале, линия, гибридизация, предуборочное прорастание зерна в колосе

Results of testing of winter hexaploid triticale lines obtained by intraspecific and intergenerational hybridization

Irina Nikolaevna Voronchikhina

Federal State Budgetary Institution of Science the Main Botanical Garden named after N.V. Tsitsin of Russian Academy of Sciences, Moscow

Valentina Sergeevna Rubets

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Russian Timiryazev State Agrarian University”, Moscow

Irina Nikolaevna Klimenkova

Federal State Budgetary Institution of Science the Main Botanical Garden named after N.V. Tsitsin of Russian Academy of Sciences, Moscow

Shchelkanov Danila Andreevich

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Russian Timiryazev State Agrarian University”, Moscow

Vladimir Vladimirovich Pylnev

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Russian Timiryazev State Agrarian University”, Moscow

Abstract. In the conditions of the Non-Chernozem zone of Russia, new lines of winter hexaploid triticale were studied according to the main economically useful signs. The selected lines combining

the maximum of useful functions are 228h (Arina), 278h-18, 321h/7-20, 322 h-18, 321h/1-20, 395 h/2-20, 314 h/2-20, 323h-19, 321h/7-20. They are included in further studies.

Keywords: triticale, line, hybridization, pre-harvest germination of grain in the ear

Введение. Зерно является основой продовольственных ресурсов и важнейшим фактором обеспечения продовольственной безопасности России. К наиболее стратегически значимым зерновым культурам относят пшеницу, кукурузу, рис, а также новую перспективную культуру тритикале.

Озимая тритикале довольно широко распространена в странах Европы - Польша (736 тыс. га.), Франция (400 тыс. га.), Германия (440 тыс. га.) и др. [1]. В России тритикале, несмотря на высокие показатели продуктивности, пока занимает достаточно скромные площади (225 тыс. га.), которые сосредоточены основном на Северном Кавказе, Центрально-Черноземной и Нечерноземной зонах. Это объяснимо тем, что климат России значительно отличается от Европейского. В частности, Нечерноземная зона России относится к зоне рискованного земледелия и характеризуется продолжительной неустойчивой зимой, затяжной весной и осенью, а также достаточно холодным и дождливым летом [2, 7, 12]. Тритикале, к сожалению, отличается недостаточной устойчивостью к изменчивым факторам среды. Так в условиях избыточного увлажнения у тритикале наблюдается склонность к предуборочному прорастанию зерна в колосе [6, 11]. Преодоление этого недостатка, наряду с увеличением продуктивности и качественных показателей, является актуальной задачей современной селекции тритикале.

Для этого необходимо изучение коллекций научно-исследовательских учреждений страны с целью выделения генотипов, а также создание нового исходного материала методами внутривидовой и межродовой гибридизации для последующего включения в селекционный процесс.

Отдаленная гибридизация, в частности гибридизация гексаплоидных тритикале с видами рода *Triticum* L., позволяет значительно расширить генетическое разнообразие тритикале [4, 10, 13]. В скрещиваниях целесообразно использовать пшеницу *T. aestivum*, поскольку это способствует улучшению основных хозяйственно-ценных признаков – увеличению урожайности, устойчивости к предуборочному прорастанию зерна в колосе и улучшению качества зерна [3].

В представленной работе мы проанализировали формы гексаплоидных тритикале, полученные от скрещивания с пшеницей мягкой сорта Московская 39, а также формы, созданные в результате внутривидовой гибридизации по показателям урожайности и качества.

Материал и методика. Материалом для исследования послужил 21 образец озимой гексаплоидной тритикале (табл. 1). В качестве стандарта использовали сорт Немчиновский 56. Исследования проведены на кафедре генетики, селекции и семеноводства РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева и в отделе отдаленной гибридизации Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина РАН. Площадь делянки 5 м², повторность трехкратная, размещение систематическое. Агротехника, принятая для зоны. После схода снега в апреле была внесена подкормка аммиачной селитрой в дозе 60 кг д.в. на га.

Полевые оценки были проведены согласно Методике Государственного сортоиспытания [8]. Физические свойства зерна (масса 1000 зерен, натура, стекловидность) были определены общепринятыми методами. Содержание белка и клейковины определяли на спектрофотометре (Спектран ИТ) [9]. Статистическая обработка была проведена методом однофакторного дисперсионного анализа. Существенность различий сортов оценивали с учетом величины НСР₀₅ [5].

Таблица 1 – Образцы озимой тритикале, включенные в предварительное сортоиспытание в 2021 г.

№ образца	Название линии	Расшифровка	Разновидность
1	Тимирязевская 150	Сорт в Госреестре	<i>barbarossa</i>
2	Арина (линия 228h)	Кастусь х Дон	<i>erythrosperrum</i>
3	314h-19	(Виктор х Дон) х Дон	<i>erythrosperrum</i>
4	322h-18	Линия 21759/97 х Московская 39 (пшеница)	<i>hostianum</i>
5	278h-18	Валентин х (МГР 1 х Тальва 100)	<i>lutescens</i>
6	398h-20	((Стрельна х Виктор) х Виктор) х Дон	<i>erythrosperrum</i>
7	314h/1-20	(Виктор х Дон) х Дон	<i>erythrosperrum</i>
8	Немчиновский 56	Сорт в Госреестре, стандарт	<i>hostianum</i>
9	321h/1-20	Валентин х Московская 39 (пшеница)	<i>erythrosperrum</i>
10	395h-19	((Стрельна х Виктор) х Виктор) х СИРС 57	<i>erythrosperrum</i>
11	321h/2-20	Валентин х Московская 39 (пшеница)	<i>erythrosperrum</i>
12	321h/3-20	Валентин х Московская 39 (пшеница)	<i>erythrosperrum</i>
13	423h-20	(Ижевская 2 х Presto) х 79h	<i>barbarossa</i>
14	395h/1-20	((Стрельна х Виктор) х Виктор) х СИРС 57	<i>erythrosperrum</i>
15	395h/2-20	((Стрельна х Виктор) х Виктор) х СИРС 57	<i>erythrosperrum</i>
16	321h/4-20	Валентин х Московская 39 (пшеница)	<i>lutescens</i>
17	314h/2-20	(Виктор х Дон) х Дон	<i>erythrosperrum</i>
18	321h/5-20	Валентин х Московская 39 (пшеница)	<i>erythrosperrum</i>
19	323h-19	Fidelio х Московская 39 (пшеница)	<i>erythrosperrum</i>
20	321h/6-20	Валентин х Московская 39 (пшеница)	<i>erythrosperrum</i>
21	321h/7-20	Валентин х Московская 39 (пшеница)	<i>erythrosperrum</i>

Результаты и обсуждения. Осенний период вегетации озимой тритикале характеризовался повышенной влажностью и низкой температурой. Это не позволило растениям раскуститься и развить вторичную корневую систему. Растения ушли в зиму в фазе третьего листа. Условия перезимовки 2021-2022 гг. были благоприятными. Наблюдался устойчивый снежный покров, не было отмечено сильных оттепелей и экстремально низких температур. Вследствие этого растения тритикале прозимовали хорошо, сохранив свыше 80% живых растений. Выпады были отмечены только в понижениях микрорельефа, связанное с некачественной обработкой почвы. Большинство образцов имели балл перезимовки 4,0-4,5 балла (табл. 2). Только линия 322h-18 (№4) перезимовала отлично. Растения этой линии отличались высокими темпами отрастания и кущения. Некоторые линии (321h/2-20, 321h/6-20, 321h/7-20) перезимовали хуже – балл перезимовки – 3,5.

Период весенне-летней вегетации 2022 г. был благоприятным для развития растений тритикале. Умеренно теплая погода и достаточное количество осадков привели к хорошему кущению, развитию вегетативной сферы растений. Наблюдавшийся в период от молочной спелости до созревания недостаток влаги способствовал формированию стекловидного эндосперма, и отсутствию предуборочного прорастания зерна в колосе. Особенностью 2022 г.

явилось практически полное отсутствие инфекционного фона по основным грибным болезням – мучнистой росе и бурой листовой ржавчине.

Условия 2022 г. были очень благоприятными и способствовали формированию высокой урожайности. Стандарт Немчиновский 56 сформировал урожайность на уровне 7,19 т/га (табл. 2). Из всего изученного набора линий три линии (228h, 278h-18, 321h/7-20) достоверно перевесили стандарт по данному показателю. Были выявлены линии 395h/1-20 и 321h/4-20 которые сформировали самый низкий урожай. Для тритикале свойственно несколько более трудный обмолот при помощи комбайна в сравнении с пшеницей. Среди изученных линий была выявлена различная легкость обмолота. Лучше всего вымолачивалось зерно у образцов Тимирязевская 150, Линия 228 h, 278h-18 и 321h/7-20. Именно эти образцы обладали самой высокой урожайностью. Линия 278h-18 является безостой, что облегчает обмолот. Часть линий характеризовались ломким колосом по типу полбы. Это привело к плохому обмолоту и высоким потерям зерна при уборке. Именно образцы, показавшие низкую урожайность, обладали такой особенностью. Эти образцы нуждаются в дальнейшей селекционной доработке.

В 2021 г. наряду с болезнями, распространенными в Нечерноземной зоне, была зафиксирована сильная вспышка желтой ржавчины, которая не характерна для этой зоны. Возможно, она была спровоцирована комплексом сложившихся в конце мая метеорологических условий – повышенная влажность на фоне высоких среднесуточных температур. Поскольку желтая ржавчина не характерна для Нечерноземной зоны РФ, селекция зерновых на устойчивость к этой болезни не проводилась. Поэтому большое количество селекционных номеров оказалось пораженными. Это позволило на жестком естественном инфекционном фоне отобрать устойчивые образцы.

В 2022 г. сильного развития желтой ржавчины не было зафиксировано. Однако у отдельных образцов были отмечены единичные пустулы (табл. 2).

Таблица 2 – Характеристика образцов тритикале по урожайности, полеганию и основным грибным болезням

№ образца	Название линии	Перезимовка, балл	Урожайность, г/м ²	Высота растений, см	Устойчивость, балл	
					к полеганию	желтой ржавчине
1	Тимирязевская 150	4,5	763,25	127	5	5
2	Арина (линия 228h)	4	991,85	120	5	7
3	314h-19	4,5	690,05	110	5	9
4	322h-18	5	688,95	98	5	9
5	278h-18	4	998,75	120	5	9
6	398h-20	4	762,4	110	5	7
7	314h/1-20	4,5	663,1	95	5	9
8	Немчиновский 56	4,5	719,1	130	5	9
9	321h/1-20	4,5	746,95	115	5	9
10	395h-19	4	694,8	118	5	9
11	321h/2-20	3,5	677,05	110	5	9
12	321h/3-20	4	753,5	110	5	9
13	423h-20	4	735,75	120	5	9
14	395h/1-20	4	620,45	130	5	9
15	395h/2-20	4,5	686,7	130	5	9

№ образца	Название линии	Перезимовка, балл	Урожайность, г/м ²	Высота растений, см	Устойчивость, балл	
					к полеганию	желтой ржавчине
16	321h/4-20	4	617,15	110	4,5	9
17	314h/2-20	5	697,7	100	5	9
18	321h/5-20	4,5	686,6	110	5	9
19	323h-19	4,5	689,25	130	5	9
20	321h/6-20	3,5	682	115	5	7
21	321h/7-20	3,5	806,35	105	5	9
НСР ₀₅		-	83,4	5	-	-

Благоприятные погодно-климатические условия привели к развитию большой вегетативной массы у изученных линий тритикале. Высота растений стандарта Немчиновский 56 в среднем составляла 130 см. Большинство изученных линий были ниже стандарта (табл. 2). Наиболее урожайные линии также характеризовались высокорослостью (120 см), за исключением линии 321h/7-20. Тем не менее, полегание в 2022 г. не наблюдалось.

В 2022 г. все изученные образцы характеризовались рекордно высокой массой 1000 зерен – выше 40 г. Отдельные линии 314h-19, 323h-19, 321h/7-20 имели массу 1000 зерен свыше 50 г. (табл. 3).

Натура зерна в 2022 г. у всех линий превышала 700 г/л. Отдельные линии (Тимирязевская 150, 228h, 278h-18, 321h/1-20, 395h-19, 321h/2-20, 395h/1-20, 395h/2-20, 314h/2-20, 323h-19) соответствовали уровню средних значений натуры у пшеницы.

Высокая выполненность зерна, сформировавшаяся в 2022 г., привела к низким относительным значениям белка и клейковины (табл. 3). Среднее значение содержания белка в зерне варьировали в пределах от 10,0 – 12,3 %, причем различия между линиями оказались недостоверными. Содержание клейковины оказалось еще ниже – в пределах 8,8 – 12,5 %.

Таблица 3 – Характеристика образцов тритикале по физическим и биохимическим показателям качества зерна

№ образца	Название линии	Масса 1000 зерен, г	Натура, г/л	Содержание, %		Автолитическая активность (число падения), с	ППЗ*, %
				Белка	Клейковины		
1	Тимирязевская 150	45,6	764	11,34	9,92	84	1,3
2	Арина (линия 228h)	49,4	757	11,77	11,47	86	0,7
3	314h-19	52,8	717	10,56	8,76	169	0
4	322h-18	44,3	712	9,99	7,54	126	0
5	278h-18	48,8	740	10,51	8,84	111	1,2
6	398h-20	44,4	703	10,87	9,28	69	0,6
7	314h/1-20	43,6	721	10,72	9,18	116	0
8	Немчиновский 56	47,6	727	10,68	9,85	77	0,3
9	321h/1-20	48,2	747	10,80	9,16	85	0
10	395h-19	46,4	746	12,30	12,50	132	0,7
11	321h/2-20	47,3	757	11,16	10,30	120	0,5

№ образца	Название линии	Масса 1000 зерен, г	Натура, г/л	Содержание, %		Автолитическая активность (число падения), с	ППЗ*, %
				Белка	Клейковины		
12	321h/3-20	47,5	738	11,20	10,35	84	0,4
13	423h-20	47,0	733	11,90	11,00	208	0
14	395h/1-20	44,0	752	12,10	11,60	97	0
15	395h/2-20	42,7	753	12,14	11,37	95	0
16	321h/4-20	43,7	731	11,80	11,90	209	1,2
17	314h/2-20	48,6	753	11,40	10,73	105	1,4
18	321h/5-20	49,9	739	11,40	10,32	107	1,3
19	323h-19	57,3	771	12,00	11,76	176	0,5
20	321h/6-20	49,8	730	10,20	8,80	60	0,5
21	321h/7-20	51,4	717	10,14	8,44	72	1,5
НСР ₀₅		2,6	9	3,7	1,3	9	

ППЗ* - процент проросших зерен

Для тритикале процент проросших зерен является важным показателем качества зерна. Для этой культуры предуборочное прорастание зерна в колосе является основным негативным фактором, ограничивающим возделывание тритикале в условиях избыточного увлажнения ЦРНЗ. Условия вегетации 2022 г. сложились таким образом, что семена имели относительно глубокий покой, который не был нарушен осадками, выпавшими в фазу восковой - полной спелости. Вероятно, данными предположениями можно объяснить практически полное отсутствие проросших зерен у изученных линий (табл. 3).

Автолитическая активность показывает состояние углеводно-амилазного комплекса зерна. При сохранении крахмала в нативном состоянии число падения, как правило, высокое, что говорит о малом количестве активных амиллолитических ферментов [10, 13]. Считается, что минимальное число падения, когда зерно хлебопекарных злаков пригодно для использования на хлебопекарные цели, - 140 с. Из изученных линий озимой тритикале только зерно у 314h-19, 423h-20, 321h/4-20 и 323h-19 соответствовало требованиям, предъявляемым к хлебопекарным сортам. Показательно, что у этих линий практически не было обнаружено проросших зерен.

По итогам исследования были отобраны линии 228h (Арина), 278h-18, 321h/7-20, 322h-18, 321h/1-20, 395h/2-20, 314h/2-20, 323h-19, 321h/7-20. Они включены в дальнейшие исследования.

Список источников

1. Ахметзянов Р. А., Рябинина О. В. Народнохозяйственное значение тритикале и его влияние на агрохимические показатели серой лесной почвы // Сб. Научные исследования студентов в решении актуальных проблем АПК. – Иркутск. - 2019. С. 3-9.
2. Ворончихин В. В., Пыльнев В. В., Рубец В. С., Ворончихина И. Н. Урожайность и элементы структуры урожая коллекции озимой гексаплоидной тритикале в Центральном районе Нечерноземной зоны // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2018. - №1. – С. 69-81.
3. Гриб С. И., Буштевич В. Н. Селекция тритикале в Беларуси: результаты, проблемы и пути их решения // Сб. Тритикале: матер. межд. науч.-практ. конф. и секции тритикале отделения растениеводства РАСХН. – Ростов-на-Дону, 2010. – Вып. 4. – С. 74-79.

4. Диордиева И. П., Рябовол Я. С., Рябовол Л. О. и др. Использование спельты (*Triticum spelta* L.) в селекции на качество зерна тритикале (*Triticosecale* Wittmack) // Сельскохозяйственная биология. – 2019. – Т.54. - №1. – С. 31-37.
5. Доспехов Б.Д. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). - М.: Альянс, 2014. – 351 с.
6. Котенко Ю. Н., Рубец В. С., Бутенко Е. К., Пыльнев В. В. Влияние метеорологических условий вегетации на этапы развития зерна тритикале // Сб. Тритикале. – Ростов на Дону, вып.8. – 2018. – С. 80-88.
7. Медведев А. М., Осипов В. В., Осипова А. В. Поиск источников ценных признаков озимой тритикале с целью создания высокопродуктивных сортов, устойчивых к экстремальным факторам внешней среды // Сб. Тритикале. – Ростов на Дону, вып.8. – 2018. – С. 112-119.
8. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Технологическая оценка зерновых, крупяных и зернобобовых культур / под общ. ред. М.А. Федина. – М., 1988. – 122 с.
9. Практикум по селекции и семеноводству полевых культур: учебное пособие / под ред. проф. В. В. Пыльнева. – СПб.: Изд-во «Лань», 2022. – 448 с.
10. Рубец В. С., Пыльнев В. В. Отдаленная гибридизация в селекции тритикале // Труды Кубанского государственного аграрного университета. -2015. - №3(54). – С. 268-272.
11. Соколенко Н. И., Комаров Н. М., Годин Е. А. и др. Селекционно-ориентированное изучение тритикале в условиях Север-Кавказского региона // Достижения науки и техники АПК. – 2018. – Т. 32. - №6. – С. 42-45.
12. Шанина Е. Н. Прогноз урожайности зерновых культур в Нечерноземной зоне Европейской части РФ на период до 2025 года // Актуальные вопросы современной экономики. – 2020. - №8. – С. 142-146.
13. Hills M.J., Hall L.M., Messenger D.F., Graf R.J., Beres B.L., Eudes F. Evaluation of crossability between triticale (x *Triticosecale* Wittmack) and common wheat, durum wheat and rye // Environ. Biosafety Res. – 2007. – 6. – P. 249-257.

© Ворончихина И.Н., Рубец В.С., Клименкова И.Н., Щелканов Д.А., Пыльнев В.В., 2022

Научная статья
УДК 633.152

Анализ корреляционных связей между основными хозяйственно-ценными признаками сортообразцов сахарной кукурузы

Светлана Александровна Гусева, Оксана Сергеевна Носко, Денис Дмитриевич Бабушкин
ФГБНУ Российский научно-исследовательский институт кукурузы и сорго,
г. Саратов

Аннотация. В статье рассматриваются результаты исследований сортообразцов сахарной кукурузы. Рассчитаны статистические параметры хозяйственно-ценных признаков. Наибольшую изменчивость изучаемых сортообразцов ($V > 20\%$) наблюдали по следующим признакам: число зерен на початке, масса початка в обертке, масса початка без обертки, масса зерна с 1 початка. В результате анализа корреляционных связей между хозяйственно-ценными признаками сортообразцов сахарной кукурузы в 2021 г. была выявлена сильная значимая взаимосвязь между высотой растений и высотой крепления початка ($r=0,80$), длиной початка и длиной озерненной части ($r=0,95$), длиной початка и числом зерен в ряду ($r=0,71$), длиной озерненной части и числом зерен в ряду ($r=0,80$), диаметром початка и числом зерен

на початке, между числом рядов, числом зерен в ряду и количеством зерен на початке ($r=0,81$, $r=0,83$ соответственно), массой початка в обертке и массой початка без обертки ($r=0,92$). Значимая умеренная взаимосвязь выявлена между высотой растений и длиной початка ($r=0,43$), а также длиной его озерненной части ($r=0,46$), диаметром початка и его длиной ($r=0,45$), длиной его озерненной части ($r=0,45$), числом рядов ($r=0,58$), числом зерен в ряду ($r=0,65$).

Ключевые слова: сахарная кукуруза, коэффициент вариации, изменчивость признака, коэффициент корреляции

Analysis of correlations between the main economic and valuable features varieties of sweet corn

Svetlana Alexandrovna Guseva, Oksana Sergeevna Nosko, Denis Dmitrievich Babushkin
FSBSI Russian Research Institute of Maize and Sorghum, Saratov

Abstract. The results of researching genotypes of sweet corn milk-wax stage of ripeness are presented in the article. The statistical parameters were calculated. The number of kernels on cob, the weight of husk cob, the weight of unhusk cob and the weight of kernels of one cob had the most variety ($V>20\%$). As a result of the analysis of correlations between economically valuable traits of sweet corn varieties in 2021, a strong significant relationship was revealed between the height of plants and the height of attachment of the cob ($r=0,80$), the length of the cob and the length of the grained part ($r=0,95$), the length of the cob and the number of grains in a row ($r=0,71$), the length of the graininess part and the number of grains in a row ($r=0,80$), the diameter of cob and the number of grains on the cob, between the number of rows, the number of grains in a row and the number kernels on the cob ($r=0,81$, $r=0,83$ respectively), the weight of cob in the husk and the weight of unhusk cob ($r=0,92$). A significant moderate relationship was found between the height of plants and the length of the cob ($r=0,43$), as well as the length of its graininess part ($r=0,46$), the diameter of the cob and its length ($r=0,45$), the length of its graininess part parts ($r=0,45$), number of rows ($r=0,58$), number of grains in a row ($r=0,65$).

Key words: sweet corn, coefficient of variation, trait variability, coefficient of correlation

Большинство биологических процессов находятся в тесной зависимости, при этом преобладают стохастические взаимосвязи, когда результативный признак зависит от значений признаков-факторов. Связи между ними обычно носят корреляционный характер, т.е. одному значению изучаемого признака-фактора может соответствовать много значений результативного признака, изменяющихся в различных направлениях [1, 2].

Урожайность сахарной кукурузы, как и любой другой культуры, зависит от множества факторов: внедрение новых сортов и гибридов, технология возделывания, погодноклиматические условия и т.д. [3]. Способность формировать высокий урожай с высоким качеством зерна вне зависимости от погодных условий является основным требованием к новым сортам. Знание степени изменчивости урожайности, качества продукции, предела ограничений элементов продуктивности, а также их зависимости от разных факторов необходимо для разработки модели предполагаемого сорта [4].

Материал и методика. В статье представлены результаты изучения 37 соотробразцов сахарной кукурузы российской селекции и образцов коллекции ВИР (различного эколого-географического происхождения) в 2021 г. Семена высевали на опытном поле ФГБНУ РосНИИСК «Россорго». При статистических расчетах использовали рекомендации Доспехова Б.А. [5]. Коэффициент вариации (V) выражается в процентах (отношение стандартного отклонения (s) к средней арифметической (x) и умноженное на 100. Изменчивость признака считается значительной если $V>20\%$, средней - $V<10<20\%$ и незначительной при $V<10\%$. По величине коэффициента корреляции судят о тесноте связи. Была использована следующая градация: $0 \leq r \leq 0,3$ – связь слабая; $0,3 \leq r \leq 0,7$ - связь средняя; $>0,7$ - связь сильная, тесная. Статистические расчеты проводили при помощи программ Excel и Agros 2/09.

Результаты исследования. Для характеристики исследуемых признаков сортообразцов сахарной кукурузы были проведены базовые статистические расчеты (таблица 1). Наибольшую изменчивость сортообразцов ($V > 20\%$) наблюдали по следующим признакам: число зерен на початке, масса початка в обертке, масса початка без обертки, масса зерна с 1 початка. По высоте крепления початка, длине початка, длине озерненной части и числу рядов, числу зерен в ряду была установлена средняя вариабельность признаков ($V > 10 < 20\%$). По высоте растений и диаметру початка среди образцов установлена наибольшая стабильность ($V < 10\%$).

Таблица 1 – Статистическая характеристика хозяйственно-ценных признаков сортообразцов сахарной кукурузы, 2021 г.

Признак	Fфакт.	НСР _{0,05}	Среднее, \bar{x}	Дисперсия, s^2	Стандарт. отклонение, s	Коэф. вариации, V
Высота растений, см	18,06*	10,11	145,07	187,11	13,68	9,43
Высота крепления початка	19,84*	5,68	37,99	50,44	7,10	18,70
Длина початка	77,25*	1,63	13,17	1,80	1,34	10,18
Длина озерненной части	5,39*	1,81	12,15	1,64	1,28	10,54
Диаметр початка	3,62*	0,44	3,60	0,07	0,27	7,41
Число рядов	8,06*	1,19	11,20	1,50	1,22	10,93
Число зерен в ряду	9,86*	4,40	27,03	16,41	4,05	14,99
Число зерен на початке	9,79*	64,51	300,97	5203,70	72,14	23,97
Масса початка в обертке	14,66*	22,19	139,69	1071,95	32,74	23,44
Масса початка без обертки	11,42*	21,85	101,87	655,69	25,61	25,14
Масса зерна с 1 початка (продуктивность початка)	15,47*	14,15	69,35	335,62	18,32	26,42

В результате анализа корреляционных связей между хозяйственно-ценными признаками сортообразцов сахарной кукурузы в 2021 г. была выявлена сильная значимая взаимосвязь между высотой растений и высотой крепления початка ($r=0,80$), длиной початка и длиной озерненной части ($r=0,95$), длиной початка и количеством зерен в ряду ($r=0,71$), длиной озерненной части и количеством зерен в ряду ($r=0,80$), диаметром початка и количеством зерен на початке, между числом рядов, числом зерен в ряду и количеством зерен на початке ($r=0,81$, $r=0,83$ соответственно), массой початка в обертке и массой початка без обертки ($r=0,92$), а также между массой початка в обертке и без обертки и продуктивностью початка ($r=0,72$, $r=0,74$ соответственно) (таблица 2).

Значимая умеренная взаимосвязь выявлена между высотой растений и длиной початка ($r=0,43$), а также длиной его озерненной части ($r=0,46$), диаметром початка и его длиной ($r=0,45$), длиной его озерненной части ($r=0,45$), числом рядов ($r=0,58$), количеством зерен в

ряду ($r=0,65$). Корреляционный анализ показал также значимую среднюю взаимосвязь длины початка с массой зерна с початка ($r =0,56$), массой початка без обертки ($r =0,54$), в меньшей степени – массой початка в обертке ($r =0,39$).

Продуктивность початка (масса зерна с початка) – один из главных элементов урожайности, наиболее тесно коррелирует с массой початка в обертке и массой початка без обертки ($r =0,72$ и $r =0,84$ соответственно), а с высотой растения и высотой крепления початка выявлена очень слабая взаимосвязь ($r =0,19$ и $r =0,10$).

Заключение.

1. При отборе исходного материала необходима выборка, разнообразие. Среди исследуемых генотипов высокую изменчивость ($V>20\%$) наблюдали у следующих признаков: число зерен в початке, масса початка в обертке, масса початка без обертки, масса зерна с одного початка. Селекция по этим признакам будет наиболее эффективной.

2. Сильная значимая корреляционная связь была выявлена между высотой растений и высотой крепления початка, длиной початка и длиной его озерненной части, длиной початка и количеством зерен в ряду, длиной озерненной части и количеством зерен в ряду, диаметром початка и количеством зерен в початке, между количеством рядов, количеством зерен в ряду и количеством зерен на початке, массой початка в обертке и массой початка без обертки, а также между массой початка в обертке и без обертки и продуктивностью початка.

Таблица 2 – Матрица коэффициентов корреляции основных хозяйственно-ценных признаков сахарной кукурузы

Признак	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1,00										
2	0,80**	1,00									
3	0,43**	0,31	1,00								
4	0,46**	0,30	0,95**	1,00							
5	0,29	0,26	0,45**	0,55**	1,00						
6	0,25	0,26	0,15	0,25	0,58**	1,00					
7	0,31	0,17	0,71**	0,80**	0,65**	0,44**	1,00				
8	0,40*	0,30	0,54**	0,63**	0,70**	0,81**	0,83**	1,00			
9	0,21	0,15	0,26	0,26	0,09	0,33	0,21	0,39*	1,00		
10	0,21	0,04	0,33	0,36*	0,27	0,42**	0,37*	0,54**	0,92**	1,00	
11	0,19	0,10	0,47**	0,51**	0,39*	0,39*	0,46**	0,56**	0,72**	0,84**	1,00

Примечания: * Значимо на 5% уровне, ** Значимо на 1% уровне (отсутствие символа * указывает на незначимость коэффициента корреляции); критические значения коэффициента корреляции на 5 % уровне составляют 0,33 и на 1 % уровне - 0,42.

Примечания: 1 - высота растений, 2- высота крепления початка, 3 - длина початка, 4 - длина озерненной части, 5 - диаметр початка, 6 - число рядов, 7 - число зерен в ряду, 8 - число зерен на початке, 9 - масса початка в обертке, 10 - масса початка без обертки, 11 - масса зерна с 1 початка

3. При селекции на продуктивность початка следует учитывать ее взаимосвязь с другими признаками. Так как высота растений и высота крепления початка практически не влияют на продуктивность початка, то при отборе исходного материала не следует руководствоваться этими критериями. Тесная взаимосвязь выявлена между продуктивностью початка и его массой в обертке и без обертки, а средняя - между длиной початка, длиной озерненной части, количеством зерен в ряду, количеством зерен на початке.

Список источников

1. Гришин А.Ф., Кочерова Е.В. Статистические модели: построение, оценка, анализ : Учеб. пособие. Москва : Финансы и статистика, 2005. 416 с.
2. Рыжова В.В., Кузнецова Л.А. Математические методы в анализе хозяйственной деятельности предприятий. Москва : Финансы, 1970. 88 с.
3. Шмараев Г. Е. Генофонд и селекция кукурузы. Санкт-Петербург : Наука, 1999. 390 с.
4. Коряковцева Л.А., Волкова Л.В., Харина А.В. Исходный материал яровой мягкой пшеницы для селекции на продуктивность в условиях Северо-Востока Нечернозёмной зоны России // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2011. № 5 (24). С. 7–12.
5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. Москва : Агропромиздат, 1985. 352 с.

© Гусева С.А., Носко О.С., Бабушкин Д.Д., 2022

Научная статья
УДК 633.15

О возможности получения дигаплоидных линий кукурузы в полевых условиях пригорода Саратова

Ольга Валентиновна Гуторова¹, Сергей Александрович Зайцев², Екатерина Владимировна Трофименцева¹

¹ФГБОУ ВО Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского,

²ФГБНУ Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго и кукурузы «Россорго»,
г. Саратов

Аннотация. В статье приведены исследования возможности получения дигаплоидных линий кукурузы в условиях пригорода Саратова.

Ключевые слова: кукуруза, *Zea mays* L., гаплоид, диплоидизация, колхицин, дигаплоидная линия

About the possibility of obtaining dihaploid corn lines in the Saratov suburb field conditions

Olga Valentinovna Gutorova¹, Sergey Alexandrovich Zaitsev², Ekaterina Vladimirovna Trofimentseva¹

¹Saratov State University,

²Russian Research Institute for Sorghum and Maize «Rossorgo»,
Saratov

Abstract. The article presents studies of the possibility of obtaining dihaploid corn lines in the suburbs of Saratov.

Key words: corn, *Zea mays* L., haploid, diploidization, colchicine, dihaploid line

Для получения высокогетерозисных гибридов у кукурузы постоянно требуется получать и оценивать новые гомозиготные линии. Использование гаплоидов в селекции кукурузы ускоряет процесс создания новых гомозиготных линий в 2-3 раза по сравнению с традиционными методами селекции (многолетний инбридинг). Широко применяется технология, в основе которой лежит получение гаплоидов с использованием линий-гаплоиндукторов [1]. Отбор гаплоидов осуществляется с помощью метода генетического

маркирования, удвоение хромосом (диплоидизация) - путем обработки раствором колхицина гаплоидных особей.

Критическими моментами в развитии гаплоидных растений является период появления всходов, обработка колхицином и цветение. Температура и влажность воздуха оказывают сильное влияние на процесс завязывания семян у растений кукурузы. Пригород Саратова характеризуется умеренно континентальным климатом с холодной зимой и жарким летом. В связи с этим, целью исследования было оценить возможность применения технологии удвоенных гаплоидов в полевых условиях пригорода Саратова.

Полевые опыты проводили в 2021 г. в пригороде г. Саратова на опытном поле ФГБНУ РосНИИСК «Россорго». В эксперименте по получению дигаплоидных линий кукурузы из гаплоидов использовали зерновки с предполагаемыми гаплоидными зародышами. Эти зерновки были отобраны из потомства, полученного при опылении растений материнских форм (15 гибридов и сортов) (таблица 1) пыльцой гаплоиндуктора ЗМС-П. Линия ЗМС-П обладает способностью индуцировать гаплоиды у разных материнских форм с частотой до 10% [2]. Для отбора предполагаемых гаплоидов на сухих зерновках использовали метод генетического маркирования зародыша и эндосперма зерновки. Гаплоиндуктор имеет доминантные гены-маркеры окраски эндосперма и зародыша. В эксперименте для получения гаплоидов, в качестве материнских растений были использованы гибриды и сорта, не несущие доминантных генов окраски растения, эндосперма и зародыша.

Отобранные зерновки с предполагаемыми гаплоидами 15-ти вариантов в количестве 611 штук высадили в грунт 19 мая. Агротехника в опыте – зональная, разработанная в ФГНУ РосНИИСК «Россорго». Для диплоидизации взошедшие предполагаемые гаплоидные растения (393 шт.) на стадии 3-6 листьев (рисунок 1) 12 июня были обработаны раствором колхицина (0,125%) путем инъекции его в проводящую систему стебля растения.

Таблица 1 – Гаплоиды разных материнских форм: количество взошедших и обработанных раствором колхицина

№	Материнские формы, у которых были получены гаплоиды	Количество посаженных семян с гаплоидным зародышем, шт.	Количество растений на стадии 3-6 листьев, шт.	Количество обработанных растений на стадии 3-6 листьев, шт.
1	РНИИСК-1	13	5	5
2	Катерина	22	19	19
3	к-10842	27	22	22
4	Вилора	56	48	48
5	Ладожский 175 МВ	27	20	20
6	К-4863	19	7	7
7	Р 8039	31	12	12
8	Белозерный 300	47	25	25
9	КС 263	56	37	37
10	КС 267	26	16	16
11	Краснодарский 377 АМВ	73	43	43
12	Терек	51	32	32
13	КС 415	26	6	6
14	Стелла СВ	113	78	78
15	PR37N01	24	23	23
	Всего	611	393	393

Зерновки предполагаемых гаплоидов прорастали не одновременно, на момент обработки колхицином было 393 растения на стадии 3-6 листьев. Позднее, уже в конце июня, дозошли отставшие зерновки. Как правило, такие запоздалые растения были очень маленькими. Обработку колхицином данных растений не осуществляли.



Рисунок 1. Галоидные растения в поле

Всего стадии взрослых растений достигло 429 растений. Из них 79 растений оказались гибридными, были высокими и окрашенными. Наличие пурпурной окраски частей растения служит доказательством его гибридности, так как при гибридизации отцовский родитель содержал доминантные аллели генов окраски, а материнские растения - рецессивные аллели данных генов и были зелеными. В варианте Вилора 46 растений были пурпурными высокими, в Ладожском - 10 шт, в К-4863 – 1 шт, КС 263 – 1 пурпурное растение, в Краснодарском 377 АМВ – 1 шт, Терек – 13 шт, Стелла СВ – 6 шт, PR37N01 – 1 шт. Таким образом, из предполагаемых гаплоидов при отборе на сухих семенах 79 зерновок оказались с диплоидным гибридным зародышем. Отсутствие окраски гибридного зародыша, скорее всего, связано с наличием генов-ингибиторов окраски у исходных материнских форм.

В варианте Белозерный 300 10 растений были очень высокими и зелеными, у Ладожский 175 МВ – 1 такое растение, у КС 263 – 1 растение, у Терек - 1 растение. Вероятно, зародыши, из которых развились данные растения, исходно были диплоидными. Либо произошла спонтанная диплоидизация изначально гаплоидного зародыша; либо, не проявились гены окраски у гибридного диплоидного зародыша, и растение, в которое он развился, оказалось зеленым. О гибридном происхождении говорит большой размер этих зеленых растений. Не исключаем, что они могут оказаться тетраплоидами, получившимися после обработки колхицином диплоидов.

Обработанных колхицином гаплоидов на стадии взрослых растений будем называть «диплоидизированными» гаплоидами, предполагая успешное прохождение диплоидизации.

Взрослые растения диплоидизированных гаплоидов имели в основном типичные размеры и морфологию, свойственные гаплоидным растениям (размеры растений в 1,5-2 раза меньше, чем у диплоидов, стерильная метелка и др.) (рисунок 2 а). Часть растений в каждом варианте имела уродливую форму (низкие, кустистые, кривые и др.), что, вероятно является последствием обработки проростков раствором колхицина (рисунок 2 б). Часть растений имела нормальный фенотип и размеры, свойственные диплоидам (рисунок 2 в).

Среди взрослых растений были такие, которые давали щуплые пыльники, как правило, в небольшом количестве, так и растения с полноценными пыльниками с обильной пылью (рисунок 3).

Из 337 взрослых зеленых растений 262 растения сформировали женские соцветия и выпустили пестичные нити, из которых только 35 растений удалось самоопылить (таблица 2). Принудительное самоопыление было затруднено по ряду причин: асинхронности цветения

женских и мужских соцветий (при наличии пыльцы у растения не было пестичных нитей, или наоборот); стерильности метелки, отсутствия пыльцы в пыльниках (пустые дефектные пыльники) или высохшей нежизнеспособной пыльцы и др.



Рисунок 2. Взрослые растения «диплодизированных» гаплоидов: а) растения, имеющие морфологию гаплоидов (Стелла СВ); б) уродливое растение (КС 263); в) нормальное растение (Белозерный 300)

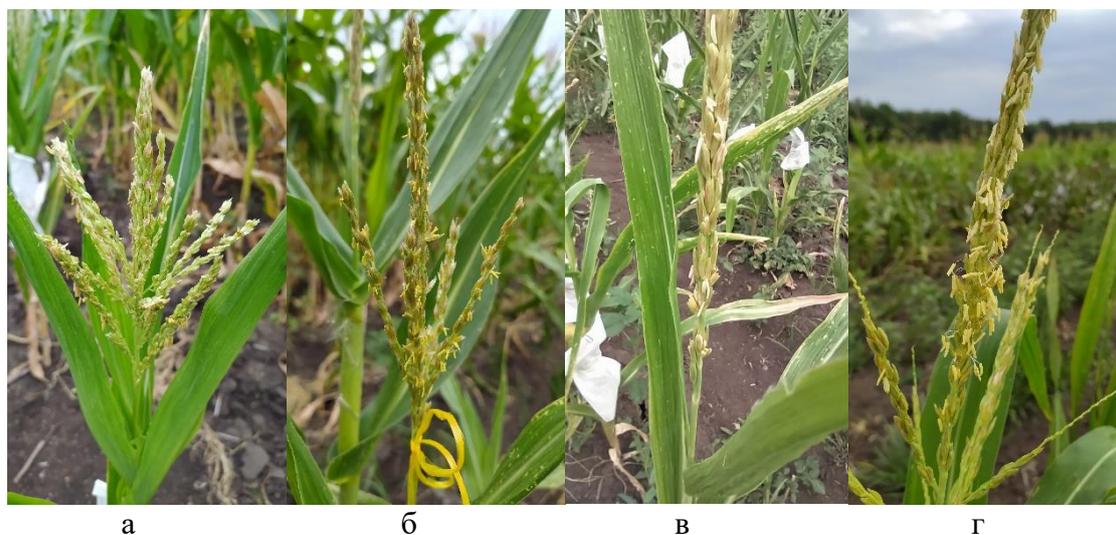


Рисунок 3. Метелки с пыльниками и пыльцой: а) Белозерная 300; б) Краснодарский 377 АМВ; в) Стелла СВ; г) PR37N01

Зерновки завязались только на 12 початках (рисунок 4), что, вероятно, также связано с влиянием ряда факторов, затрудняющих оплодотворение, в том числе высокой температурой и отсутствием осадков в период роста и цветения растений. Несмотря на жаркое и засушливое лето, растения диплодизированных гаплоидов вплоть до уборки урожая оставались сочными и зелеными.

Всего среди диплодизированных гаплоидов было самоопылено 35 растений 12 вариантов. Зерновки завязались на початках 11 растений в 5 вариантах в количестве 471 штук. Полученные зерновки можно использовать для воспроизводства 11 новых дигаплоидных линий.

Таблица 2 – Данные по цветению и опылению гаплоидов, обработанных на стадии проростков колхицином

№	Материнские формы, у которых были получены гаплоиды	Количество взрослых растений, шт.	Количество растений, сформировавших женские соцветия, шт.	Количество самоопыленных растений, шт.	Количество завязавшихся зерновок, шт.
1	РНИИСК-1	6	4	0	0
2	Катерина	21	12	0	0
3	к-10842	23	21	1	0
4	Вилора	6	5	0	0
5	Ладожский 175 МВ	15	12	1	0
6	К-4863	6	2	1	0
7	Р 8039	16	9	1	0
8	Белозерный 300	23	12	6	11
9	КС 263	36	32	3	0
10	КС 267	17	10	2	0
11	Краснодарский 377 АМВ	35	27	4	0
12	Терек	27	17	7	181
13	КС 415	6	5	1	14
14	Стелла СВ	78	73	6	36
15	PR37N01	22	21	2	230
	Всего	337	262	35	471

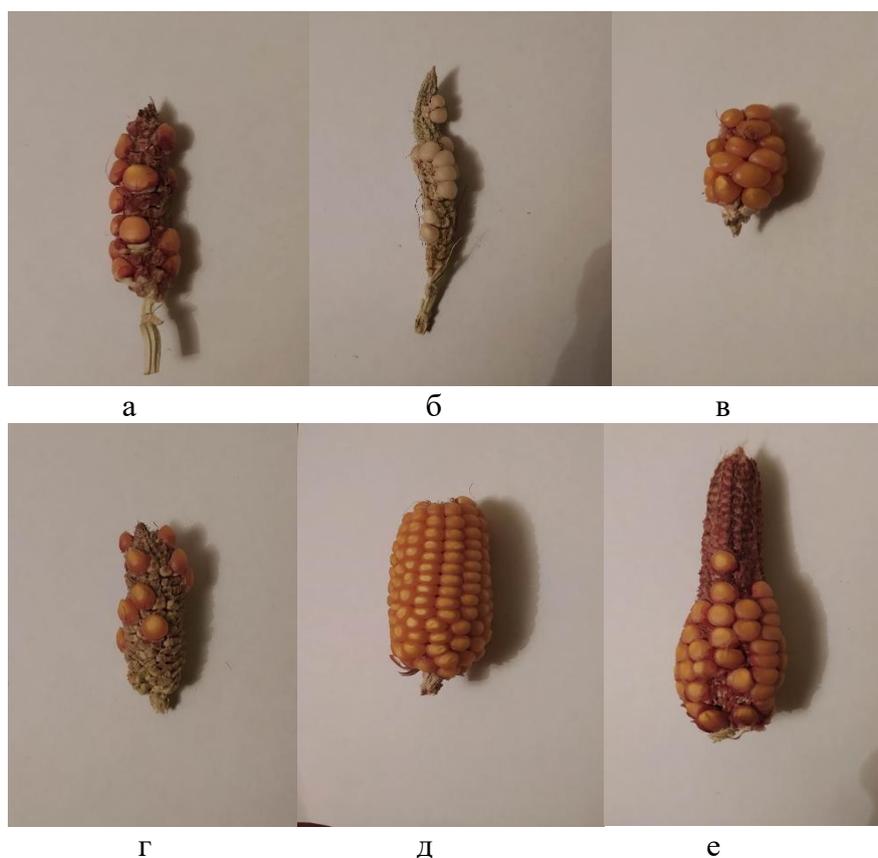


Рисунок 4. Початки самоопыленных растений разных вариантов:
а - Терек; б - КС 415; в, г - Стелла СВ; д, е - PR37N01

Таким образом, в полевых условиях пригорода Саратова, несмотря на отсутствие полива растений, высокие температуры и низкую влажность воздуха, возможно использование технологии удвоенных гаплоидов для получения дигаплоидных линий кукурузы.

Список источников

1. Шацкая, О.А. Результаты использования метода гаплоидии в селекции кукурузы / О.А. Шацкая // Кукуруза и сорго. – 2001. – № 4. – С. 14-18.

2. Гуторова, О.В. Оценка эффективности гаплоиндуктора кукурузы ЗМС-П / О.В. Гуторова, О.И. Юдакова, С.А. Зайцев // Аграрный научный журнал. 2019. № 7. С. 14-18.

© Гуторова О.В., 2022

Научная статья
УДК 633.34

Оценка биохимического состава семян сои в Нижнем Поволжье

Александра Александровна Дыжина, Валерий Иванович Жужукин

Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии
и инженерии имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов

Аннотация. В данной статье приведены результаты оценки морфометрических параметров сортообразцов сои за 2021 год, а так же выделены лучшие образцы по изучаемым признакам.

Ключевые слова: соя, белок, жир, ингибиторы, уреазы

Assessment of the biochemical composition of soybean seeds in the Lower Volga region

Alexandra Alexandrovna Dyzhina, Valery Ivanovich Zhuzhukin

Saratov State University of genetics, biotechnology and engineering
named after N.I. Vavilov, Saratov

Abstract. This article presents the results of the assessment of morphometric parameters of soybean varieties for 2021, as well as the best samples for the studied characteristics.

Keywords: soy, protein, fat, inhibitors, urease

Широкое развитие соеводства в мире обусловлено выгодой от использования ее продукции. Вследствие ее высокой пластичности сою возделывают более 70 стран мира. Соя в значительной мере снижает степень загрязнения окружающей среды, так как симбиотические клубеньковые бактерии фиксируют азот воздуха и обогащают почву, что снижает потребность во внесении дорогостоящих минеральных удобрений. При использовании научно обоснованных современных технологий возделывания и при благоприятных факторах внешней среды сбор протеина с 1 гектара может составлять 1,0-1,5 т/га. Но наибольший экономический эффект достигается при комплексной переработке семян этой ценнейшей культуры для пищевых, технологических и кормовых целей.

Зеленая масса сои используется в качестве зеленого удобрения и является ценным компонентом для изготовления грубых и сочных кормов. Семена служат сырьем для получения растительного масла, а оставшийся жмых и шрот используется как кормовая добавка для компенсации дефицита белка в кормах. Целые семена и продукты их переработки позволяют сбалансировать питание человека. Таким образом, семена сои являются

источником белка, витаминов группы В, макро и микроэлементов, олигосахаридов, а так же фосфолипидов, токоферолов, комплекса полиненасыщенных жирных кислот, фитоэкстрагенов.

Для объективной оценки биологической ценности белка введено понятие аминокислотного сора, то есть отношение количества каждой аминокислоты в изучаемом белке к количеству этой же аминокислоты в гипотетическом белке с идеальной аминокислотной шкалой (стандартом ФАО/ВОЗ). Соя отличается тем, что в составе её белка незаменимые аминокислоты находятся в большинстве случаев в избытке в сравнении с идеальным белком и только метионин в дефиците.

В отличие от зерновых культур в семенах сои больше всего водорастворимых белков (альбуминов и псевдоглобулинов) – от 68,4 до 78,7 %, затем солерастворимые белки – истинные глобулины (эвкоглобулины) – от 12,4 до 19,6 %, щелочерастворимые (глутелины) – 7,3- 8,1 %, спирторастворимые (прололины) – 1,2- 5,7 %.

Масло сои относится к группе линолево-олеиновых полувысыхающих и состоит: 95-97% из триглицерида, 1,5-2,5 % – фосфолипиды, 1,6 % – неомыляемые вещества, 0,33 – стеролы, 0,15-0,21 % - токоферолы, 0,3-0,7 % свободные жирные кислоты. Установлено, что условия выращивания сои оказывают существенное влияние на содержание и качество масло большинства сортов, допущенных к использованию.

Таким образом, анализ литературных источников позволяет рассматривать сою как ценную сельскохозяйственную культуру, возделываемую в широких географических границах. При этом наблюдается значительное варьирование урожайности семян и показателей качества.

Цель исследования: определить изменчивость содержания протеина и жира в семенах сортообразцов сои.

Задачи исследования: Определить содержание жира и протеина в семенах сои. Выделить лучшие образцы по изучаемым признакам.

В качестве изучаемого материала было взято 20 линий сои местной селекции (Вавиловский университет): 4-1 №5, 4-25 №156, 4-24 №141, 4-12 №69, 4-27 №160, 4-14 №79, 4-10 №64, 4-25 №148, 4-1 №2, 4-19 №111, 4-9 №54, 4-12 №12, 4-7 №140, 4-21 №122, 4-4 №22, 4-18 №106, 4-12 №68, 3-22 №132, 4-5 №29, 4-6 №32.

Исследование было проведено в 2021 г. на производственном поле ОВП «Покровское».

Образцы высевали на однорядковых делянках длиной 5,5 м с нормой посева сои 35 всхожих семян на 1 погонный метр. Ширина междурядья – 0,7 м. При изучении сортообразцов сои в 2021 г. площадь делянки составила – 15,4 м². Повторность трехкратная.

Дата посева сортообразцов – 22 мая. Всходы появились – 30 мая. Уборку образцов проводили по мере созревания бобов.

Полученные результаты подвергались статистической обработке однофакторным дисперсионным анализом.

В ходе проведения исследования был определен диапазон изменчивости биохимических показателей изучаемых линий (таблица 1).

Таблица 1 – Качественные показатели сортообразцов сои, 2021 г.

№ п/п	Линия	Содержание протеина, %	Содержание жира, %	Клетчатка, %
1	4-1 №5	52,60q	13,63bcde	20,07q
2	4-25 №156	49,73mn	14,40ef	18,50mn
3	4-24 №141	48,50hi	13,17ab	16,67ef
4	4-12 №69	46,77e	17,53jk	16,73ef
5	4-27 №160	48,97ijk	14,33ef	17,60ijk
6	4-14 №79	42,50a	18,83m	14,43b
7	4-10 №64	46,07d	16,80ij	16,30de

№ п/п	Линия	Содержание протеина, %	Содержание жира, %	Клетчатка, %
8	4-25 №148	47,77fq	15,63gh	17,23ghi
9	4-1 №2	51,77p	13,03ab	19,43p
10	4-19 №111	48,10gh	14,40ef	16,80f
11	4-9 №54	49,63mn	14,67f	18,23lmn
12	4-12 №12	48,53hi	17,70kl	18,07klm
13	4-7 №140	42,50a	20,00n	14,57b
14	4-21 №122	43,20b	18,47m	13,93a
15	4-4 №22	48,70ij	14,23ef	17,50hij
16	4-18 №106	51,27o	12,90ab	18,67no
17	4-12 №68	49,37klm	13,57bcde	17,73jk
18	3-22 №132	49,17jkl	14,17cdef	18,02kl
19	4-5 №29	50,13n	12,57a	19,00o
20	4-6 №32	45,60cd	16,10hi	15,70c
Ффакт		295,811*	56,624*	120,778*
НСР _{0,5}		0,476	0,838	0,431

Наибольшее содержание протеина установлено у линий: 4-1 №5, 4-1 №2, 4-18 №106 и оно составило 52,60-51,27%, а наименьшее отмечено у линий: 4-14 №79, 4-7 №140 (42,50 %). По содержанию жира в изучаемых сортообразцах можно выделить следующие линии: 4-14 №79, 4-7 №140, 4-21 №122, содержание жира в них составило 20,00-18,77 %, а линии: 4-18 №106, 4-5 №29 достоверно уступили остальным по данному признаку (12,90- 12,57 %). Высокое содержание клетчатки отмечено у линий: 4-1 №5, 4-1 №2, 4-5 №29, они достоверно превзошли другие изучаемые сортообразцы, содержание клетчатки составило 20,07-19,00 %. С низким содержанием клетчатки выделины образцы: 4-21 №122, 4-14 №79, 4-7 №140 (13,43-14,57).

Выводы: На основании проведенного исследования можно сделать вывод, что изучаемые линии показали разную селекционную ценность. Следует отметить, что сортообразцы 4-1 №5 и 4-1 №2 превысили остальные по ряду признаков и рекомендованы для дальнейшего изучения.

Список источников

1. Аржанухин, Е.А. Эколого – агрохимическая и агрофизическая оценка систем удобрений орошаемой сои на черноземах Поволжья/ Авторед. дис.: канд. с.-х. наук Е .А. Аржанухин.// –Саратов, - 2006. – 20 с.
2. Зыков С.А. Соя главные составляющие большого урожая.// Журнал Агрофорум. 2019. – 9-16 с.
3. Лакин Г.Ф. Биометрия. Учебное пособие для биологических специальностей вузов - 4-е издание, переработанное и дополненное. //М: Высшая школа. - 1990- 352 с.
4. Методические указания по государственному сортоиспытанию.// Вып. 1(28).–М.: Колос, 1979.– 51 с.
5. Методические указания по изучению коллекции зерновых бобовых культур / Сост. Н. И. Корсаков, О. П. Адамова, В. И. Буданова;// ВАСХНИЛ, Всесоюз. науч.-исслед. ин-т растениеводства им. Н. И. Вавилова. - Ленинград: ВИР, 1975. - 59 с.
6. Методические указания по изучению коллекции зерновых бобовых культур / Под ред. Н.И. Корсакова;// ВИР. – Л., 1975. – 60 с.
7. Методические указания по проведению полевых агротехнических опытов с соей и наблюдений в них / В.Ф. Баранов //– Краснодар, 1983. – 10 с.
8. Сингх Гурикбал. Соя: биология, производство, использование // – Киев: Издательский фонд «Зерно», 2014. – 654 с.

Белок SrfN с доменом DUF1471 необходим для биопленкообразования и подвижности *Serratia marcescens* SM6

Анна Анатольевна Елистратова¹, Татьяна Владимировна Ширшикова¹, Наиля Наилевна Хабипова¹, Лидия Михайловна Богомольная^{1,2}

¹Казанский (Приволжский) федеральный университет, Институт фундаментальной медицины и биологии, Казань

²Университет Маршалла, Медицинская школа Джоан С. Эдвардс, отделение биомедицинских наук, США

Аннотация. Семейство низкомолекулярных белков с доменом DUF1471, выполняющих неизвестную функцию, было открыто более 20 лет назад [1], но в силу их маленького размера (менее 100 аминокислотных остатков), их обнаружение и функциональная характеристика были затруднены. На настоящий момент было проведено несколько исследований таких белков. Сообщается, что белки с доменом DUF1471 вовлечены в адаптацию к неблагоприятным условиям окружающей среды (в частности, они синтезируются в ответ на оксидативный стресс или понижения pH среды), а также играют роль в процессе биопленкообразования [2;7]. Ранее, при анализе низкомолекулярных соединений, секретируемых грамотрицательной бактерией *Serratia marcescens* SM6 в ответ на оксидативный стресс, нами был обнаружен белок с доменом DUF1471 геном EG355_19345 (*srfN*). Чтобы установить точную функцию белка SrfN, мы создали мутант с делецией $\Delta srfN$, а также комплементарный мутантный штамм $\Delta srfN$ pBAD-*srfN* и провели серию экспериментов с использованием этих штаммов и *S. marcescens* SM6 дикого типа. Мы установили, что потеря гена *srfN* не влияет на продукцию внеклеточных ферментов, но делеционный мутант значительно более чувствителен к росту на минимальной среде с низким pH (5,0) и на богатой среде, содержащей перекись водорода (10 мМ). Оба дефекта были полностью восстановлены комплементацией [3]. В данной статье мы проводим оценку биопленкообразования делеционного мутанта *S. marcescens* SM6 $\Delta srfN$ по сравнению с диким типом, а также его подвижность на полужидком агаре.

Ключевые слова: *Serratia marcescens*, SrfN, DUF1471, биопленкообразование, подвижность

Введение

Serratia marcescens, клиническое значение которой растет из-за ее устойчивости к нескольким классам антибиотиков, вызывает множество инфекций у лиц с ослабленным иммунитетом. Поэтому очень важно определить дополнительные мишени для подавления бактерий. Одной из таких мишеней могут быть белки с неизвестной функцией, содержащие домен DUF1471. Вся известная на данный момент информация о белках с доменом DUF1471 указывает, что это консервативные белки размером не более 90 АА, имеющие несколько паралогов в организме и служащие, по-видимому, для защиты бактерии от различных стрессов, в частности, кислотного и оксидативного, а также необходимые для формирования биопленок и вирулентности бактерий [4].

Бактериальные биопленки представляют собой сложные, прикрепленные к поверхности сообщества бактерий, заключенные во внеклеточный матрикс, состоящий из полисахаридов, белков и внеклеточной ДНК. Способность *S. marcescens* формировать биопленки является дополнительным источником патогенности бактерии, так как с помощью образования биопленок бактерия способна прикрепляться к клеткам. Бактерии, входящие в состав биопленок, кроме того, обладают повышенной устойчивостью к антибиотикам, так как биопленки препятствуют проникновению антибиотиков в клетку, а также по причине метаболических изменений, таких, как пониженная динамика роста [5].

У *S. marcescens* биопленки представляют собой пористые, волокнистые образования, состоящие из нитевидных клеточных цепочек и клеточных скоплений, образовавшихся через серию последовательных процессов, зависящих от механизма кворум-сенсинга [6].

Ограниченные литературные данные по роли DUF1471-содержащих белков в других видах бактерий показывают, что часто такие белки вовлечены в процесс колонизации поверхностей [2].

Материалы и методы

Тест на биопленкообразование

Культивирование бактериальных биопленок проводили в статичных условиях в полистироловых 24-луночных планшетах на питательной среде Мюллер-Хинтона в объеме 2 мл в лунке. Начальная оптическая плотность культур бактерий в среде составляла 0.1 единицу ($OD(590)=0.1$). Измерение оптической плотности проводили спектрофотометрически при длине волны $\lambda=590$. Культивирование бактерий для образования биопленок проводили статично при температуре 37°C в течение 3 суток.

Количественный анализ биопленок проводили с помощью метода окраски генциан фиолетовым [5].

Статистический анализ проводили из расчета соотношения контроля (окрашенная стерильная лунка) и образца. Эффективность образования биопленок оценивали по методу [8].

Из лунок 24-луночного полистиролового планшета осторожно отбирали среду с планктонными клетками. Планктонные клетки удаляли однократным промыванием лунок стерильным физраствором в том же объеме, в котором проходило культивирование.

Далее в лунку вносили фильтрованный раствор 0,1 % генциан фиолетового в объеме 600 мкл и инкубировали в течение 15 мин при комнатной температуре. Краситель удаляли и промывали лунку от несвязавшегося красителя физ.раствором трехкратно. Экстракцию красителя проводили 96 % этанолом в объеме 600 мкл. Измерение оптической плотности элюированной смеси проводили при длине волны 590 нм на спектрофотометре (Microplate Spectrophotometer xMark™ (Bio-RAD)), предварительно отобрав 200 мкл смеси в чистые 96-луночные плоскодонные планшеты.

Тест на подвижность

Для получения информации о вкладе *srfN* в подвижность *S. marcescens* использовали полужидкий LB агар (0,3 %). Ночные культуры штаммов дикого типа и мутанта $\Delta srfN$, выращенные в среде LB, уравнивали по оптической плотности и использовали для нанесения на поверхность полужидкого агара в центр чашки Петри в количестве 5 мкл. Культуры на чашках выращивали при температуре 30°C. Диаметр колоний определяли на 24, 48 и 72 ч культивирования. Эксперимент проводили как минимум в трех независимых повторностях.

Результаты и обсуждение

Подвижность *Serratia marcescens* может быть оценена при помощи полужидкого 0,3 % агара [9]. Мы обнаружили, что делеция белка SrfN с DUF1471 доменом оказала умеренное (снижение примерно на 15 процентов), но значительное влияние на плавательную подвижность *S. marcescens* после 48 часов инкубации по сравнению с диким типом (Рис. 1). Этот результат предполагает, что SrfN играет роль в модуляции подвижности *S. marcescens*.

Бактерии рода *Serratia* также часто формируют биопленки на различных поверхностях, включая поверхность катетеров и т. п. Поскольку ряд DUF1471-содержащих белков необходим для формирования биопленок, был проведен сравнительный анализ биопленкообразования у штаммов дикого типа и мутанта по гену *srfN* (Рис. 2), показавший, что способность формировать биопленки у мутанта снижена по сравнению с диким типом на всем протяжении эксперимента.

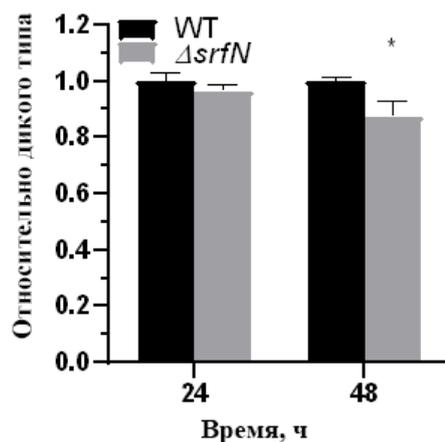


Рисунок 1. Влияние делеции гена *srfN* на подвижность *S. Marcescens* в полужидком агаре по сравнению с диким типом

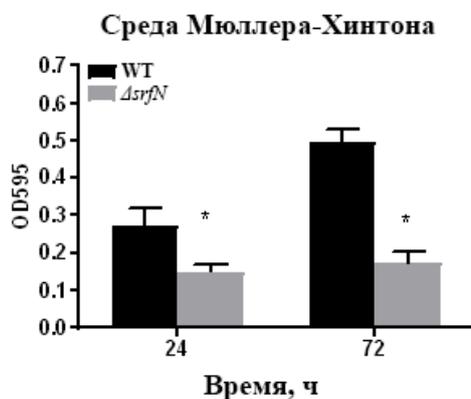


Рисунок 2. Влияние делеции гена *srfN* на биопленкообразование *S. marcescens* по сравнению с диким типом

Выводы: Таким образом, проведенные нами эксперименты показали, что белок SrfN с доменом DUF1471 у *S. marcescens* необходим для успешной колонизации поверхности бактерией.

Список источников

1. Rudd K. E. Low molecular weight proteins: A challenge for post-genomic research / K. E. Rudd, I. Humphery-Smith, V. C. Wasingel, A. Bairoch // Electrophoresis. - 1998. - V. 19. - P. 536-544.
2. Deng K. Functional analysis of *ycfR* and *ycfQ* in *Escherichia coli* O157:H7 linked to outbreaks of illness associated with fresh produce / K. Deng, S. Wang, X. Rui, W. Zhang, M. L. Tortorello // Appl Environ Microbiol. - 2011. - V. 77(12). - P. 3952-3959.
3. Elistratova A. A. *Serratia marcescens* DUF1471-Containing Protein SrfN Is Needed for Adaptation to Acid and Oxidative Stresses / A. A. Elistratova, L. E. Matrosova, I. V. Khilyas, T. V. Shirshikova, I. V. Danilova, A. V. Laikov, Y. D. Romanova, C. G. Sierra-Bakhshi, M. R. Sharipova, L. M. Bogomolnaya // mSphere. - 2022.
4. Eletsky A. Structural and Functional Characterization of DUF1471 Domains of *Salmonella* Proteins SrfN, YdgH/SssB, and YahO / A. Eletsky et al. // PLoS One. - 2014. - V. 9(7).
5. Merritt J. H. Growing and analyzing static biofilms / J. H. Merritt, D. E. Kadouri, G. A. O'Toole // Curr Protoc Microbiol. - 2005.

6. Rice S.A. Biofilm Formation and Sloughing in *Serratia marcescens* Are Controlled by Quorum Sensing and Nutrient Cues / S.A. Rice, K.S. Koh, S.Y. Queck, M. Labbate, K.W. Lam, S. Kjelleberg // J Bacteriol. - 2005. - V. 187(10). - P. 3477–3485.

7. Salazar J. K. Genes *ycfR*, *sirA* and *yigG* Contribute to the Surface Attachment of *Salmonella enterica* Typhimurium and Saintpaul to Fresh Produce / J. K. Salazar, K. Deng, M. L. Tortorello, M. T. Brandl, H. Wang, W. Zhang // PLoS One. - 2013. - V. 8(2).

8. Stepanovic S. Quantification of biofilm in microtiter plates: overview of testing conditions and practical recommendations for assessment of biofilm production by staphylococci / S. Stepanović, D. Vuković, V. Hola, G. D. Bonaventura, S. Djukić, I. Cirković, F. Ruzicka // APMIS. - 2007.

9. Низамутдинова, Э.Х., Ширшикова Т.В., Марданова А.М., Шарипова М.Р., Богомольная Л.М. Влияние мутаций по внеклеточной нуклеазе на свойства пигментообразующего и беспигментного штаммов *Serratia marcescens* // Микробиология. - 2016. - 85(1). - С. 36-41.

© Елистратова А.А., Ширшикова Т.В., Хабилова Н.Н., Богомольная Л.М., 2022

Научная статья
УДК 631.527

Экологические испытания сортов озимой ржи в Нижнем Поволжье

Даниил Александрович Жиганов

Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии
и инженерии имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов,
ФГБНУ «ФАНЦ Юго-Востока»,
г.Саратов

Валерий Иванович Жужукин

Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии
и инженерии имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов

Надежда Николаевна Нуждина

ФГБНУ «ФАНЦ Юго-Востока»,
г. Саратов

Нина Алексеевна Салманова

ФГБНУ «ФАНЦ Юго-Востока»,
г. Саратов

Аннотация. В статье оцениваются показатели сортов озимой ржи саратовской селекции (Марусенька, Саратовская 7) и инорайонных сортов (Таловская 44, Таловская 45, Графиня, Румба, Безенчукская 110, Антарес) на опытном поле ФГБНУ «ФАНЦ Юго-Востока» с мая по июнь в 2021г. Для характеристики селекционного материала использованы индексы: финно-скандинавский, перспективности, аттракции. Лабораторные исследования по анализу качества зерна проведены в «Лаборатории качества зерна» ФГБНУ «ФАНЦ Юго-Востока». Опыты проводились в засушливый период ГТК-0,75. В опыте выявлено преимущество сортов озимой ржи саратовской селекции Марусенька и Саратовская 7 по урожайности 4,71 и 3,92; по массе 1000 зёрен 36,70г и 31,85г; по натуре зерна 730,5г/л и 727,0г/л. Инорайонные сорта значительно превысили показатели местных сортов по количеству зёрен с главного колоса.

Ключевые слова: озимая рожь, хозяйственно - ценные признаки, качественные показатели, селекционные индексы, амилограмма

Ecological testing of winter rye varieties in the Lower Volga region

Daniil Aleksandrovich Zhiganov

Saratov State University of genetics, biotechnology and engineering named after N.I. Vavilov, Saratov,
Federal State Budgetary Institution "FANC of the South-East",
Saratov

Valery Ivanovich Zhuzhukin

Saratov State University of genetics, biotechnology and engineering named after N.I. Vavilov, Saratov

Nadezhda Nikolaevna Nuzhdina

Federal State Budgetary Institution "FANC of the South-East",
Saratov

Nina Alekseevna Salmanova

Federal State Budgetary Institution "FANC of the South-East",
Saratov

Abstract: The article evaluates the indicators of winter rye varieties of Saratov selection (Marusenka: Saratov 7), and non-district varieties (Talovskaya 44, Talovskaya 45, Countess, Rumba, Bezenchukskaya 110, Antares) at the experimental field of the FSBI "FANZ of the South-East" from May to June in 2021. To characterize the breeding material, the following indices were used: Finno-Scandinavian, prospects, attractions. Laboratory studies on grain quality analysis were carried out in the "Grain Quality Laboratory" of the FSBI "FANC of the South-East". The experiments were carried out during the dry period of GTC-0.75. The experiment revealed the advantage of winter rye varieties of Saratov selection Marusenka and Saratov 7 in yield 4.71 and 3.92; by weight of 1000 grains 36.70g and 31.85g; by nature grain 730.5g/l and 727.0g/l. Non-district varieties significantly exceeded the indicators of local varieties in terms of the number of grains from the main ear.

Keywords: Winter rye, economically valuable traits, qualitative indicators, breeding indices, amylogram

Введение. Озимая рожь важная зерновая культура, которая обладает высокой адаптивностью к изменениям климата и других неблагоприятных условий. Для нее характерны такие природные качества как зимостойкость, морозостойкость, засухоустойчивость и способность произрастать на низкоплодородных почвах. Рожь является надежной культурой, подходящей для возделывания в неблагоприятных условиях.

Основное направление использования ржи - хлебопечение. Также рожь используется для изготовления квасных напитков, новых направлений экструзионной продукции и в кондитерской промышленности. Зерно ржи содержит больше клеточных стенок в эндосперме, поэтому мука отличается высоким содержанием клетчатки. Ржаной хлеб обладает меньшей калорийностью, что характеризует его как диетический продукт, благоприятно влияющий на пищеварительный тракт человека [1].

Цель исследования: сравнительное изучение хозяйственно-ценных признаков сортов озимой ржи саратовской селекции и инорайонных сортов. Задачи: определение морфофизиологических признаков сортов озимой ржи; оценка показателей качества зерна и индексов перспективности и аттракции.

Методы и материалы исследования. Испытание сортов осуществлялось в 2021г на опытном поле ФГБНУ «ФАНЦ Юго-Востока». В исследования включены восемь сортов озимой ржи Марусенька, Саратовская 7 – региональные сорта, Таловская 44, Таловская 45, Графиня, Румба, Безенчукская 110, Антарес – инорайонные сорта. Площадь делянки- 19,2 м². Повторность - трехкратная. Норма высева- 400 всхожих семян на 1м². Дата посева 18 августа.

Для характеристики селекционного материала были использованы индексы: финно-скандинавский индекс – отношение количества зерен в колосе, к длине побега; индекс перспективности – отношение массы 1000 зерен, к длине побега; индекс аттракции – отношение массы главного колоса, к массе соломины главного стебля.[2]

Анализ качества зерна озимой ржи был проведён в «Лаборатории качества зерна» ФГБНУ «ФАНЦ Юго-Востока» по следующим общепринятым методикам: ГОСТ 10987-76 «Зерно. Методы определения стекловидности», ГОСТ 16990-2017 «Рожь. Технические условия», ГОСТ 27676-88 «Зерно и продукты его переработки. Метод определения числа падения», ГОСТ 5669-96 «Хлебобулочные изделия. Метод определения пористости», ГОСТ 27669-88 «Мука пшеничная хлебопекарная. Метод пробной лабораторной выпечки хлеба».

Условия проведения опытов. Апрель-июль 2021 год характеризовался преобладанием повышенного температурного режима и дефицитом осадков. Показатель среднемесячной температуры воздуха составил 18,8°C, что на 3,7°C выше климатической нормы. Максимальные температуры воздуха достигали от 35°C до 39°C. Наблюдалось неблагоприятное явление «жара». Осадки выпадали при продвижении через территорию области атмосферных фронтов в виде кратковременных дождей ливневого характера различной интенсивности. Гидротермический коэффициент за период апрель-июль составил 0,75.[3]

Результаты исследований и их обсуждение. По данным таблицы 1 высокими показателями урожайности обладают сорта: Марусенька и Антарес. Эти сорта хорошо выдерживают неблагоприятные климатические условия, так как влажность в период развития растений была ниже нормы. Сорт Марусенька превышает по урожайности стандарт региона на 20,2%. Незначительные различия выявлены по высоте растений в пределах стандарта региона 122см. Высокорослостью выделились сорта Безенчукская 110 (140,5см) и Антарес (139,0см) Наибольшей массой зерна с главного колоса и массой 1000 зёрен выявлены сорта Марусенька и Саратовская 7. Масса колоса выше стандарта Саратовская 7 на 14,3%, масса 1000 зёрен также выше на 15 %. По числу зёрен с главного колоса все сорта превысили стандарт.

Таблица 1 – Урожайность и вегетативные признаки сортов озимой ржи 2021 г.

Сорт	Урожайность, т/га	Высота растений, см	Масса стебля, г	Масса колоса, г	Масса зерна с колоса, г	Число зёрен с колоса, шт.
Таловская 44	3,87	123,5	2,08	2,31	1,85	64,0
Таловская 45	3,69	118,5	1,84	2,49	2,00	69,0
Саратовская 7(St)	3,92	122,0	1,91	2,56	2,10	57,0
Марусенька	4,71	123,5	2,04	2,79	2,35	56,5
Графиня	3,00	121,5	1,83	2,15	1,75	68,5
Румба	3,18	129,5	1,76	1,86	1,45	67,5
Безенчукская 110	3,90	140,5	1,96	2,36	1,95	61,0
Антарес	4,07	139,0	2,06	2,47	2,05	61,5
НСР ₀₅	0,88	10,0	F _T >F _φ	0,23	0,20	9,0

Для повышения эффективности отбора качественного селекционного материала были рассчитаны индексы, позволяющие более точно определить показатели хозяйственно-ценных признаков сортов озимой ржи (таблица 2). По финно-скандинавскому индексу средние

показатели были примерно равны стандарту региона, кроме сортов Таловская 45, Графиня, Румба, которые формируют генотипы склонные к способности большего зернообразования. Также одной из основных задач является достижение большей озернённости колоса и одновременно оптимальной высоты стебля. По индексу перспективности также можно выделить сорта Саратовская 7 и Марусенька. При расчетах индекса аттракции сорт Марусенька и Саратовская 7 существенно не различались, то есть поступление пластических веществ из вегетативных органов в генеративные выше чем у других испытываемых сортов. Натура зерна, объемный выход муки важные показатели для оценки хлебопекарных свойств ржи на ранних этапах селекции помогают определить ценность сорта. На уровне 730,5 г./л. находится сорт саратовской селекции Марусенька и инорайонный сорт Антарес.

Таблица 2 – Генеративные показатели сортов озимой ржи 2021 г.

Сорт	Масса 1000 зёрен, г	Натура, г/л	Финно-скандинавский индекс	Индекс перспективности	Индекс аттракции
Таловская 44	27,55	716,0	0,57	0,24	1,12
Таловская 45	26,90	714,5	0,64	0,25	1,37
Саратовская 7	31,85	727,0	0,51	0,28	1,35
Марусенька	36,70	730,5	0,50	0,32	1,37
Графиня	21,62	682,0	0,63	0,20	1,18
Румба	19,40	672,0	0,58	0,17	1,06
Безенчукская 110	29,45	724,5	0,47	0,23	1,21
Антарес	31,80	730,5	0,48	0,25	1,21
НСР ₀₅	2,89	12,0	-	-	-

По общей стекловидности выделяются сорта Таловская 44, Графиня и Антарес, которые отличаются хорошей засухоустойчивостью и в целом устойчивостью к почвенно-климатическим условиям нашего региона (таблица 3). Число падения всех сортов находится выше 200с., что соответствует 1 классу. По высоте амилограммы низкие показатели у сортов Марусенька и Безенчукская 110 ниже предела 350 е.а[4]. Относительно высокие показатели амилограммы у сортов Таловская 44(470е.а), Таловская 45(465е.а), Графиня 440(е.а), Румба 555(е.а.) что свидетельствует о высоких хлебопекарных качествах зерна селекционного материала. По объему хлеба отличаются Румба, Графиня и Марусенька. Относительно высокие показатели отношения высоты к диаметру лепёшки у сортов: Таловская 45, Графиня, Румба, Безенчукская 110. Установлены сорта Марусенька и Безенчукская 110, которые отличаются хорошей пористостью.

Таблица 3 – Показатели качества сортов озимой ржи 2021 г.

Сорт	Стекловидность общая, %	Высота амилограммы, е. а.	ЧП, сек.	Объем хлеба, мл.	Пористость, балл.	Н/D
Таловская 44	44,5	470	353,0	585	4,4	0,26
Таловская 45	42,0	465	383,0	590	4,0	0,31
Саратовская 7	36,5	320	284,5	570	3,8	0,27
Марусенька	41,5	265	269,5	620	4,5	0,23
Графиня	45,0	440	320,5	620	4,2	0,31
Румба	41,5	555	400,0	600	4,0	0,31
Безенчукская 110	41,0	255	248,5	560	4,7	0,31
Антарес	44,5	270	277,5	585	4,4	0,25
НСР ₀₅	4,1	199	75,0	-	-	-
Примечание: ЧП - число падения, Н-высота, D- Диаметр						

Выводы: в опыте выявлено преимущество сортов озимой ржи местной селекции (Марусенька, Саратовская 7) в сравнении с инорайонными сортами по урожайности зерна (ранги 1,3), по массе 1000 зёрен (ранги 1,2), натуре зерна (ранги 1,3). По количеству зёрен с главного колоса установлено значимое превышение у инорайонных сортов. Сорт местной селекции Марусенька превысил другие сорта по массе колоса, массе зерна главного колоса, объему хлебца пробной выпечки. Причем хлебцы отличались высокой пористостью.

Список источников

1. Гончаренко А.А., Актуальные вопросы селекции озимой ржи/А.А Гончаренко. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех» С.14-22.
2. Сравнительная оценка сортов озимой ржи по хозяйственно-биологическим показателям / Т. Я. Ермолаева, Н. Н. Нуждина, Д. В. Говердов [и др.] // Успехи современного естествознания. – 2019. – № 7. – С. 14-20. – DOI 10.17513/use.37153.
3. Капранова М.В., Обзор агрометеорологических условий месяца май-июнь 2021г. [Электронный ресурс], - Систем. требования: Adobe Acrobat Reader DC., - URL: http://pogoda-sv.ru/hydrometeocenter/agro_features_month/.
4. Нуждина Н.Н., Ермолаева Т.Я., Кайргалиев Д.В., Лихолетов Е.А. Урожайность и качество зерна современных сортов озимой ржи // Известия НВ АУК. 2018. №3 (51). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/urozhaynost-i-kachestvo-zerna-sovremennyh-sortov-ozimoy-rzhi>.

© Жиганов Д.А., 2022

Индекс прорастания как метод определения устойчивости к предуборочному прорастанию зерна ДН-линий тритикале

Степан Владимирович Жилин, Таисия Ивановна Дьячук, Виктория Николаевна Акинина, Олеся Викторовна Хомякова, Элла Вячеславовна Калашникова, Екатерина Константиновна Барнашова, Вероника Павловна Куликова, Евгений Аликович Сайфетдинов

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный аграрный научный центр Юго-Востока», Саратов

Аннотация. В статье представлены результаты изучения устойчивости ДН-линий тритикале (потомств удвоенных гаплоидов) к предуборочному прорастанию зерна (ППЗ) на основе определения индекса прорастания (ИП). Установлено, что неустойчивые к ППЗ линии прорастают при содержании сухого вещества 35 %, в то время как устойчивые линии имеют единичные проросшие зерновки только в фазу полной спелости (ИП-0,1). Выделены устойчивые линии с индексом прорастания 0,1.

Ключевые слова: тритикале, селекция, удвоенные гаплоиды, предуборочное прорастание зерна, индекс прорастания

Germination index as a method for determining the stability of triticale DH- lines to pre-harvest germination of grain

Stepan Vladimirovich Zhilin, Taisiya Ivanovna Dyatchuk, Viktoria Nikolaevna Akinina, Olesya Viktorovna Khomyakova, Aella Vyacheslavovna Kalashnikova, Ekaterina Konstantinovna Barnashova, Veronika Pavlovna Kulikova, Evgenii Alikovich Saifetdinov
Federal State Budgetary Scientific Organization «Federal Center of Agriculture Research of the South- East Region», Saratov

Abstract. The article presents the results of studying the resistance of triticale DH-lines (derivative of doubled haploids) to pre-harvest sprouting of grain (PHS) based on the determination of the germination index (GI). It was found that sensitive to PHS lines are prone to germination at a dry matter content of 35 %. The resistant lines have single germinated grains only in the full ripeness phase (GI=0,1). Resistant lines with a germination index of 0-0.1 are selected.

Key words: triticale, breeding, doubled haploids, pre-harvest sprouting, germination index

*Важным условием стабилизации производства зерна является биоразнообразие возделываемых культур, внедрение культур нового поколения, способных в наибольшей степени противостоять неблагоприятным факторам окружающей среды. К таким культурам относится тритикале – межродовой гибрид, созданный человеком на основе скрещивания пшеницы и ржи (*X Triticosecale Wittmack*). Коммерческие сорта тритикале являются гексаплоидами и содержат геномы тетраплоидных пшениц и ржи (AABBRR). По данным ФАО на 2020 год мировые посевные площади под тритикале составляют 3, 8 млн. га. Культура возделывается во многих странах с разными климатическими зонами. Лидерами по площади посевов являются Польша, Беларусь, Германия, Франция, Испания и т.д. Посевные площади под тритикале в России составляют более 110 тысяч га. Новая культура имеет несомненные преимущества в сравнении с пшеницей и рожью - высокая урожайность, устойчивость к грибным болезням, неприхотливость к почвенно-климатическим условиям, севообороту, высокий процент лизина и белка в составе зерна, многоцелевое использование зерна (Грабовец, Крохмаль, 2019). К недостаткам культуры*

относятся низкие хлебопекарные качества (связаны с отсутствием D-гена мягкой пшеницы), а также чувствительность многих сортов к предуборочному прорастанию зерна (ППЗ). Прорастание зерна в колосе приводит к потере урожая, снижению посевных и технологических качеств семян. Задача повышения устойчивости тритикале к прорастанию зерна в колосе является актуальной для всех регионов возделывания с возможными осадками в период уборки. Тритикале является наиболее чувствительной культурой к ППЗ из-за высокой активности альфа-амилазы, переданной от твердой пшеницы и других тетраплоидных видов. Даже в условиях Нижнего Поволжья (эпицентре Российских засух) бывают годы, когда количество осадков за период вегетации в 2-3 раза превышает среднемноголетние нормы, что приводит к предуборочному прорастанию зерна в колосках. Селекционные программы по тритикале включают выявление устойчивых генотипов, однако селекция на этот признак затруднена по причине комплекса генетических факторов, влияющих на устойчивость и их взаимосвязи с факторами окружающей среды

Устойчивость представляет собой сложное явление, обусловленное, с одной стороны, эффектом *Vp-1* генов, контролирующих покой семян, с другой – действием ряда иных механизмов и экспрессией других признаков. На степень устойчивости к предуборочному прорастанию могут влиять нечувствительные к гиббереллину *Rht*-локусы, морфология колоса, восковой налет на колосковых чешуях, содержание ингибиторов прорастания в колосковых стерженьках, открытость цветков, плотность прилегания чешуй к семени, остистость колоса, угол наклона колоса, полегание растений и многие другие признаки (Крупнов и др., 2010).

Оценка устойчивости зерна к прорастанию в колосе проводится в полевых условиях и при искусственной провокации. Прямая оценка к ППЗ предполагает определение процента проросших зерен в поле. Несмотря на то, что этот метод оценки максимально приближен к естественным условиям, возможность его применения зависит от наличия осадков. В годы с их отсутствием приходится использовать другие методы.

Методы искусственной провокации используют визуальная оценка проращиваемых зерен на влажной бумаге, песке, торфе и т.п. Одним из основных методов провокации к прорастанию является метод провокации во влажной камере. В последней создается среда с повышенной влажностью, осадки имитируют водяной взвесью (Васильчук, 2001). Из недостатков метода можно отметить его трудоемкость и наличие специальных камер.

Наиболее часто используемый метод для оценки образцов к ППЗ – это проращивание зерна в чашках Петри на влажной фильтровальной бумаге. По результатам проращивания зерен в чашках Петри может быть рассчитан индекс прорастания. Этот показатель считается наиболее воспроизводимым по годам в сравнении с процентом проросших зерен или с числом падения.

Цель настоящей работы – оценить ДН-линии тритикале, полученные в культуре пыльников *in vitro* на устойчивость к предуборочному прорастанию зерна. Для оценки линий тритикале к предуборочному прорастанию зерна были определены содержание сухого вещества в различные периоды развития зерновки и соответствующий ему ИП. Индекс прорастания определяли по формуле:
$$ИП = \frac{7n_1 + 6n_2 + 5n_3 + 4n_4 + 3n_5 + 2n_6 + 1n_7}{\text{количество дней проращивания} \times \text{количество зерен}}$$
 где $n_1 \dots n_7$ – число проросших зерен на 1,2-й и последующие дни проращивания. Индекс проращивания ранжируется от 0 до 1. К устойчивым к предуборочному прорастанию зерна принято относить сорта, индекс прорастания которых на 7-е сутки не превышает 0,1-0,2 (Biddulph T.V. et al, 2008).

Индекс прорастания у ДН-линий тритикале варьировал от 0 до 0,9 (таблица 1). Две линии (№28 и №34) не проявили признаков прорастания зерна (ИП=0). К устойчивым к ППЗ линиям (ИП = 0,1-0,2) можно отнести 11 линий (№№ 4, 6, 12, 17, 21, 24, 25, 26, 27, 31, 35). Следует отметить, что большинство устойчивых линий получены при культивировании пыльников межвидовых гибридов тритикале с мягкой пшеницей. Наибольшее значение ИП (0,9) имела ДН-линия №32.

Зерновки неустойчивых к ППЗ линий начинали прорастать при отборе проб с содержанием сухого вещества близком к 45 %. У устойчивых линий только при 70 % содержании сухого

вещества наблюдали единичные проросшие зерновки (рис.1). Устойчивые к ППЗ ДН-линии являются источниками этого ценного признака в селекции тритикале.

Таблица 1 – Индекс прорастания у ДН-линий тритикале

№ линии	Происхождение	Индекс прорастания
1	(Новинка×Саратовская 6)×Хонгор	0,4
2	(Леукурум1701h389×Саратовская 6)×Оз.мягк.пш 39	0,4
3	(Леукурум1701h389×Саратовская 6)× оз.мягк.пш	0,4
4	(Леукурум1701h389×Саратовская 6)× оз.мягк.пш	0,1
6	(Леукурум1701h389×Саратовская 6)× оз.мягк.пш	0,1
7	(Новинка×Саратовская 6) ×Хонгор	0,5
10	(Леукурум1701h389×Саратовская 6)× оз.мягк.пш	0,3
11	(Леукурум1701h389×Саратовская 6)× оз.мягк.пш	0,6
12	(Леукурум1701h389×Саратовская 6)× оз.мягк.пш	0,2
13	(Леукурум1701h389×Саратовская 6)× оз.мягк.пш	0,5
17	(Леукурум1701h389×Саратовская 6)× оз.мягк.пш	0,1
18	(Леукурум1701h389×Саратовская 6)× оз.мягк.пш	0,4
19	(Леукурум1701h389×Саратовская 6)× оз.мягк.пш	0,4
20	(Леукурум1701h389×Саратовская 6)× оз.мягк.пш	0,4
21	(Леукурум1701h389×Саратовская 6)× оз.мягк.пш ×Кентавр)	0,2
22	(Студент×Патриот)×Гордеиформе 432	0,4
23	(Леукурум1701h389×Саратовская 6)× оз.мягк.пш ×Корнет)	0,5
24	(Леукурум1701h389×Саратовская 6)× оз.мягк.пш ×Кентавр)	0,1
25	(Леукурум1701h389×Саратовская 6)×линия оз.мягк.пш ×Корнет)	0,1
26	((Студент×Союз)×Губерния)×(Студент×Ринокио)	0,1
27	(Леукурум1701h389×Саратовская 6)×оз.мягк.пш ×Корнет)	0,2
28	(Леукурум1701h389×Саратовская 6)×линия оз.мягк.пш ×Кентавр)	0
29	Гелиос×Красноколоска	0,3
30	(Студент×Патриот)×Гордеиформе 432	0,5
31	(Леукурум1701h389×Саратовская 6)× оз.мягк.пш ×Корнет)	0,1
32	(Студент×Патриот)×Корнет	0,9
33	(Студент×Патриот)×Корнет	0,4
34	(Студент×Патриот)×Корнет	0
35	(Студент×Патриот)×Корнет	0,1

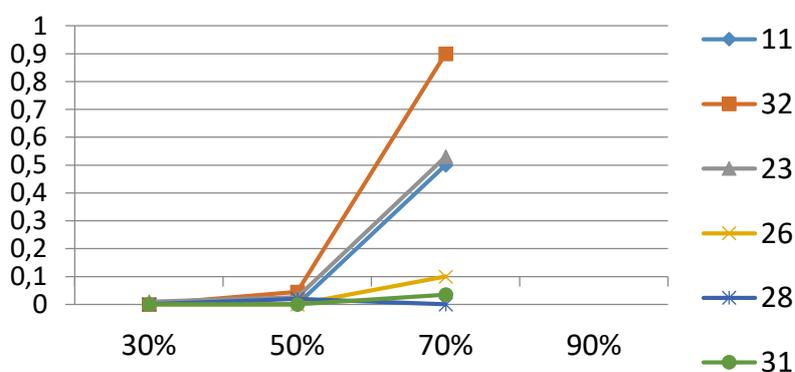


Рисунок 1. Индекс прорастания и содержания сухого вещества у ДН-линий тритикале

Вывод. Метод определения устойчивости к ППЗ сортообразцов тритикале на основе провокации прорастания зерна в чашках Петри является мало затратным и легко воспроизводимым для оценки большого количества изучаемого материала и создания устойчивых сортов.

Список источников

1. Васильчук Н.С. Селекция яровой твердой пшеницы. – Саратов. – 2001. – 119 с.
2. Грабовец А.И., Крохмаль А.В. Тритикале. Монография. – г. Ростов-на Дону, ООО «Издательство «Юг», 2019. – 440 с.
3. Крупнов В.А., Сибикеев С.Н., Крупнова О.В. Генетический контроль покоя и устойчивости к предуборочному прорастанию семян у пшеницы: обзор //Сельскохозяйственная биология. – 2010. – №3. – С.3-16.
4. Biddulph T.B., Plummer J.A., Setter T.L., Mares D.J. Seasonal conditions influence dormancy and preharvest sprouting tolerance of wheat (*Triticum aestivum* L.) in the field // Field. Crops Res. – 2008. – Vol.107. – P.116-128.

© Жилин С.В., Дьячук Т.И., Акинина В.Н., Хомякова О.В., Калашникова Э.В., Барнашова Е.К., Куликова В.П., Сайфетдинов Е.А., 2022

Научная статья
УДК: 635.657:631.52

Испытание чечевицы отечественной селекции в различных условиях выращивания

Сергей Александрович Зайцев¹, Павел Юрьевич Рожков,^{1,2} Игорь Викторович Миронов²

¹ФГБНУ Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго и кукурузы «Россорго»

²Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов

Аннотация. Приведены результаты экологического изучения сортов чечевицы в степных условиях Нижнего Поволжья и Республики Крым. Определены морфометрические параметры, элементы урожайности сортов чечевицы в испытаниях. Проведена оценка сортов по показателям адаптивности: 1 - экстенсивные формы с очень низкой фенотипической стабильностью (Орловская красная); 2 - формы с высокой фенотипической стабильностью (Октава, Дельта, Надежда, Рубиновая, Светлая, Рауза, Аида, Восточная); 3 – интенсивная форма с пониженной фенотипической стабильностью (Даная); 4 - интенсивная форма с низкой фенотипической стабильностью (Пикантная).

Ключевые слова: чечевица, сорт, урожайность, семена, селекция, адаптивность

Testing lentils of domestic selection under various growing conditions

Sergei Alexandrovich Zaitsev¹, Rozhkov Pavel Yurievich,^{1,2} Mironov Igor Viktorovich²

¹Russian Research Institute for Sorghum and Maize “Rossorgo”

²Saratov State University of genetics, biotechnology and engineering
named after N.I. Vavilov, Saratov

Abstract. The results of the ecological study of lentil varieties in the steppe conditions of the Lower Volga region and the Republic of Crimea are presented. Morphometric parameters, elements of yield of lentil varieties in tests were determined. Varieties were assessed in terms of adaptability indicators: 1 - extensive forms with very low phenotypic stability (Orlovskaya Krasnaya); 2 - forms with high phenotypic stability (Octava, Delta, Nadezjda, Rubynovaya, Svetlaya, Rauza, Aida, Vostochnaya); 3 - intensive form with reduced phenotypic stability (Danaya); 4 - intensive form with low phenotypic stability (Piquantnaya).

Keywords: lentil, variety, productivity, seeds, selection, adaptability

Чечевица – ценная зернобобовая культура, имеющая большое народнохозяйственное значение. Чечевица, как и многие зернобобовые культуры, обладает огромным биоресурсным потенциалом [1, 2]. Она занимает ведущее место в развитии пищевых технологий, которые обеспечивают более полную переработку сырья и регулируют химический состав по критериям пищевой и биологической ценности [3, 4]. Выращивают ее преимущественно для продовольственных целей. Отличительной особенностью чечевицы от большинства других зернобобовых культур является отсутствие в семенах антипитательных веществ (алкалоидов, гликозидов). По содержанию протеина в семенах (в среднем 23-27%), разваримости и вкусовым достоинствам чечевица не уступает другим зерновым и бобовым культурам [4]. Важное условие успешного выращивания чечевицы – рациональное размещение по регионам страны в соответствии с биологическими требованиями. При увеличении посевных площадей под данной культурой, предпочтение следует отдавать сортам с высокой адаптивной способностью, которые наиболее соответствуют почвенно-климатическим условиям конкретных зон возделывания [5, 6]. Эколого-географическое испытание позволяет установить урожайность сортов и выявить реакцию на изменение условий возделывания. Однако, делать выводы о возможности выращивания конкретного генотипа стоит, исходя из результатов экологических испытаний в конкретных условиях. При таком подходе существует возможность выявить потенциал продуктивности сорта и сделать выводы о целесообразности его выращивания [7].

Цель исследования: Экологическое изучение и определение степени адаптивности сортов чечевицы.

Материал и методика. Эксперимент по экологическому изучению сортов чечевицы заложен на опытных участках ФГБНУ РосНИИСК «Россорго» (г. Саратов), ФГБУН «НИИСХ Крыма» (Республика Крым), РЗ «Агро Семена» (Ростовская область). Полевые опыты заложены согласно общепринятым методикам проведения исследований [8, 9, 10]. Учетная площадь делянок – 25 м. Агротехника - общепринятая для регионов. Посев ранневесенний: в условиях Саратовской области – 3-5 мая 2020-2022 гг., в условиях республики Крым - 24-25 марта 2020-2022 гг., в Ростовской области – 25 апреля 2021 г.

Климат Саратовской области - резко континентальный и суровый. ГТК составляет во влажные годы – 1,20–1,45; в среднеобеспеченные – 0,70–0,95 и засушливые – 0,60–0,68. Среднегодовая сумма осадков – 360–455 мм. Почва – чернозем южный малогумусный среднемошный тяжелосуглинистый.

Почва опытного участка ФГБУН «НИИСХ Крыма» - чернозем южный мало гумусный, легко глинистый с содержанием гумуса в пахотном слое 2,26%. Климат района расположения опытов - степной, умеренно холодный, полусухой, континентальный, с большими годовыми и суточными колебаниями температуры. Среднегодовая температура воздуха составляет 9,8-10,4⁰С, с колебанием 9,4-11,5⁰С. Годовая сумма осадков 340-418 мм, из них в вегетационное время, ограниченное температурой выше 10⁰С, -195-205мм.

Результаты исследований.

В годы исследования растения изучаемых сортов чечевицы сформировали длинный стебель (31,7-47,6 см) и высоту прикрепления нижнего боба от 11,4 см до 24,5 см (рисунок 1). При этом, отмечается тесная положительная корреляция между длиной стебля и высотой прикрепления нижнего боба ($r=0, r82^{**}$). Положительная корреляционная связь отмечена

также между высотой растения и массой 1000 семян ($r=0,73^{**}$), между высотой растения и урожайностью семян ($r=0,45^{**}$). Ранжирование сортов по средним значениям длины стебля выявило следующую последовательность: Пикантная (31,6 см) < Рубиновая (34,5 см) < Орловская красная (35,5 см) < Рауза (37,6 см) < Светлая (38,3 см) < Аида (41,8 см) < Восточная (41,9 см) < Октава (42,0 см) < Даная (42,4 см) < Надежда (43,6 см) < Дельта (45,1 см). При этом, ранжирование образцов по средним значениям высоты прикрепления нижнего боба выявило почти аналогичную последовательность: Пикантная (13,1 см) < Орловская красная (15,5 см) < Рубиновая (16,4 см) < Аида (17,5 см) < Рауза (18,5 см), Светлая (18,5 см) < Даная (19,3 см) < Октава (19,4 см) < Надежда (20,5 см) < Восточная (21,0 см) < Дельта (23,1 см).

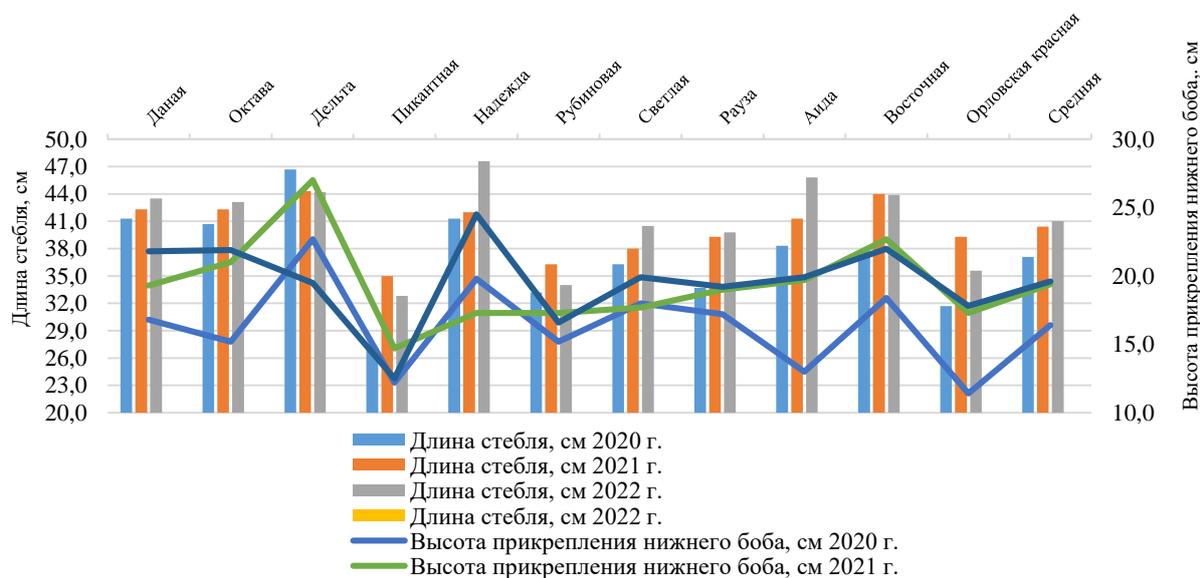


Рисунок 1. Хозяйственная характеристика сортов чечевицы в условиях Саратовской области

Продуктивность – это комплексный показатель, формирующийся за счет различных элементов структуры урожая, которые находятся в сложной корреляции как между собой, так и с урожаем зерна. К одним из наиболее значимых элементов структуры урожая относится масса 1000 зерен. Она является надежным индикатором, отражающим реакцию генотипа на изменения условий среды при селекционной работе на адаптивность и продуктивность. Исследования, проведенные с сельскохозяйственными культурами, показали, что признак «масса 1000 семян» контролируется сложной генетической системой. Однако, и условия выращивания значительно влияют на крупность семян (таблица 1).

Таблица 1 – Масса 1000 семян чечевицы, г

Сорт	г. Саратов	Республика Крым	Ростовская область
	2020-2022 гг.	2020-2022 гг.	2021 г
Даная	69,6	60,0	68,7
Октава	71,3	62,4	58,4
Дельта	72,2	65,4	69,5
Пикантная	31,9	29,4	29,4
Надежда	62,8	36,4	70,9
Рубиновая	33,8	29,8	27,3
Светлая	67,3	50,9	-
Рауза	63,2	46,9	-
Аида	65,0	50,2	-
Восточная	56,1	40,9	-
Орловская красная	39,8	39,4	-

Направления в селекции крупносемянной чечевицы для различных зон ее культуры различны. В степных засушливых условиях Нижнего Поволжья, Республики Крым чечевица реже поражается болезнями, чем в северных регионах с большим количеством осадков и основным направлением в селекции для данных регионов является выведение высокоурожайных засухоустойчивых сортов чечевицы (рисунок 2). Результаты испытания указывают на варьирование урожайности семян в зависимости от сорта и условий выращивания. В условиях Саратовской области урожайность семян за годы эксперимента колебалась в следующих пределах: в 2020 г. – 0,54-1,23 т/га, в 2021 г. – 0,70-1,29 т/га, в 2022 г. – 1,21-1,88 т/га. Почвенно-климатические особенности Республики Крым позволили сформировать урожайность семян в границах: в 2020 г. – 0,70-1,10 т/га, в 2021 г. – 0,86-1,28 т/га, в 2022 г. – 0,94-1,59 т/га. Сложившиеся климатические условия в 2021 г. в Ростовской области позволили сформировать урожайность семян от 1,03 т/га до 1,48 т/га. В результате ранжирования сортов по средним значениям отмечены формы, сформировавшие наибольшую продуктивность в трех пунктах испытания: Даная (1,09-1,45 т/га), Дельта (1,19-1,48 т/га), Надежда (1,05-1,30 т/га).

Таблица 2 – Урожайность семян чечевицы, т/га

Сорт	г. Саратов	Республика Крым	Ростовская область
	2020-2022 гг.	2020-2022 гг.	2021 г.
Даная	1,17	1,09	1,45
Октава	1,15	1,16	1,03
Дельта	1,40	1,19	1,48
Пикантная	1,02	1,17	1,30
Надежда	1,30	1,05	1,29
Рубиновая	0,92	1,11	1,23
Светлая	1,15	0,98	-
Рауза	0,93	1,12	-
Аида	0,95	1,07	-
Восточная	1,05	1,21	-
Орловская красная	0,96	1,03	-

При обработке данных экологического сортоиспытания чечевицы согласно методике Eberhart S.A в интерпретации В.З. Пакудина и Л.М. Лопатиной [11, 12] было выделено несколько групп сортов:

1. Экстенсивная форма с низкой фенотипической стабильностью (Орловская красная). Согласно коэффициенту регрессии ($b_i = 0,54$) данный генотип слабо реагирует на изменения условий среды (таблица 3).

2. Группа с очень высокой фенотипической стабильностью (Октава, Дельта, Надежда, Рубиновая, Светлая, Рауза, Аида, Восточная). Данные формы слабо отзываются на улучшение условий произрастания, в то же время при ухудшении условий они обладают более низкими темпами снижения продуктивности.

3. К третьей группе отнесен сорт Даная характеризующиеся как «интенсивная форма с пониженной фенотипической стабильностью». Он способен сформировать высокую урожайность зерна, как в благоприятных условиях возделывания, так и в неблагоприятных.

4. Сорт Пикантная проявил себя как интенсивный с низкой фенотипической стабильностью. Генотип хорошо отзывается на улучшение условий выращивания, но требует более узкой специализации при его использовании.

Таблица 3 – Интерпретация результатов оценки пластичности и стабильности

Сорт	Коэффициент адекватности (B)	Коэффициент регрессии (d ₁)	Ошибка коэффициента регрессии (S _b)	Критерий значимости отклонения от 1 (t)
Даная	0,81	1,21	0,26	0,81
Октава	0,69	1,02	0,30	0,06
Дельта	0,65	1,03	0,32	0,08
Пикантная	0,89	1,36	0,21	1,71
Надежда	0,24	0,96	0,60	0,06
Рубиновая	0,14	0,98	0,73	0,03
Светлая	0,39	0,91	0,44	0,20
Рауза	0,91	1,04	0,15	0,30
Аида	0,77	1,03	0,25	0,13
Восточная	0,22	0,91	0,59	0,15
Орловская красная	0,16	0,54	0,39	1,18

Одной из задач селекционной работы является выведение высокобелковых сортов чечевицы (рисунок 2). При выведении новых сортов селекционеру в настоящее время необходимо учитывать не только количественные признаки, но и качественный состав семян у различных форм чечевицы, привлекаемых для гибридизации. В результате оценки по биохимическому составу семян выявлена низкая степень вариации исследуемых сортов по содержанию протеина по годам ($V=2,8-4,2$ %). Количество протеина в семенах в среднем составило: в 2020 г. – 25,7 %, в 2021 г. – 28,9 %, в 2022 г. – 28,7 %. В результате исследования отмечены формы с высоким содержанием протеина в 2021-2022 гг.: Октава (30,1-30,4 %), Пикантная (29,1-30,0 %), Рубиновая (29,3-31,0 %).

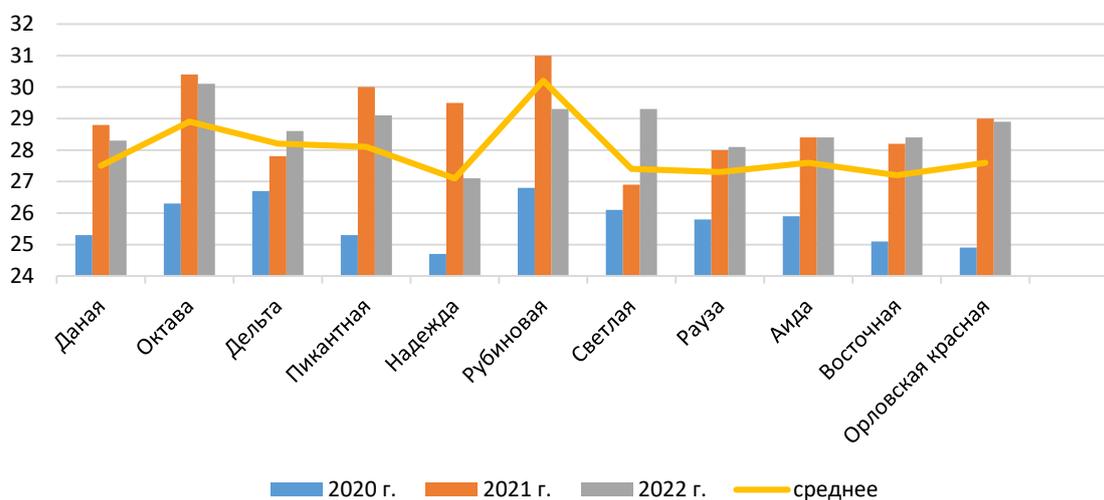


Рисунок 2. Биохимическая оценка семян чечевицы, 2020-2022 гг.

Выводы. Таким образом, созданная в ФГБНУ РосНИИСК «Россорго» серия сортов чечевицы, различается по биологическим показателям, а также технологическим свойствам. В ходе исследования выявлена урожайность сортов чечевицы в различных пунктах испытания. Оценка гибридов по показателям адаптивности позволила распределить их в следующие группы: 1 - экстенсивные формы с очень низкой фенотипической стабильностью (Орловская

красная); 2 - формы с высокой фенотипической стабильностью (Октава, Дельта, Надежда, Рубиновая, Светлая, Рауза, Аида, Восточная); 3 – интенсивная форма с пониженной фенотипической стабильностью (Даная); 4 - интенсивная форма с низкой фенотипической стабильностью (Пикантная). Основными направлениями селекционной работы продолжают оставаться задачи повышения урожайности и качества семян, улучшение технологических признаков, а также кулинарно-эстетических свойств.

Список источников

1. Международный год зернобобовых 2016: <http://www.fao.org/pulses-2016/ru/>.
2. FAO 1994. Definition and classification of commodities: 4. Pulses and derived products.
3. Шпаар Д., Элмер Ф., Постников А., Тарануха Г. Зернобобовые культуры – Мн.: «ФУ Аинформ», 2000. – 264 с.
4. Кондыков И.В. Культура чечевицы в мире и российской федерации (обзор). Зернобобовые и крупяные культуры. 2012. № 2 (2). с. 13-20.
5. Зотиков В.И., Наумкина Т.С., Грядунова Н.В., Сидоренко В.С., Наумкин В.В. Зернобобовые культуры - важный фактор устойчивого экологически ориентированного сельского хозяйства. / Зернобобовые и крупяные культуры. 2016. № 1 (17). с. 6-13.
6. Зайцев С.А., Волков Д.П., Носко О.С., Бычкова В.В. Чечевица как объект селекционной деятельности // АгроЭкоИнфо. 2022. № 1 (49).
7. Зайцев С.А., Волков Д.П., Гудова Л.А., Жужукин В.И. Экологическое изучение гибридов кукурузы в степной зоне Нижнего Поволжья // Аграрный научный журнал. 2022. № 4. С. 13-17.
8. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта: учебник. – М.: Агропромиздат, - 1985. – 351 с.
9. Методические указания ВИР по изучению зернобобовых культур – л.,1975. – 40 с.
10. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур.– Вып. 2. зерновые, крупяные, зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры // Госагропром СССР. государственная комиссия по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур. – М., 1989. – 194 с.
11. Пакудин В.З., Лопатина Л.М. Оценка экологической пластичности и стабильности сортов сельскохозяйственных культур // Сельскохозяйственная биология. – 1984. – №4. – С. 109–113.
12. Eberhart S.A., Russel W.A. Stability parameters for comparing varieties // Crop. Sci. – 1966. – V. 6, №1. – P. 36–40.

© Зайцев С.А., Рожков П.Ю., Миронов И.В., 2022

Научная статья
УДК: 633.15

Выявление гибридных комбинаций кукурузы перспективных для переработки на крахмал

Сергей Александрович Зайцев, Бабушкин Денис Дмитриевич

ФГБНУ Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго и кукурузы «Россорго», г. Саратов, Россия

Аннотация. В результате исследования экспериментальных гибридов, созданных на основе коллекционного материала ВИР, выявлена селекционная ценность гибридов по содержанию в зерне и выходу с гектара крахмала. Приводятся результаты по сбору крахмала с единицы площади. В эксперимент включены простые гибриды (30 комбинации), полученные по полной топкроссной схеме скрещиваний. Результаты исследования позволили выявить экспериментальные гибриды, формирующие с наибольший выход крахмала с единицы площади: ХЛГ 182 / РСК 7 (3,12-3,58 т/га), ЮВ 106 / РСК 7 (2,77-3,11 т/га), Х 46 / Б 293 (3,22-3,39 т/га), Ом 12 / Б 293 (2,72-3,85 т/га).

Ключевые слова: кукуруза, гибридные комбинации, урожайность, изменчивость, комбинационная способность, топкросс, крахмал, содержание

Identification of hybrid corn combinations promising for processing for starch

Sergei Alexandrovich Zaitsev, Babushkin Denis Dmitrievich
Russian Research Institute for Sorghum and Maize “Rossorgo”

Abstract. As a result of the study of experimental hybrids created on the basis of the VIR collection material, the breeding value of hybrids in terms of content in grain and yield per hectare of starch was revealed. The results of the collection of starch per unit area are given. The experiment included simple hybrids (30 combinations) obtained by a complete topcross cross scheme. The results of the study made it possible to identify experimental hybrids that form the highest yield of starch per unit area: HLG 182 / RSK 7 (3,12-3,58 t/ha), YuV 106 / RSK 7 (2,77-3,11 t/ha), H 46 / B 293 (3,22-3,39 t/ha), Om 12 / B 293 (2,72-3,85 t/ha).

Keywords: corn, hybrid combinations, yield, variability, combination ability, topcross, starch, content

Селекционная ценность создаваемых гибридных комбинаций определяется количественными и качественными показателями, которые необходимы для конкретных условий современного аграрного производства. В настоящее время важное экономическое и пищевое значение приобрело производство крахмала из зерна кукурузы. Крахмал является основным биохимическим показателем, характеризующим качество зерна, предназначенного для использования в производстве пищевого крахмала. Расширение пищевого использования зерна кукурузы диктует необходимость создания и изучения исходного материала для селекции гибридов с высоким содержанием крахмала, пригодных для применения в крахмалопаточной промышленности. Кроме того, основное количество энергии при кормлении сельскохозяйственных животных получают за счёт углеводов. Поэтому особую актуальность приобретает создание гибридов с высоким содержанием в зерне и выходом с единицы площади крахмала [1]. Испытание гибридов на более позднем этапе селекции обычно проводится на основе комбинаций в схеме диаллельных скрещиваний [2]. Однако, эта схема скрещиваний требует получения большого числа гибридов и является трудновыполнимой при большом числе изучаемых линий [3]. При выделении наилучших образцов из большой выборки более приемлемым является метод топкросса [4].

Материал и методика. Исследования проводились в 2020-2021 гг. на опытном поле ФГБНУ РосНИИСК «Россорго» в соответствии с методиками [5, 6, 7]. Климат региона характеризуется как резко континентальный. ГТК составил – 0,56-1,05. В эксперимент включены простые гибриды (30 комбинации), полученные по полной топкроссной схеме скрещиваний. В качестве тестеров использованы линии РСК 7, Б 293 и синтетическая популяция РНИИСК 1. Повторность – трехкратная. Учетная площадь делянки 7,7 м²; длина делянки 5,5 м. Густота стояния растений (50 тыс. растений/га). Агротехника в опыте – зональная, разработанная в ФГНУ РосНИИСК «Россорго».

Результаты. Полученные данные указывают на достоверные различия между гибридами по содержанию крахмала в зерне (таблица 1). Интервал варьирования содержания крахмала в зерне за изучаемый период изменялся от низких значений до среднего показателя и составил: в 2020 г. – 60,9% до 65,2%, в 2021 г. – от 59,3% до 66,1%. Коэффициент асимметрии указывает на практически симметричное распределение признака в 2020 г. и на правостороннюю скошенность в 2021 г. Однако коэффициенты вариации указывают на незначительные различия гибридов по содержанию крахмала в зерне.

Таблица 1 – Параметры статистической оценки гибридов по содержанию крахмала в зерне, %

Параметр	2020 г.	2021 г.
Среднее значение	63,1	62,2
Ошибка средней	0,14	0,20
Дисперсия	0,85	1,58
Стандартное отклонение	0,92	1,37
Коэффициент вариации	1,46	2,20
Коэффициент асимметрии	0,084 ns	0,397 ns
Ошибка коэффициента асимметрии	0,354	0,354
Коэффициент эксцесса	-0,167 ns	0,419 ns
Ошибка коэффициента эксцесса	0,693	0,693
min	60,9	59,3
max	65,2	66,1
НСР _{0,05}	2,57	2,41

Оценка биохимического состава зерна позволила выявить содержание крахмала в зерне (таблица 2). Количество крахмала в зерне варьировала в зависимости от состава комбинаций и в среднем составило: у гибридов с включением тестера РСК 7 62,3-62,8%, с тестером Б 293 – 62,5-63,2%, с тестером РНИИСК 1 – 61,8-63,3%. Наибольшее содержание крахмала отмечено в следующих комбинациях: ЮВ 25 / РСК 7 (63,3-64,2%), КС 75 / РСК 7 (62,7-64,4%), ХЛГ 948 / РСК 7 (63,5-64,1%), Кин 073 / РСК 7 (63,4-63,8%), ЮВ 106 / РСК 7 (63,6-66,1%), КС 25 / Б 293 (63,0-63,5%), ХЛГ 182 / Б 293 (63,5-63,6%), КС 75 / Б 293 (63,1-63,5%), ХЛГ 182 / РНИИСК 1 (62,9-63,6%).

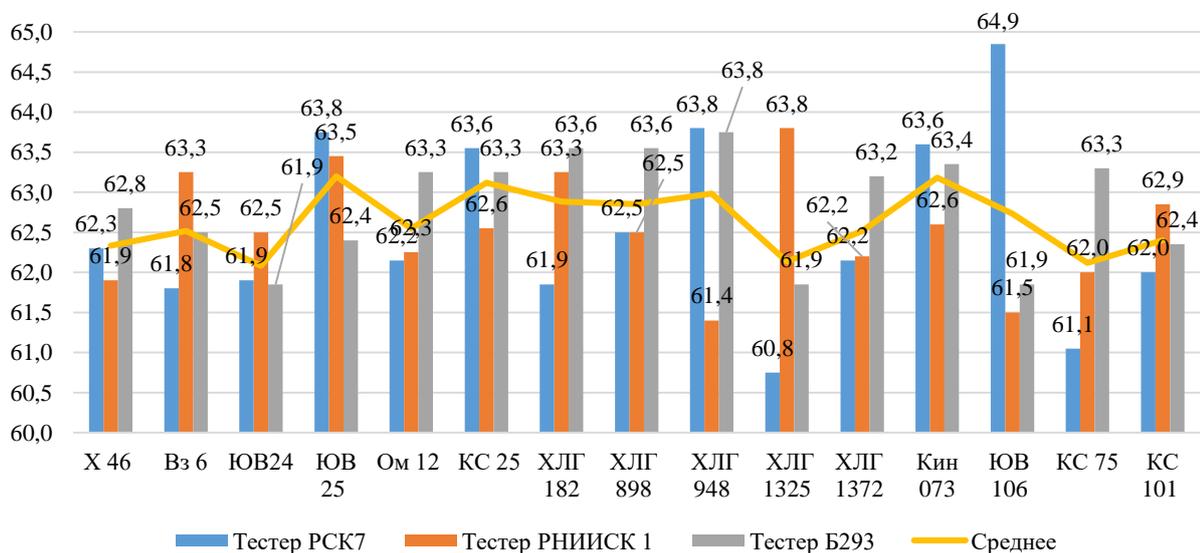


Рисунок 1. Содержание крахмала в зерне кукурузы, %, 2020-2021 гг.

Оценка урожайности зерна и биохимического состава позволила выявить выход крахмала с 1 га зерна (рисунок 2). Сбор крахмала с зерном варьировал в зависимости от состава комбинаций и в среднем составил: у гибридов с включением тестера РСК 7 2,28-2,63 т/га, с тестером Б 293 – 2,39-2,56 т/га, с тестером РНИИСК 1 – 2,32-2,58 т/га. Наибольший выход крахмала получен в следующих комбинациях: ХЛГ 182 / РСК 7 (3,12-3,58 т/га), ЮВ 106 / РСК 7 (2,77-3,11 т/га), X 46 / Б 293 (3,22-3,39 т/га), Ом 12 / Б 293 (2,72-3,85 т/га).

Размах изменчивости эффектов ОКС по содержанию в зерне крахмала варьировал в 2020 г. от -0,89 до 0,54; в 2021 г. от -1,25 до 0,88 (таблица 3). Высокое значение эффекта ОКС наблюдалось у линий: в 2020 г. – ЮВ 25, ХЛГ 948, ХЛГ 1372; в 2021 г. – ЮВ 25, КС 25, Кин 073.

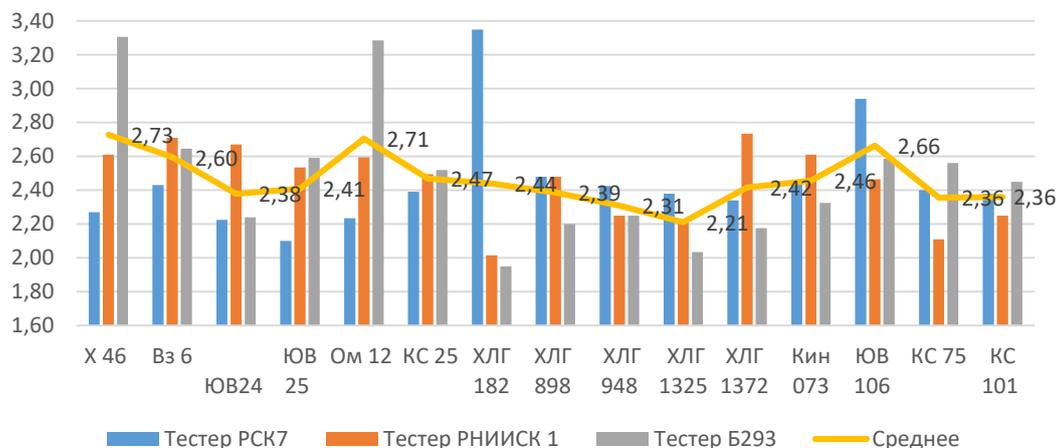


Рисунок 2. Выход крахмала зерна кукурузы с 1 га, т/га, 2020-2021 гг.

Выводы. В результате исследования экспериментальных гибридов, созданных на основе коллекционного материала ВИР, выявлена селекционная и комбинационная ценность линий по содержанию в зерне и выходу с гектара крахмала. Выделены линии с высоким эффектом ОКС по содержанию крахмала в зерне (X 46, В3 6, Ом 12, ЮВ 106), а также гибридные комбинации ЮВ 25 / РСК 7 (63,3-64,2%), КС 75 / РСК 7 (62,7-64,4%), ХЛГ 948 / РСК 7 (63,5-64,1%), Кин 073 / РСК 7 (63,4-63,8%), ЮВ 106 / РСК 7 (63,6-66,1%), КС 25 / Б 293 (63,0-63,5%), ХЛГ 182 / Б 293 (63,5-63,6%), КС 75 / Б 293 (63,1-63,5%), ХЛГ 182 / РНИИСК 1 (62,9-63,6%). Результаты исследования позволили выявить экспериментальные гибриды, формирующие с наибольший выход крахмала с единицы площади: ХЛГ 182 / РСК 7 (3,12-3,58 т/га), ЮВ 106 / РСК 7 (2,77-3,11 т/га), X 46 / Б 293 (3,22-3,39 т/га), Ом 12 / Б 293 (2,72-3,85 т/га).

Список источников

1. Хатефов Э.Б., Аппаев С.П., Коцева А.Р. Создание и оценка новых источников амилопектинового крахмала на основе линий восковидной кукурузы (*Zea mays ceratina*) из коллекции ВИР // Успехи современного естествознания. 2019. – №1. – С. 57-62.
2. Жужукин В.И., Зайцев С.А., Волков Д.П., Гудова Л.А. Оценка комбинационной способности линий кукурузы в диаллельных скрещиваниях по высоте прикрепления початка // Успехи современного естествознания. – 2018. – № 10. – С. 50-55
3. Губин С.В., Логинова А.М., Гетц Г.В. Изучение комбинационной способности инбредных линий кукурузы в нерегулярных скрещиваниях // Кукуруза и сорго. 2021. № 2. С. 18-25.
4. Гончаренко А.А., Ермаков С.А., Макаров А.В., Семенова Т.В., Точилин В.Н., Крахмалева О.В. Изучение комбинационной способности инбредных линий озимой ржи по методу топкросса // Зерновое хозяйство России. 2017. – №5 (53). – С. 1-8.
5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта - М.: Агропромиздат, 1985. – 351с.
6. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. 2. Зерновые, крупяные, зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры // Госагропром СССР. Государственная комиссия по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур. – М., 1989. – 194 с.
7. Федин М.А., Силис Д.Я., Смирязев А.В. Статистические методы генетического анализа - М.: Колос, 1980. – 208.

Научное обеспечение производства оригинальных семян чины посевной

Сергей Александрович Зайцев, Башинская Оксана Сергеевна

ФГБНУ Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго и кукурузы «Россорго», г. Саратов, Россия

Аннотация. В засушливых условиях РФ дополнительным источником пополнения белка и повышения качества кормовой базы может служить чина посевная. В статье описана схема селекционной работы с чинной посевной. Приведена краткая характеристика созданных в институте сортов. Указаны параметры урожайности и содержание протеина в семенах и зеленой массе. Приведена схема семеноводства оригинальных семян чины в ФГБНУ РосНИИСК «Россорго».

Ключевые слова: чина, семеноводство, сорт, урожайность, протеин, селекция

Sergei Alexandrovich Zaitsev, Babushkin Denis Dmitrievich

Russian Research Institute for Sorghum and Maize "Rossorgo"

Abstract. In the arid conditions of the Russian Federation, the sowing grasspea can serve as an additional source of protein replenishment and improvement of the quality of the forage base. The article describes the scheme of breeding work with the grasspea of sowing. A brief description of the varieties created at the institute is given. Yield parameters and protein content in seeds and green mass are indicated. The scheme of seed production of the original seeds of the grasspea in the FSBSI RosNIISK "Rossorgo" is given.

Keywords: grasspea, seed production, variety, productivity, protein, selection

Устойчивое производство кормов зависит от урожайности зерновых и кормовых культур, улучшения структуры посевных площадей за счет расширения посевов однолетних, многолетних бобовых и бобово-злаковых травосмесей. Прочная кормовая база имеет решающее значение для увеличения производства продуктов животноводства [1]. Обеспеченность кормами должна предусматриваться прежде всего за счет кормов собственного производства. Бобовые культуры имеют важное хозяйственное значение. Благодаря высокому содержанию белка, они играют большую роль в питании человека и кормлении животных. По мере интенсивного роста населения планеты потребность в белковых продуктах растительного происхождения постепенно возрастает. В засушливых условиях РФ дополнительным источником пополнения белка и повышения качества кормовой базы может служить чина посевная. Чина посевная (*Lathyrus sativus*) – малораспространенная в РФ бобовая культура [2]. Между тем, в некоторых странах Азии (Индия, Бангладеш), в Африке (Эфиопия) она широко возделывается в засушливых условиях на кормовые и пищевые цели [3].

Семена и зеленая масса чины содержат высокое количество протеина и могут служить источником пополнения белка в пищевом рационе людей и домашнего скота (табл. 1).

Таблица 1 – Содержание белка в семенах и зеленой массе сортов чины посевной в конкурсном питомнике (ФГБНУ РосНИИСК «Россорго»), %

Сорт	Семена				среднее	Зеленая масса				среднее
	2019	2020	2021	2022		2019	2020	2021	2022	
Рачейка	30,7	28,4	28,1	29,5	29,2	24,6	21,0	24,0	24,8	23,6
Мраморная	30,8	26,8	28,4	27,5	28,4	23,5	20,3	23,2	26,3	23,3
Елена	31,0	29,5	28,8	30,3	29,9	25,2	20,2	24,3	23,5	23,3
Жемчужина	32,3	31,5	29,5	29,2	30,6	20,3	26,1	22,6	21,7	22,7

В степных и полузасушливых районах с недостаточным количеством осадков чина является перспективной культурой. Преимущество ее в том, что она помимо засухоустойчивости, обладает устойчивостью к болезням и вредителям, особенно к гороховой зерновке, наносящей существенный вред посевам других бобовых культур [4, 5]. В России чина посевная в силу своих биологических особенностей может занять экологическую нишу в промежуточной полосе между южной границей возделывания гороха и северной границей агрономического ареала распространения нута. Основными районами возделывания чины посевной в России являются полузасушливые зоны южных и юго-восточных степей и лесостепей: Татарстан, Башкортостан, Чувашия, Среднее и Нижнее Поволжье, Челябинская, Курганская и Омская области, засушливые районы Воронежской, Тамбовской, Пензенской областей и Мордовии. На Северном Кавказе чину посевную выращивают в Ростовской области, Краснодарском и Ставропольском краях, Северной Осетии, Ингушетии, Дагестане. Спрос на мировом рынке на эту культуру и потенциал ее использования открывают широкие возможности для возделывания чины. Однако, в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию в РФ, включено ограниченное количество сортов [6].

Материал и методы. ФГБНУ РосНИИСК «Россорго» изучение чины посевной, как и многих культур-самоопылителей, отбор лучших форм и испытание их в полевых условиях производит по схеме, представленной в таблице 2.

Таблица 2 – Схема селекционной работы с чиной посевной

Основные этапы изучения и испытания селекционного материала	Параллельные испытания и размножение
Питомник исходного материала	
Селекционный питомник	
Контрольный питомник	
Предварительное сортоиспытание	Испытание на провокационном фоне; предварительное размножение лучших форм
	Испытание на различных агрофонах; предварительное размножение лучших сортов
Конкурсное сортоиспытание	Производственное испытание; испытание на различных агрофонах; предварительное размножение лучших сортов
Государственное сортоиспытание	Производственное сортоиспытание и размножение

Научное исследование основывается на методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [7, 8]. В семенах и зеленой массе определяется содержание основных биохимических веществ: сырого протеина (ГОСТ 10846-91), сырого жира (ГОСТ 13496.15-97), сырой клетчатки (ГОСТ 13496.2-91), сырой золы (ГОСТ 26226-95).

Результаты.

Рассматривая, сорт как важнейший элемент технологии следует указать, что в настоящее время селекционное изучение чины посевной проводится в ограниченном количестве научных учреждений РФ. На 2022 г. в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию включено 5 сортов чины посевной, из них 4 сорта селекции ФГБНУ РосНИИСК «Россорго». В настоящее время возделывание чины посевной в сельскохозяйственном комплексе РФ имеет ограниченное значение. Это связано с недостаточной информацией о преимуществах данной культуры.

Таблица 3 – Урожайность семян чины посевной в конкурсном питомнике (опытное поле ФГБНУ РосНИИСК «Россорго»), т/га, 2019-2022 гг.

Год	Сорт			
	Рачейка	Елена	Мраморная	Жемчужина
2019 г.	2,05	2,39	1,91	2,34
2020 г.	1,65	1,86	1,83	2,16
2021 г.	1,89	2,05	1,96	1,95
2022 г.	1,63	1,98	1,77	2,02
Среднее значение	1,81	2,07	1,87	2,12

Таблица 4 – Урожайность зеленой массы чины посевной в конкурсном питомнике (опытное поле ФГБНУ РосНИИСК «Россорго»), т/га, 2019-2022 гг.

Год	Сорт			
	Рачейка	Елена	Мраморная	Жемчужина
2019 г.	12,5	22,6	22,0	19,5
2020 г.	13,4	25,7	26,7	23,2
2021 г.	10,2	21,8	21,3	17,7
2022 г.	11,4	23,5	22,5	21,7
Среднее значение	11,9	23,4	23,1	17,8

Сорт Мраморная (Патент №6705 от 17.12.2012 г.)

Хозяйственные свойства. Урожайность семян сорта (при стандартной влажности) – 1,89-2,84 т/га, зеленой массы – 12,6-13,9 т/га. Период от посева до полных всходов – 8-12 дней. Период от посева до хозяйственной спелости – 83-100 дней. Период от полных всходов до полного цветения – 28-32 дня. Период от начала цветения до конца цветения – 10-16 дней. Период от полного цветения до хозяйственной спелости – 44-56 дней. Устойчивость к засухе (почвенной и воздушной): в период от всходов до цветения – 5 баллов; в период от цветения до созревания – 5 баллов. Устойчивость к весенним заморозкам – 4 балла. Интенсивность развития клубеньков – средняя. Устойчивость к полеганию (по 5-бальной шкале) – 3 балла. Устойчивость к опадению бобов – устойчив. Устойчивость к растрескиванию бобов (осыпание семян) – бобы не растрескиваются. Высота прикрепления нижних бобов – 32-41 см. Пригодность к механизированной уборке – средняя. Опадение листьев при созревании – не опадают.

Семя: форма – клиновидная, 3-4-хгранные; окраска семян – серо-мраморные $\frac{3}{4}$, коричневатые $\frac{1}{4}$; поверхность семени – со вдавленностями; блеск семян – блестящие.

Технические качества семян. Натурная масса – 874-934 г/л. Масса 1000 семян – 188-208 г. Содержание протеина от абсолютно сухого вещества (N×6,25) – 28,7-31,2%, жира – 1,8-2,1%, БЭВ – 57,7-60,5%, зола – 4,2-4,8%, клетчатка – 4,2-5,7%, крахмал – 37,3-40,1%. Содержание питательных веществ в зеленой массе в фазу цветения: протеин – 21,9%, жир – 3,3 %, клетчатка – 21,6%, зола – 10,2%, БЭВ – 43,0%.

Сорт Рачейка (патент №6706 от 17.12.2012 г.)

Хозяйственные свойства. Урожайность семян сорта (при стандартной влажности) – 1,92-2,79 т/га, зеленой массы – 12,9-13,32 т/га. Vegetационный период (от посева до хозяйственной спелости) – 81-99 дней. Период от посева до полных всходов – 8-12 дней. Период от полных всходов до полного цветения – 29-32 дня. Период от начала цветения до конца цветения – 9-15 дней. Период от полного цветения до хозяйственной спелости – 45-55 дней. Устойчивость к засухе (почвенной и воздушной): в период от всходов до цветения – 5 баллов; в период от цветения до созревания – 5 баллов. Устойчивость к весенним заморозкам – 4 балла. Интенсивность развития клубеньков – средняя. Устойчивость к полеганию (по 5-бальной шкале) – 3 балла. Устойчивость к опадению бобов – устойчив. Устойчивость к растрескиванию бобов (осыпание семян) – бобы не растрескиваются. Высота прикрепления нижних бобов – 29-38 см. Пригодность к механизированной уборке – средняя. Опадение листьев при созревании – не опадают. Семя: форма – зубовидная; окраска семян – белая; окраска семенной кожуры – белая; окраска рубчика – белая.

Технические качества семян. Натурная масса (вес литра в граммах) – 870-907 г. Масса 1000 семян – 172-206 г. Содержание протеина от абсолютно сухого вещества (N×6,25) – 27,6-30,4%, жира – 1,7-1,9%, БЭВ – 58,5-60,5%, зола – 3,9-4,1%, клетчатка – 4,6-5,8%, крахмал – 38,5-43,3%. Содержание питательных веществ в зеленой массе чины посевной в фазу цветения (% на а.с.с.): протеин – 22,84%, жир – 4,39%, клетчатка – 22,70%, зола – 9,05%, БЭВ – 41,03%.

Сорт Елена (патент №9556 от 12.03.2018 г.)

Хозяйственные свойства. Урожайность семян сорта (при стандартной влажности, %) – 1,86-2,59 т/га. Vegetационный период (от посева до хозяйственной спелости) – 81-85 дней. Период от посева до полных всходов – 8-9 дней. Период от полных всходов до полного цветения – 29-32 дня. Период от начала цветения до конца цветения – 15-17 дней. Период от полного цветения до хозяйственной спелости – 52-53 дня. Устойчивость к засухе (почвенной и воздушной): в период от всходов до цветения – 5 баллов; в период от цветения до созревания – 5 баллов. Устойчивость к весенним заморозкам – 4 балла. Интенсивность развития клубеньков – средняя. Устойчивость к полеганию (по 5-бальной шкале) – 3 балла. Устойчивость к опадению бобов – устойчив. Устойчивость к растрескиванию бобов (осыпание семян) – бобы не растрескиваются. Высота прикрепления нижних бобов – 21,3-25,7 см. Пригодность к механизированной уборке – средняя. Опадение листьев при созревании – не опадают.

Семя: крупное (длина 9,5 мм, ширина 9,1 мм), плоско-клиновидной формы, гладкое, со вдавливаниями; окраска семян – белая; окраска семенной кожуры – белая; рубчик – светлый, овальный, короткий.

Технические качества семян. Натурная масса (вес литра в граммах) – 789-810 г. Масса 1000 семян – 256-272 г. Содержание протеина от абсолютно сухого вещества (N×6,25) – 28,4-29,5%, жира – 0,6-1,0%, БЭВ – 59,1-61,3%, зола – 3,3-3,7%, клетчатка – 5,3-7,9%.

Сорт Жемчужина (патент №8455 от 13.04.2016 г.)

Хозяйственные и биологические свойства. Урожайность семян сорта (при стандартной влажности, %) – 1,87-2,43 т/га. Vegetационный период (от посева до хозяйственной спелости)

– 84-86 дней. Период от посева до полных всходов – 8-9 дней. Период от полных всходов до полного цветения – 31-33 дня. Период от начала цветения до конца цветения – 14-15 дней. Период от полного цветения до хозяйственной спелости – 52-53 дня. Устойчивость к засухе (почвенной и воздушной): в период от всходов до цветения – 5 баллов; в период от цветения до созревания – 5 баллов. Устойчивость к весенним заморозкам – 4 балла. Интенсивность развития клубеньков – средняя. Устойчивость к полеганию (по 5-бальной шкале) – 3 балла. Устойчивость к опадению бобов – устойчив. Устойчивость к растрескиванию бобов (осыпание семян) – бобы не растрескиваются. Высота прикрепления нижних бобов – 19,1-20,2 см. Пригодность к механизированной уборке – средняя. Опадение листьев при созревании – не опадают.

Семя:- крупное (длина 9,1 мм, ширина 9,0 мм), округлой формы, гладкое, со вдавливаниями; окраска семян – белая; окраска семенной кожуры – белая; рубчик – светлый, овальный, короткий. Семена сорта Жемчужина пригодны для приготовления шлифованной крупы.

Технические качества семян. Натурная масса (вес литра в граммах) – 784-790 г. Масса 1000 семян – 173-182 г. Содержание протеина от абсолютно сухого вещества (N×6,25) – 29,1-30,0%, жира – 0,1-1,1%, БЭВ – 58,4-60,3%, клетчатка – 5,5-7,3%.

Воспроизводство оригинальных семян чины ведется в ФГБНУ РосНИИСК «Россорго» по следующей схеме:

- питомник отбора;
- питомники испытания потомств (ПИП-1, ПИП-2);
- питомники размножения (ПР-1, ПР-2, ПР-3, ПР-4 (суперэлита));
- элита;
- репродукционные семена (РС-1, РС-2).



Рисунок 1. Семена чины посевной (сорт Жемчужина)

Первичными звеньями семеноводства являются: питомник испытания потомств 1-го года, питомник испытания потомств 2-го года, питомники размножения 1 и 2-го года. Задача первичных звеньев семеноводства – выращивание высококачественных семян для производства суперэлиты и элиты. Первичные звенья выращиваются в лаборатории селекции и семеноводства нута.

Исходным материалом для закладки питомника испытания потомств 1-го года (ПИП 1) служат семена лучших растений, отобранных из питомников размножения или суперэлиты.

Перед уборкой проводится оценка семей по сортовым признакам: форма куста, высота растений и высота прикрепления нижнего боба. Дается оценка на устойчивость к болезням. После браковки лучшие семьи убираются вручную. В лабораторных условиях проводится оценка и отбор по форме и окраске зерна.

Питомник испытания потомств 2-го года (ПИП 2) закладывается лучшими семьями, отобранными в ПИП 1. Стандарт размещается через 30-40 семей. Малоурожайные и нетипичные семьи бракуются, а лучшие – убираются и обмолачиваются каждая отдельно. После лабораторной оценки по зерну и браковки по урожайности семьи объединяются и идут на посев питомника размножения первого года (ПР 1).

В Российской Федерации в соответствии с законом «О техническом регулировании» в рамках технического комитета по стандартизации впервые разработан национальный стандарт ГОСТР 52325-2005 «Семена сельскохозяйственных растений. Сортовые и посевные качества. Общие технические условия» [9]. Он утвержден приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии (23 марта 2005 г. № 63-ст) и введен в действие с 1 января 2006 г. Требования к качеству семян чины представлены в табл. 2.

Таблица 5 – Сортовые и посевные качества семян чины

Категория семян	Сортовая чистота, % не менее	Чистота семян, % не менее	Содержание семян других растений, шт./кг, не более		Всхожесть %, не менее
			всего	в т.ч. сорных	
ОС	99,8	99,0	4	0	92,0
ЭС	99,8	99,0	6	0	92,0
РС	98,0	98,5	20	4	92,0
РСт	95,0	98,0	24	6	87,0

Выводы. Таким образом, в институте создана серия сортов чины посевной, различающихся по биологическим показателям, а также технологическим свойствам. Основными направлениями селекционной работы продолжают оставаться задачи повышения урожайности и качества семян, улучшение технологических признаков, а также кулинарно-эстетических свойств. Следует отметить, что одновременно с сортоиспытанием лучшие, наиболее перспективные сорта изучаются на различных агрофонах и в производственных условиях хозяйств (производственное испытание), что дает возможность к моменту передачи их в государственное сортоиспытание иметь наиболее полную оценку данных сортов.

Список источников

1. Зайцев С.А. Перспективы использования чины посевной в кормопроизводстве / Зайцев С.А., Волков Д.П. В сборнике: Научное обеспечение устойчивого развития агропромышленного комплекса в условиях аридизации климата. Сборник материалов II международной научно-практической конференции ФГБНУ РосНИИСК "Россорго". Саратов, 2022. С. 65-69.
2. Жужукин В.И., Горбунов В.С., Зайцев С.А., Волков Д.П. Изучение исходного материала чины посевной для селекции в условиях Нижнего Поволжья // Зерновое хозяйство России. – 2017. – № 6 (54). – С. 48-52.
3. R. J. Hillocks. Grass pea (*Lathyrus sativus*): Is there a case for further crop improvement? / R. J. Hillocks. M. N. Maruthi // *Euphytica* (2012) 186:647–654

4. Вишнякова М.А., Бурляева М.О. Потенциал хозяйственной ценности и перспективы использования российских видов чины // Сельскохозяйственная биология. – 2006. – Т. 41. № 6. – С. 85-97.
5. Зайцев С.А. Изучение коллекционного материала чины посевной в условиях степной зоны Нижнего Поволжья / Зайцев С.А., Волков Д.П., Матюшин П.А., Бабушкин Д.Д., Бычкова В.В., Жужукин В.И. // Успехи современного естествознания. 2022. № 5. С. 19-25.
6. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию (официальное издание). – Москва, 2022.
7. Методические указания ВИР по изучению зернобобовых культур – л.,1975. - 40с.
8. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур.– Вып. 2. зерновые, крупяные, зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры // Госагропром СССР. государственная комиссия по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур. – М., 1989. – 194 с.
9. ГОСТ Р 52325-2005 Семена сельскохозяйственных растений. Сортные и посевные качества. М. Стандартинформ, 2005, С.-24.

© Зайцев С.А., Башинская О.С., 2022

Научная статья
УДК 633.37

Возможности использования чины посевной

*Зайцев Сергей Александрович, к.с.-х.н., главный научный сотрудник
Волков Дмитрий Петрович, старший научный сотрудник*

ФГБНУ Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго и кукурузы «Россорго», г. Саратов

Аннотация. Ввиду возможного использования чины посевной для повышения продовольственной и кормовой базы проведена оценка биохимического состава семян и зеленой массы. Выявлены коэффициенты вариации урожайности семян, зеленой массы и содержания питательных веществ. Выявлено количество валовой энергии в семенах и зеленой массе.

Ключевые слова: чина посевная, семена, зеленая масса, урожайность, кормопроизводство, содержание, протеин, БЭВ, валовая энергия

Кормопроизводство — крупный и сложный сектор агропромышленного комплекса. Объемы производства кормов в физическом исчислении намного превышают валовое производство всей другой продукции растениеводства. Более 75 % времени, энергии и средств, расходуемых в растениеводстве, затрачивается на производство кормов. При этом (с учетом площадей, занятых полевыми кормовыми культурами, зерновыми на фуражные цели) используется 78,6 % сельскохозяйственных угодий России, в том числе 60 % пашни [1]. Повышение эффективности кормопроизводства связано с увеличением доли белка в используемых кормах. При этом, полевое кормопроизводство остается основным источником производства кормов. Определяющим фактором устойчивого производства кормов является повышение урожайности зерновых и кормовых культур, совершенствование их структуры за счет расширения посевов многолетних бобовых и бобово-злаковых травосмесей [2]. Прочная кормовая база имеет решающее значение для увеличения производства продуктов животноводства. Обеспеченность кормами должна предусматриваться прежде всего за счет кормов собственного производства. Для этого необходимо в планы по производству кормов

вводить различные источники их получения, приспособленные к конкретным условиям возделывания. В засушливых условиях степной зоны Саратовской области альтернативным источником пополнения белка и повышения кормовой базы может служить чина посевная [3]. Интродукция данной культуры позволит укрепить кормовую базу, повысить эффективность животноводства, улучшить снабжение населения продуктами питания, в результате чего укрепится и продовольственная безопасность страны в целом [4].

Материал и методы. Возделывание селекционного материала чины посевной проводилось на опытном поле ФГБНУ РосНИИСК «Россорго» в 2015-2018 гг. Гидротермический коэффициент в период май – сентябрь составил: 2015 г. – 0,90; 2016 г. – 0,48; 2017 г. – 1,05; 2018 г. – 0,69. Исследование проводилось на 2 сортах и 13 линиях чины, полученных в результате индивидуального отбора из образцов различного эколого-географического происхождения, предоставленных из коллекционного фонда ФИЦ ВИГРР им. Н.И. Вавилова (ВИР): Рачейка, Мраморная, ЛК-7, ЛК-12, ЛК-17, ЛК-21, ЛК-34, ЛК-240, ЛК-278, ЛК-292, ЛК-403, ЛК-703, ЛК-780, ЛК-805, ЛК-834, ЛК-1116. Площадь делянки составила – 10 м². Повторность трехкратная. Агротехника в опыте – зональная, разработанная в ФГНУ РосНИИСК «Россорго». Фенологические наблюдения и учеты проводили по методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [5]. В семенах определяли содержание сырого протеина (ГОСТ 10846-91), сырого жира (ГОСТ 13496.15-97), сырой клетчатки (ГОСТ 13496.2-91), сырой золы (ГОСТ 26226-95). Статистическая обработка экспериментального материала проводилась в соответствии с методическими указаниями [6, 7]. Биоэнергетическая оценка материала проводилась по зоотехническому анализу семян [8].

Результаты. В ходе эксперимента у чины посевной были выявлены параметры варьирования урожайности и биохимических показателей (таблица 1). В семенах и зеленой массе чины посевной содержится высокое количество протеина, и она относится к числу высокобелковых культур. В ходе исследования в данной выборке по изучаемым признакам были выявлены следующие коэффициенты вариации: низкий (<10%) – содержание в семенах протеина, клетчатки, золы, БЭВ, содержание в зеленой массе клетчатки, золы, БЭВ; средний (10-20%) – урожайность семян, содержание протеина и жира в зеленой массе; высокий (>20%) – урожайность сухого вещества зеленой массы.

Таблица 1 – Результаты статистической обработки урожайности и биохимического состава чины посевной, 2015-2018 гг.

Признак	Среднее значение	V, %	min	max	НСР _{0,05}
Урожайность семян, т/га	1,56	18,1	1,05	2,11	0,18
Урожайность сухого вещества зеленой массы, т/га	1,71	20,5	1,05	2,55	0,25
Содержание в семенах, %					
протеин	29,3	3,8	27,5	31,2	1,46
жир	0,8	26,6	0,4	1,3	0,08
клетчатка	6,2	9,4	5,1	7,2	0,28
зола	3,5	3,5	3,0	3,8	0,19
БЭВ	60,5	3,0	58,5	67,2	1,38
Содержание в зеленой массе, %					
протеин	21,7	10,1	19,9	25,9	1,48
жир	3,4	15,8	2,5	4,6	0,50
клетчатка	22,9	8,1	19,9	28,7	2,15
зола	10,2	9,7	8,7	13,1	1,10
БЭВ	41,8	6,9	36,0	43,1	1,73

Следует отметить, что несмотря на низкие абсолютные значения и слабое различие между образцами по некоторым биохимическим показателям, дисперсионный анализ указывает на существенные различия по изучаемым параметрам. Высокий коэффициент вариации по содержанию в семенах жира сочетается с низкими фактическими значениями данного признака (0,4-1,3%).

В ходе эксперимента выделены формы с урожайностью семян выше 1,5 т/га (рисунок 1): ЛК-17, ЛК-34, ЛК-278, ЛК-403, ЛК-780, ЛК-805, ЛК-834, ЛК-1116, превышающие значения стандартов. В кормлении животных перспективными являются полнорационные смеси, приготовленные на основе зеленых кормов с добавлением зернофуража и других компонентов. Использование подобных кормов создает широкие возможности для механизации и автоматизации их раздачи и повышает продуктивность животных. Средняя урожайность сухого вещества зеленой массы чины составила 1,71 т/га. Для получения зеленых кормов перспективными являются образцы, формирующие наибольшую урожайность зеленой массы и наибольший выход валовой энергии: Мраморная (2,24 т/га, 39,0 ГДж/га), ЛК-780 (2,10 т/га, 36,8 ГДж/га), ЛК-805 (2,55 т/га, 44,7 ГДж/га).



Рисунок 1. Урожайность и выход валовой энергии чины посевной, 2015-2018 гг.

В настоящее время все больше внимания уделяется вопросам энергоресурсосбережения в кормопроизводстве, повышению его энергетической и экономической эффективности, повышению продуктивности всего растениеводства. Выход валовой энергии с урожаем семян у чины варьирует в интервале 16,7-33,5 ГДж/га (таблица 2). Причем наибольшую долю в энергетической ценности обеспечивает содержание безазотистых экстрактивных веществ 9,6-19,0 ГДж/га, тогда как вклад протеина составляет 5,9-12,3 ГДж/га, жира 0,2-0,6 ГДж/га, клетчатки 0,8-2,1 ГДж/га. Наибольший выход валовой энергии (более 29,0 ГДж/га) получен с урожаем семян: ЛК-34, ЛК-278, ЛК-292, ЛК-403, ЛК-780, ЛК-1116.

Таблица 2 – Выход валовой энергии с семенами у чины посевной, 2015-2018 гг.

Наименование	Энергия по полезному веществу, ГДж/га				
	всего	протеин	жир	клетчатка	БЭВ
Рачейка	23,2	8,6	0,4	1,5	12,7
Мраморная	21,3	7,4	0,4	1,4	12,2
ЛК-7	21,1	7,9	0,5	1,3	11,5
ЛК-12	23,9	9,4	0,6	1,3	12,7

Наименование	Энергия по полезному веществу, ГДж/га				
	всего	протеин	жир	клетчатка	БЭВ
ЛК-17	25,0	9,5	0,5	1,6	13,5
ЛК-21	16,7	5,9	0,5	0,8	9,6
ЛК-34	33,5	11,9	0,5	2,1	19,0
ЛК-240	20,8	7,4	0,2	1,3	11,9
ЛК-278	30,0	11,5	0,6	1,7	16,2
ЛК-292	29,6	11,0	0,5	1,8	16,4
ЛК-403	30,9	11,2	0,5	1,9	17,3
ЛК-780	32,2	12,3	0,6	1,9	17,3
ЛК-805	28,4	10,8	0,3	1,6	15,8
ЛК-834	27,6	10,5	0,5	1,5	15,1
ЛК-1116	31,0	11,7	0,4	1,6	17,3

Выход валовой энергии с сухим веществом зеленой массы отмечен в пределах: 17,4-44,7 ГДж/га (рисунок 2). В зеленой массе наибольшую долю в энергетической ценности также обеспечивает содержание БЭВ (7,2-17,6 ГДж/га), вклад протеина составляет 5,0-13,2 ГДж/га, жира 1,3-3,0 ГДж/га, клетчатки 3,7-12,9 ГДж/га. Наибольший выход валовой энергии с зеленой массой (более 29,0 ГДж/га) получен у образцов: Рачейка, Мраморная, ЛК-34, ЛК-780, ЛК-805.

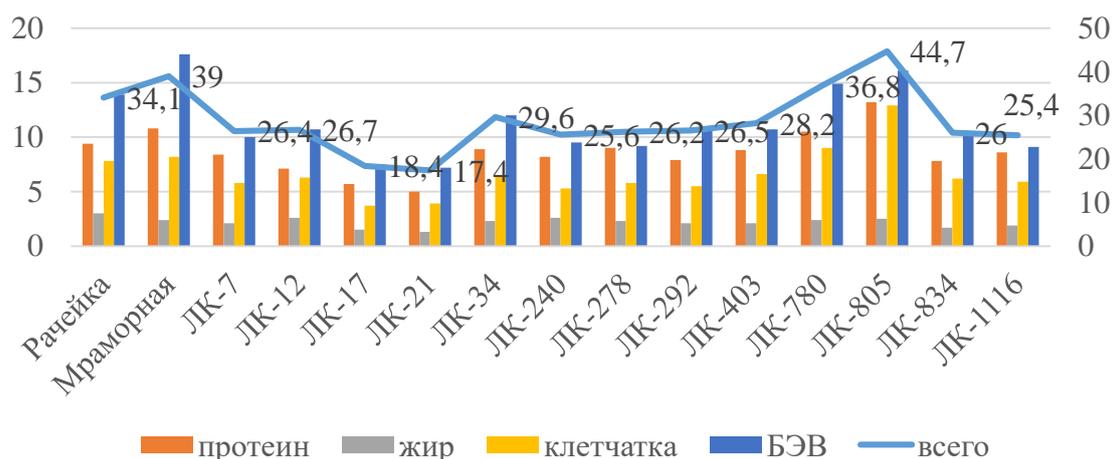


Рисунок 2. Выход валовой энергии в сухим веществом зеленой массы чины посевной, ГДж/га, 2015-2018 гг.

Для повышения эффективности кормления животных необходимо решить проблему высококачественного растительного белка, повысить энергетическую эффективность и увеличить производство высококачественных грубых, сочных и концентрированных кормов. Повышение эффективности кормопроизводства и увеличения белка в кормах возможно при включении в севооборот чины посевной, содержащей высокое количество протеина в семенах и зеленой массе. Выявлено, что образцы чины обеспечивают урожайность семян в интервале 1,05-2,11 т/га и валовый сбор энергии с семенами от 16,7 до 33,5 ГДж/га, а также урожайность сухого вещества зеленой массы в интервале 1,05-2,55 т/га и валовый сбор энергии с зеленой массой от 17,4 до 44,7 ГДж/га. Отмечено, что выход валовой энергии более 29,0 ГДж/га может быть получен с урожаем семян у сортообразцов ЛК-34, ЛК-278, ЛК-292, ЛК-403, ЛК-780, ЛК-1116, а также с урожайностью зеленой массы у образцов Рачейка, Мраморная, ЛК-34, ЛК-780, ЛК-805.

Список источников

1. Ситников Н.П. Развитие животноводства на основе современного кормопроизводства / Н.П. Ситников // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство. Москва, 2021. – С. 132-137.
2. Трофимов И.А. Пути повышения эффективности возделывания отечественных сортов и технологий агроландшафтах юга России / И.А. Трофимов, В.М. Косолапов, Л.С. Трофимова // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2015. – № 54. – С. 305–309.
3. Жужукин В.И. Изучение исходного материала чины посевной для селекции в условиях Нижнего Поволжья / В.И. Жужукин, В.С. Горбунов, С.А. Зайцев, Д.П. Волков // Зерновое хозяйство России. 2017. – № 6 (54). – С. 48-52.
4. Асадова А.И. Чина посевная (*Lathyrus sativus L.*) как альтернативный источник протеина в кормопроизводстве / А.И. Асадова // Сборник статей по материалам международной научно-практической конференции. – 2020. – С. 20-25.
5. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – Вып. 2. Зерновые, крупяные, зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры. Госагропром СССР. Государственная комиссия по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур. – М., 1989. – 194 с.
6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. – М.: Книга по Требованию, 2012. – 352 с.
7. Лакин Г.Ф. Биометрия. / Г.Ф. Лакин – М.: Высшая школа, 1990. – 352 с.
8. Петухова Е.А. Зоотехнический анализ кормов. / Е.А. Петухова, Р.Ф. Бессарабова, Л.Д. Халенева, О.А. Антонова – М.: Агропромиздат, 1989. – 239 с.

© Зайцев С.А., Волков Д.П., 2022

Научная статья
УДК 633.15

Комбинационная способность линий по элементам структуры урожая

Сергей Александрович Зайцев, Волков Дмитрий Петрович

ФГБНУ Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго и кукурузы «Россорго», г. Саратов

Аннотация. В статье обсуждаются результаты изучения элементов структуры урожая самоопыленных линий кукурузы. Отмечены средние значения признаков у самоопыленных линий, а также среднegrupповые показатели гибридов. Проведена оценка эффектов общей и дисперсии специфической комбинационной способности линий. Отмечено существенное влияние на проявление массы початка, массы зерна с початка, выхода зерна, количества зерен в ряду и зерен на початке паратипического компонента дисперсии (E).

Ключевые слова: кукуруза, линия, гибриды, урожайность, изменчивость, ОКС, СКС, диаллельный анализ

Combination ability of lines by elements of harvest structure in the dialle complex

Sergei Alexandrovich Zaitsev, Volkov Dmitriy Petrovich

Russian Research Institute for Sorghum and Maize “Rossorgo”

Abstract. The article discusses the results of studying the elements of the yield structure of self-pollinated maize lines. The mean values of traits in self-pollinated lines, as well as the mean group indicators of hybrids, were noted. The effects of the general and dispersion of the specific combinative ability of the lines were

evaluated. A significant influence on the manifestation of the weight of the cob, the weight of the grain from the cob, the yield of grain, the number of grains in a row and the grains on the cob of the paratypical component of the dispersion (E) was noted.

Keywords: corn, line, hybrids, productivity, variability, GCA, SCA, diallel analysis

Важнейшие биологические особенности кукурузы - широкая генетическая изменчивость и высокая экологическая пластичность, обеспечивающие адаптацию в широком диапазоне внешних условий. Благодаря высокой биологической приспособляемости, кукуруза способна нормально развиваться в различных районах страны [1, 2]. Поэтому биологические требования кукурузы могут колебаться с большой амплитудой, обусловленной варьированием комплекса взаимосвязанных биохимических, физиологических, морфологических и других признаков. Для полного и экономически эффективного использования кукурузы необходимо знать биологические особенности и основные требования к условиям произрастания коллекционного материала [3].

Одним из направлений изучения селекционного материала кукурузы является исследование комбинационной способности линий и определение компонентов генетического контроля хозяйственно-ценных параметров. Изучение коллекционных сортообразцов кукурузы проводится для выявления хозяйственно-ценных морфологических признаков и биологических свойств растений каждого образца [3, 4]. Наблюдения, проводимые в процессе изучения коллекции, дают полную характеристику морфологических признаков, выявляют хозяйственно-ценные свойства исходного материала. Использование диаллельной схемы скрещиваний, в отличие от других методов изучения комбинационной способности (топкросс, поликросс, свободное переопыление) более трудоемко [5, 6]. Однако, данный способ позволяет получить наиболее точную информацию об общей и специфической комбинационной способности. Количественные показатели являются наиболее удобными для диаллельного анализа, которые при относительно не сложном измерении являются важным составным элементом в формировании интегрального показателя урожайности растения [6]. Определение общей комбинационной способности по массе початка, выходу зерна, количеству зерен на початке является важной составной частью работы, помогающей выявить перспективные линии, которые могут дать высокоурожайные гибриды [7].

Цель исследования. Целью исследований является установление на исходном материале (линии кукурузы) проявления эффектов ОКС и СКС, а также некоторых компонентов генетической дисперсии по элементам структуры урожая.

Материал и методика. Исследования проводились в 2016–2019 гг. на опытном поле ФГБНУ РосНИИСК «Россорго». Климат региона характеризуется как резко континентальный. ГТК составил в 2016 г. - 0,48, в 2017 г. - 1,05, в 2018 г. - 0,61, в 2019 г. - 0,56. Почва опытного участка – чернозем южный малогумусный среднесплодный тяжелосуглинистый. В эксперимент включены простые гибриды (120 комбинации), полученные по диаллельной схеме 16 гомозиготных линий (метод 2, модель 1 Гриффинга). Повторность – трехкратная. Учетная площадь делянки 7,7 м². Густота стояния растений (45 тыс. растений/га). Агротехника в опыте – зональная, разработанная в ФГНУ РосНИИСК «Россорго». Для проведения учетов и наблюдений использовались соответствующие методики [8, 9]. Комбинационную способность образцов определяли по II методу В. Griffing, генетический анализ компонентов генетической дисперсии проводили по В.И. Науман [10, 11, 12].

Результаты. Для повышения потенциала продуктивности гибридов кукурузы необходим анализ количественных признаков, которые влияют на урожайность зерна и другие хозяйственно-ценные признаки. При этом особое внимание следует обратить на элементы продуктивности. Элементы структуры урожая коррелятивно связаны с урожайностью зерна, хотя и вносят неравнозначный вклад в формирование продуктивности растения (таблица 1). Корреляционный анализ усредненных данных за 2016–2019 гг. выявил наличие тесной связи между урожайностью зерна и массой початка ($r = 0,96$), и массой зерна с початка ($r = 0,99$).

Таблица 1 – Статистические параметры элементов продуктивности растения гибридов кукурузы (2016-2019 гг.)

Признак	Масса початка, г	Масса зерна с початка, г	Количество зерен в ряду, шт.	Количество зерен с початка, шт.
r	0,96**	0,99**	0,33**	0,57**
x	128,8	100,5	30,1	397,0
sx	1,23	0,94	0,26	4,08
s ²	182,1	106,2	7,82	1994,1
s	13,5	10,31	2,80	44,7
V, %	10,5	10,3	9,3	11,2
F	4,25*	3,56*	5,17*	5,41*
HCP _{0.05}	8,08	6,52	1,66	27,74

Примечание: r - коэффициент корреляции признака с урожайностью зерна; x - среднее значение признака; sx – ошибка; s² – дисперсия; s – стандартное отклонение; V - коэффициент вариации, %

За 2016-2019 гг. масса 1 початка у самоопыленных линий варьировала от 50,1 г до 91,5 г (таблица 1). Среднегрупповые значения гибридов изменялись от 118,1 г до 142,9 г. Показатели массы зерна с початка варьировали в пределах: 35,8-71,6 г у линий, 92,3-110,4 г по среднегрупповым значениям гибридов. Ранжирование по средним значениям массы початка позволило расположить линии в зависимости в следующей последовательности: CL 7 < PCK 25 < PH26 < Ук12Д2 < МК 130 У < Ом 255 < Х46 < PCK 7 < ЛВ32 < МК 11 < ЮВ 19 < Бг1266 < КС 25 < Ом232 < Од 28 < PCK 3. Распределение среднегрупповых показателей гибридов выявило смещение расположения линий: CL 7 < Х 46 < ЮВ 19 < Од 28 < КС 25 < ЛВ 32 < Бг 1266 < Ом 255 < Ук12 Д 2 < PCK 25 < Ом 232 < Мк 130 У < PCK 3 < PCK 7 < PH 26 < Мк 11. Ранжирование по средним значениям массы зерна с початка у линий и по среднегрупповым значениям гибридов выявило незначительные отклонения в аналогичной последовательности.

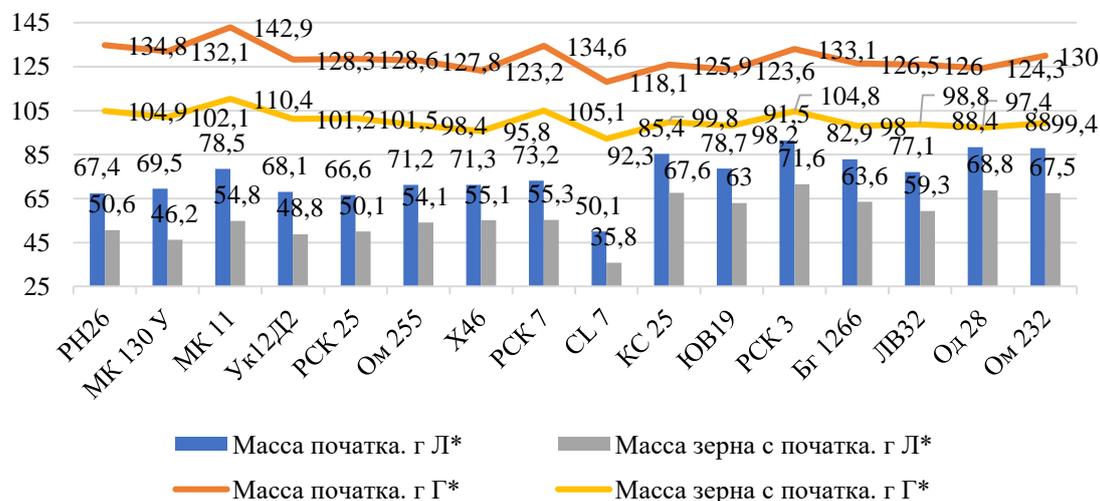


Рисунок 1. Элементы структуры урожая самоопыленных линий кукурузы (Л*) и среднегрупповые значения гибридов (Г*), среднее 2016-2019 гг.

Результаты анализа комбинационной способности самоопыленных линий кукурузы, проведенного по диаллельной схеме, указывают на низкое значение эффектов ОКС по признакам «масса початка» и «масса зерна с початка» у линии CL 7. Высокий эффект ОКС отмечен у линии Мк11. (таблица 2). Оставшиеся формы по данным параметрам характеризовались средним значением эффекта ОКС в различной степени. Относительно высокая дисперсия СКС по массе початка и зерна с початка зафиксирована у линий PH 26, Бг 1266, Мк 11, PCK 7. Относительно высокие эффекты СКС по массе початка выявлены в комбинациях: PH 26 / Бг 1266 (24,3), Х 46 / КС 25 (30,0), PCK / Бг 1266 (36,4), ЮВ 19 / Бг 1266 (24,6).

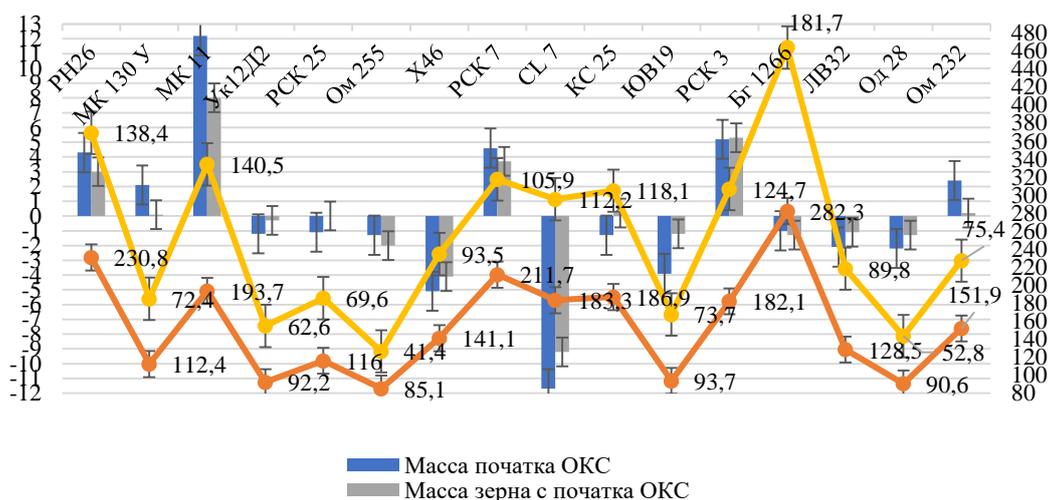


Рисунок 2. Комбинационная способность самоопыленных линий кукурузы по элементам структуры урожая, среднее 2016-2019 гг.

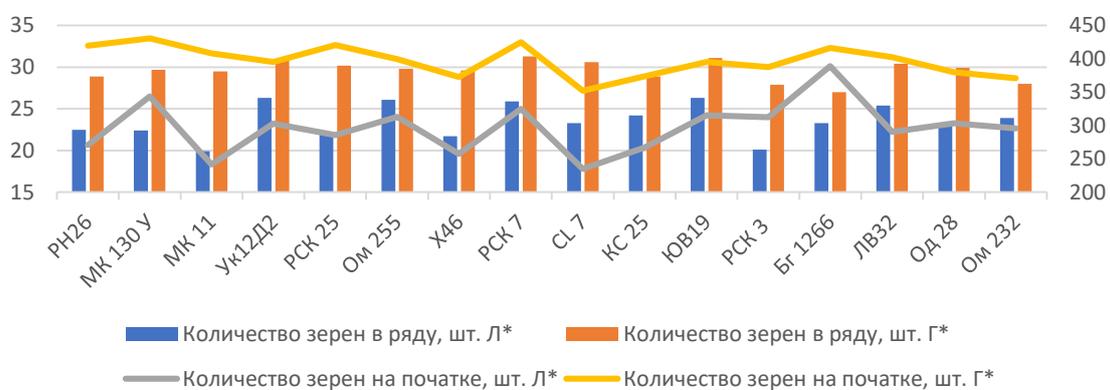


Рисунок 3. Элементы структуры початка самоопыленных линий кукурузы (Л*) и среднегрупповые значения гибридов (Г*), среднее 2016-2019 гг.

В среднем за годы исследования отмечены различия между линиями по количеству зерен в ряду и количеству зерен на початке. Наибольшее количество зерен в ряду отмечено у линий Ук 12 Д 2, ЮВ 19, ЛВ 32, Ом 255, РСК 7. У гибридов с участием данных форм также выявлено наибольшее количество зерен в ряду.

Признак «число зерен в рядке» положительно коррелирует с урожайностью зерна. Являясь компонентом урожайности, он в некоторой степени определяет уровень урожая зерна с одного растения и урожая зерна с единицы площади. Оценка материала по данному признаку позволила выявить высокие эффекты ОКС у линий РН 26 и РСК 7 и низкие значения эффекта ОКС у линий КС 25, РСК 3, Бг 1266, Ом 232. Немаловажным является показатель количества зерен на початке. Высокие значения эффекта ОКС отмечены у линий Мк 130 У, РСК 7, Бг 1266, а низкие у линий Х 46, СL 7, КС 25, Ом 232.

С помощью метода диаллельных скрещиваний можно также установить характер наследования количественных признаков и получить информацию о других генетических свойствах анализируемых форм (об аддитивных эффектах генов, степени и направлении доминирования генов, контролирующих развитие признаков, о соотношении частот доминантных и рецессивных генов в определенном локусе). При расчете генетических параметров и интерпретации полученных результатов необходимо соблюдать ряд требований: отсутствие различий между реципрокными гибридами, гомозиготность родительских форм, наличие только двух аллелей в локусе, отсутствие неаллельного взаимодействия (эпистаз), независимое распределение генов у исходных форм, диплоидное расщепление, нормальное прохождение мейоза [12].

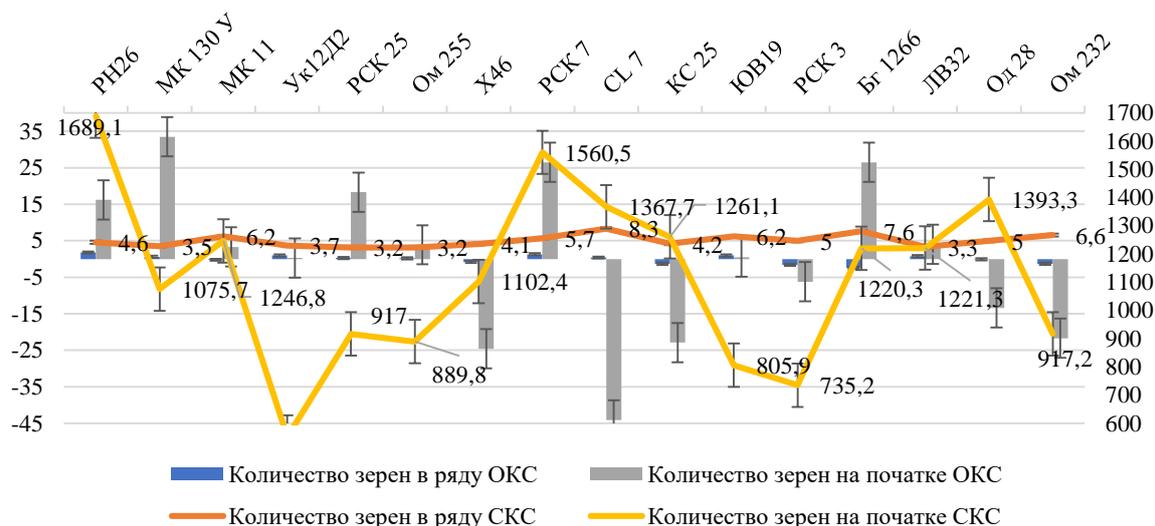


Рисунок 4. Комбинационная способность самоопыленных линий кукурузы по элементам структуры урожая, среднее 2016-2019 гг.

Существенно значимые показатели компонентов доминирования (H_1 , H_2), по массе початка и зерна, а также по количеству зерен в ряду по абсолютной величине превышают значения компонента D (таблица 2). Отношение $\sqrt{H_1/D}$ по данным параметрам свидетельствует о положительном влиянии сверхдоминирования (1,35-9,40). Разность $m_{11}-m_{10}$ по изучаемым признакам имеет указывает на то, что доминирование по всем параметрам направлено в сторону родительских форм с большей выраженностью признака, что подтверждается $h > D$.

Таблица 2 – Оценка компонентов генетической дисперсии по урожайности зерна самоопыленных линий кукурузы, 2016-2019 гг., %

Компонент	Масса початка	Масса зерна с початка	Количество зерен в ряду	Количество зерен на початке
D	-201,1	-127,6	0,3	300,5
F	-423,1±	-263,7	-2,4	-2675,8
H_1	824,9*	550,6*	26,6*	550,2
H_2	985,4*	638,1*	21,3*	1347,1
h	9347,8*	6729,6*	149,6*	23971,8*
E	407,8*	279,2*	13,4*	3949,8*
$m_{11}-m_{10}$	48,7	41,3	6,2	79,5
$\sqrt{H_1/D}$	2,02	2,08	9,4	1,35
$H_2/4H_1$	0,29	0,29	0,20	0,61
$\sqrt{(4DH_1)+F}/\sqrt{(4DH_1)-F}$	1,00	1,00	0,93	1,00
h/H_2	9,5	10,5	7,0	17,8
r =	-0,60 (df = 10)	-0,51 (df = 11)	-0,24 (df = 10)	0,68 (df = 10)

Значения отношения $H_2/4H_1$ по изучаемым признакам указывают на неравномерное распределение аллелей с положительными и отрицательными эффектами ($<0,25$). Анализ компонентов указывает на то, что на проявление массы початка и массы зерна влияют 9-11 генов или групп генов, а проявление количества зерен в ряду контролируется 7 генами.

Несущественные значения компонента H_2 по выходу зерна и количеству зерен на початке не позволяют достоверно определить количество генов, оказывающих влияние на проявление признаков. В 2016-2019 гг. существенное влияние на элементы структуры урожая оказывал паратипический компонент дисперсии (E).

Выводы. Проведенный диаллельный анализ новых линий озимого рапса позволил оценить их комбинационную способность и селекционную ценность как компонентов скрещивания. Определены возможные пути их дальнейшего включения в селекционную работу по определенным признакам в качестве компонентов при создании гибридов F1 или при создании многолинейных (популяционных) сортов, проведен анализ генетических свойств анализируемых форм, а также природа генетических эффектов (их аддитивности или доминантности и эпистаза), обуславливающих важнейшие признаки и возможности отбора по фенотипу растений. В результате оценки самоопыленных линий кукурузы на комбинационную способность по элементам структуры урожайности зерна отмечены высокие эффекты ОКС и дисперсия СКС у следующих компонентов скрещиваний: РН 26, Бг 1266, Мк 11, РСК 7. Данные линии возможно использовать при выделении перспективных гибридных комбинаций и получении синтетических популяций. Линии СЛ 7 имеющие низкую ОКС целесообразно использовать при выделении отдельных ценных комбинаций. Установлено существенное влияние компонентов доминирования (H_1 , H_2), а также, что доминирование направлено в сторону родительских форм с большей выраженностью признака.

Список источников

1. Драгавцев В.А., Литун П.П., Шкель Н.М., Нечипоренко Н.Н. Модель эколого- генетического контроля количественных признаков растений // Доклады АН СССР. – 1984. – Т. 274, № 3. – С. 720–723
2. Жужукин В.И., Зайцев С.А., Волков Д.П., Гудова Л.А. Оценка комбинационной способности линий кукурузы в диаллельных скрещиваниях по высоте прикрепления початка // Успехи современного естествознания. – 2018. – № 10 – с. 50-55
3. Зайцев С.А. Применение диаллельного анализа при изучении комбинационной способности кукурузы // Аграрный научный журнал. 2020. № 8. С. 16-19.
4. Гончаренко А.А., Крахмалев С.В., Макаров А.В., Ермаков С.А. Генетический анализ количественных признаков у инбредных линий озимой ржи (*Secale cereale* L.) в диаллельных скрещиваниях // Сельскохозяйственная биология. 2015. Т. 50. № 1. С. 75-84.
5. Кибальник О.П. Комбинационная способность цмс линий зернового сорго по элементам урожайности // Кукуруза и сорго. 2016. № 3. С. 10-13.
6. Новичихин А.П., Лемешев Н.А., Гульняшкин А.В. Изучение комбинационной способности новых раннеспелых линий кукурузы // Рисоводство. 2019. № 1 (42). С. 54-57.
7. Паритов А.Ю., Айшаева З.М., Алоева Б.А. Оценка компонентов генетической вариации на основе данных диаллельных скрещиваний // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 3. С. 575.
8. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта - М.: Агропромиздат, 1985. – 351с.
9. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. 2. Зерновые, крупяные, зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры // Госагропром СССР. Государственная комиссия по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур. – М., 1989. – 194 с.
10. Турбин Н.В., Хотылева Л.В., Таругина Л.А. Диаллельный анализ в селекции растений // Мн., 1974, с. 184, С. 3–6.
11. Федин М.А., Силис Д.Я., Смирязев А.В. Статистические методы генетического анализа - М.: Колос, 1980. – 208.
12. Хотылева Л.В., Мишин Л.А., Таругина Л.А. Анализ различных схем скрещиваний для оценки общей комбинационной способности исходного материала по раннеспелости и общему урожаю // Овощеводство. 1996. № 9. С. 38.

Сохранение способности к аллогамии у псевдогамных злаков

Эльмира Исмаиловна Кайбелева

Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского,
г. Саратов

Ольга Ивановна Юдакова

Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского,
г. Саратов

Аннотация. В статье представлены результаты анализа качества пыльцы и соотношения количества пыльцы к количеству семязачатков (P/O ratio) у псевдогамных злаков. Установлена способность апомиктических растений производить большое количество пыльцы, достаточное для обеспечения перекрестного опыления. Рассмотрены возможные адаптивные и эволюционные последствия сохранения аллогамии при переходе растений на апомиксис.

Ключевые слова: пыльца, мужской гаметофит, апомиксис, псевдогамия, P/O ratio, злаки, Poaceae.

Preservation of the ability to allogamy in pseudogamous cereals

Elmira Ismailovna Kaybeleva

Saratov State University, Saratov

Olga Ivanovna Yudakova

Saratov State University, Saratov

Abstract. The article presents the results of the pollen quality and the pollen/ovules ratio analysis in pseudogamous cereals. The ability of apomictic plants to produce large amounts of pollen, sufficient to ensure cross-pollination, has been established. Possible adaptive and evolutionary consequences of maintaining allogamy during the transition of plants to apomixis are considered.

Key words: pollen, male gametophyte, apomixis, pseudogamy, P/O ratio, cereals, Poaceae.

У дикорастущих злаков апомиксис (размножение семенами без оплодотворения), как правило, проявляется в форме псевдогамии, при которой зародыш развивается партеногенетически, а эндосперм – в результате оплодотворения центральной клетки зародышевого мешка (Ozias-Akins, 2006). Сохранение одного из двух актов оплодотворения делает процесс завязывания полноценных семян и репродуктивный успех апомиктов зависимым от опыления, также как и у половых видов. У апомиктических растений мейоз, как правило, выпадает только в женской генеративной сфере, тогда как при микроспорогенезе он сохраняется, но нередко проходит с различными нарушениями. В результате наряду с гаплоидной пыльцой у псевдогамных растений образуется определенный процент дефектных или пустых пыльцевых зерен (Куприянов, 1989; Шишкинская и др., 2004). В связи с этим возникает вопрос, не влечет ли уменьшение количества фертильной пыльцы в пыльниках к изменению у растений типа опыления (например, к переходу от аллогамии к автогамии).

Аномалии в развитии мужской генеративной сферы апомиктов не случайны, они обусловлены рядом причин. К ним относятся высокая ploидность и гибридная природа большинства апомиктических форм. Исследования особенностей микроспорогенеза и микрогаметофитогенеза у апомиктических злаков показали, что нарушения этих процессов условно можно разделить на вредные и нейтральные. К первым относятся образование

хромосомных мостов и отставание хромосом в анафазе первого или второго деления мейоза. Результатом таких нарушений является образование микроспор и в дальнейшем пыльцевых зерен с несбалансированным числом хромосом, которые постепенно дегенерируют. Количество стерильной пыльцы у апомиктичных злаков может варьировать в широких пределах: от 15 до 90 % и выше (Юдакова, 2008). У проанализированных в данной работе злаков флоры Саратовской области степень дефектности пыльцы (СДП) у апомиктов варьировала от 20,0 % у *Anthoxanthum nitens* до 30,6 % у *Poa pratensis*, тогда как у амфимиктов максимальный показатель СДП составил всего 15,4 % у *Brachypodium pinnatum*) (табл.1).

Нейтральные нарушения мейоза приводят к образованию отклоняющихся от нормы (по морфологии, структуре, плоидности), но функциональных пыльцевых зерен. К такому типу можно отнести реституционные деления, движение хромосом к одному из полюсов клетки в анафазе первого или второго деления мейоза, нарушение ориентации ахроматинового веретена. Реституционные деления чаще наблюдаются во втором делении мейоза, когда телофаза II не завершается цитокинезом, и дочерние ядра сливаются, образуя одно ядро с нередуцированным числом хромосом. В результате вместо тетрад микроспор образуются диады или триады. Такие процессы описаны у апомиктичных видов *Paspalum* (Pagliarini et al., 1999), *Poa pratensis* и *P. badensis* (Юдакова, Шишкинская, 2008; Юдакова, 2008).

У *P. pratensis* нами был обнаружен также еще один механизм нередукции, при котором в анафазе первого или второго деления мейоза хромосомы не распределялись между полюсами, а двигались к одному из них. После завершения цитокинеза одна из клеток оставалась безъядерной, а ядро второй содержало нередуцированный набор хромосом.

Генетическая неоднородность пыльцы, т. е. присутствие в одном пыльнике гаплоидной, анеуплоидной и диплоидной пыльцы, отражается в варьировании ее размеров: наряду с преобладающим типом пыльцы среднего размера присутствуют мелкие и крупные, а иногда и гигантские пыльцевые зерна. Морфометрические различия начинают проявляться на стадии микроспор, но наиболее выражены в зрелой пыльце. Основная масса пыльцевых зерен в пыльниках псевдогамных злаков характеризуется небольшими размерами (в среднем от 25 до 35 мкм) (табл. 1), типичными для аллогамных анемофильных растений (Меликян, 2000; Linder, 2000).

Таблица 1 – Качество пыльцы и соотношение количества пыльцевых зерен к количеству семязачатков (P/O ratio) у изученных видов злаков

Вид	Средняя СДП, %	Средний диаметр пыльцы, мкм	Среднее количество пыльцы в пыльнике, шт.	Среднее значение P/O, абс.ч.	
				без учета СДП	с учетом СДП
Половые виды					
<i>Alopecurus pratensis</i>	5,4	27,52±0,57	2959±249	8877	8397
<i>Brachypodium pinnatum</i>	15,4	28,42±1,35	2081±363	6243	5278
<i>Bromus riparius</i>	15,0	33,78±1,11	3806±7	11418	9705
<i>Bromus tectorum</i>	10,1	37,24±5,81	344±46	1032	928
<i>Calamagrostis epigejos</i>	12,1	29,58±1,51	696±29	2088	1835
<i>Elymus caninus</i>	10,5	45,57±2,80	579±38	1737	1563
<i>Eragrostis minor</i>	4,2	30,82±1,16	70±11	210	201
<i>Glyceria fluitans</i>	12,3	30,52±0,58	4130±255	12390	10903
<i>Poa annua</i>	4,0	25,04±0,29	1841±161	5523	5302
<i>Scolochloa festucacea</i>	9,25	26,57±1,62	1142±442	3426	3109
Апомиктичные виды					
<i>Anthoxanthum nitens</i>	20,5	26,87±1,49	2023±189	16184	12947

Вид	Средняя СДП, %	Средний диаметр пыльцы, мкм	Среднее количество пыльцы в пыльнике, шт.	Среднее значение Р/О, абс.ч.	
				без учета СДП	с учетом СДП
<i>Dactylis glomerata</i>	30,5	33,01±0,71	3080±259	9240	6468
<i>Festuca valesiaca</i>	30,5	35,54±0,82	2035±157	6105	4273
<i>Koeleria pyramidata</i>	24,3	27,52±1,01	1240±160	3720	2715
<i>Lolium pratense</i>	24,4	25,63±0,36	1717±129	5151	3914
<i>Poa pratensis</i>	30,6	27,56±0,86	1245±119	3735	2726
<i>Poa bulbosa</i>	26,7	29,56±10,54	1408±560	4224	3096
<i>Poa angustifolia</i>	27,1	27,40±2,00	1014±232	3042	2218
<i>Poa compressa</i>	25,2	27,79±4,15	830±159	2490	1862

Известно, что количество пыльцы, производимое растением, определяется типом опыления (Cruden, 1977; Шамров, 2008). В связи с этим соотношение количества пыльцевых зёрен к количеству семязачатков (pollen/ovule ratio, или Р/О ratio) является индикатором типа опыления. Показатель Р/О возрастает в направлении от клейстогамии к облигатной аллогамии. У облигатных автогамов он лежит в пределах 27,8-168,5 пыльцевых зерен на один семязачаток, у факультативных автогамов – 168,6-796,6, факультативных аллогамов – 796,6-5859,2, а у облигатных аллогамов превышает 5859,2 (Cruden, 1977; Шамров, 2008).

Сравнительный анализ Р/О у апомиктических и амфимиктических злаков показал, что у облигатно половых видов значения Р/О варьировали от 210 у *Eragrostis minor*, что позволяет отнести его к факультативным автогамам, до 10903 у *Glyceria fluitans*, что характеризует его как облигатного аллогамы (табл. 1). В то же время все изученные апомиктические злаки имели высокие значения Р/О, свойственные факультативным или облигатным аллогаммам. Причем соотношение пыльцевых зерен к семязачаткам у апомиктов оставалось в диапазоне аллогамов, даже в том случае, если при вычислении Р/О учитывали только нормальную пыльцу, т. е. выполненную, среднего размера. Сравнительный анализ значений Р/О у половых и апомиктических злаков с использованием коэффициента корреляции Спирмена и критерия Манна-Уитни не выявил корреляции между показателем Р/О и способом размножения растений (при $p > 0,05$).

Таким образом, полученные данные показывают, что псевдогамные злаки производят большое количество фертильной пыльцы, достаточное для успешного обеспечения перекрестного опыления. Способ опыления растений во многом определяет адаптивные возможности и эволюционные перспективы вида. Если ограниченная рекомбинационная система автогамов направлена на воспроизведение существующих в популяции генотипов, то аллогамия, напротив, способствует увеличению генотипической изменчивости популяции за счет рекомбинаций (Грант, 1984). Таким образом, сохранение у факультативных псевдогамных апомиктов потенций для успешного осуществления перекрестного опыления обеспечивает им возможность использовать для адаптации и эволюционных преобразований рекомбинационный потенциал аллогамии, а также осуществлять перенос генов апомиксиса при внутривидовых и межвидовых скрещиваниях, создавая предпосылки для гибридогенного образования новых апомиктических форм.

Список источников

1. Грант В. Видообразование у растений. – М.: изд-во «Мир», 1984. – С. 393–436.
2. Куприянов П.Г. Диагностика систем семенного размножения в популяциях цветковых растений. – Саратов, 1989. – 160 с.
3. Меликян А.П. Половой полиморфизм // Эмбриология растений. Терминология и концепции. Т. 3. – СПб.: Мир и семья, 2000. – С. 73–75.

4. Шамров И.И. Семязачаток цветковых растений: строение, функции, происхождение. – СПб., 2008. – 359 с.
5. Шишкинская Н.А., Юдакова О.И., Тырнов В.С. Популяционная эмбриология и апомиксис у злаков. – Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 2004. – 145 с.
6. Юдакова О.И. Особенности микроспорогенеза у апомиктического *Poa pratensis* L. (Poaceae) // Бот. журн. – 2008. – Т. 93, № 2. – С. 299–303.
7. Юдакова О.И. Эмбриологические особенности системы семенной репродукции факультативно апомиктических злаков // Автореф. ... д-ра биол. наук.- Саратов, 2008. - 42 с.
8. Юдакова О.И., Шишкинская Н.А. Особенности эмбриологии апомиктических злаков. – Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 2008. – 105 с.
9. Cruden R.W. Pollen-ovule ratios: a conservative indicator of breeding systems in flowering plants // Evolution. –1977. – V. 31. – P. 32–46.
10. Linder H.P. Vicariance, climate change, anatomy and phylogeny of Restionaceae // Botanical Journal of the Linnean Society. – 2000. – V. 134. – P. 159–177.
11. Ozias-Akins P. Apomixis: developmental characteristics and genetics // Critical reviews in plant sciences. – 2006. – V. 25. – P. 199–214.
12. Pagliarini M.S., Takayama S.Y., de Freitas P.M. et al. Failure of cytokinesis and 2n gamete formation in Brazilian accessions of *Paspalum* // Euphytica. – 1999. – №108. – P. 129–135.

© Кайбелева Э. И., Юдакова О.И., 2022

Научная статья
УДК 63+631.8

Коинокуляция микрорастений картофеля PGPR-бактериями *Azospirillum baldaniorum* Sp245 и *Ochrobactrum cytisi* IPA7.2 для повышения эффективности микроклонального размножения картофеля

Кристина Юрьевна Каргаполова¹, Оксана Викторовна Ткаченко¹, Нина Васильевна Евсева², Геннадий Леонидович Бурьгин^{1,2}

¹ Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов

²Институт биохимии и физиологии растений и микроорганизмов ФИЦ СЦ РАН,
г. Саратов

Аннотация. Симбиоз микрорастений и ризосферных микроорганизмов может быть использован в культуре *in vitro* для улучшения роста и продуктивности микроклонов картофеля. В ходе исследований была изучена ответная реакция микрорастений сортов Невский и Кондор на инокуляцию *in vitro* штаммами *Azospirillum baldaniorum* Sp245 и *Ochrobactrum cytisi* IPA7.2 по отдельности и в консорциуме. Проведена оценка морфометрических параметров роста растений в культуре *in vitro*, в условиях адаптации *ex vitro*. Установлена зависимость эффективности бактериализации от этапа культивирования, состава инокулята и генотипа картофеля. В культуре *in vitro* штамм *A. baldaniorum* Sp245 и консорциум штаммов стимулировали рост побегов сорта Невский и образование корней на микрорастениях обоих сортов. В условиях *ex vitro* на все ростовые показатели микрорастений сорта Невский положительно влияла инокуляция *O. cytisi* IPA7.2 и консорциумом штаммов.

Ключевые слова: *Solanum tuberosum* L.; *Azospirillum baldaniorum* Sp245; *Ochrobactrum cytisi* IPA7.2; растительно-микробные ассоциации; клональное микроразмножение; эффективность роста растений; адаптационная способность; *in vitro*; *ex vitro*

Coinoculation of potato microplants with PGPR bacteria *Azospirillum baldaniorum* Sp245 and *Ochrobactrum cytisi* IPA7.2 to increase the efficiency of potato micropropagation

K.Yu. Kargapolova¹, O.V. Tkachenko¹, G.L. Burygin^{1,2}, N.V. Evseeva², A.A. Shirokov², L.Yu. Matora², S.Yu. Shchyogolev²

¹ Saratov State University of genetics, biotechnology and engineering named after N.I. Vavilov, Saratov

²Institute of Biochemistry and Physiology of Plants and Microorganisms – Subdivision of the Saratov Federal Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences, Saratov

Abstract. The symbiosis of microplants and rhizospheric microorganisms can be used *in vitro* to improve the growth and productivity of potato microclones. In the course of the research, the response of microplants of the Nevsky and Kondor varieties to *in vitro* inoculation with strains of *Azospirillum baldaniorum* Sp245 and *Ochrobactrum cytisi* IPA7.2 was studied individually and in a consortium. An assessment of the morphometric parameters of plant growth *in vitro*, under conditions of adaptation *ex vitro* was carried out. The dependence of the efficiency of bacterization on the stage of cultivation, the composition of the inoculum and the potato genotype was established. *In vitro* *A. baldaniorum* Sp245 strain and a consortium of strains stimulated the growth of shoots of the Nevsky variety and the formation of roots on microplants of both varieties. Under *ex vitro* conditions, all growth parameters of Nevsky microplants were positively affected by the inoculation of *O. cytisi* IPA7.2 and a consortium of strains.

Key words: *Solanum tuberosum* L.; *Azospirillum baldaniorum* Sp245; *Ochrobactrum cytisi* IPA7.2; plant-microbe associations, clonal micropropagation; plant growth efficacy; adaptability; *in vitro*; *ex vitro*

Создание экологически безопасных биопрепаратов – одно из направлений агробιοтехнологии, которое активно развивается в настоящее время. В состав данных препаратов входят микроорганизмы, оказывающие положительное влияние на рост и развитие растений. Эффективность биопрепаратов возможно повысить за счет использования нескольких видов микроорганизмов, различающихся механизмами воздействия на растения, устойчивостью к абиотическим и биотическим стрессам (Orlikowska et al., 2017; Soumare et al., 2021). Для изучения ответной реакции микрорастений картофеля при инокуляции одновременно двумя видами бактерий были использованы штаммы *Azospirillum baldaniorum* Sp245 и *Ochrobactrum cytisi* IPA7.2. В наших предыдущих исследованиях показано, что данные штаммы оказывают различное влияние на рост микроклонов картофеля: *A. baldaniorum* Sp245 в большей степени оказывает положительное влияние в условиях культуры *in vitro*, тогда как *O. cytisi* IPA7.2 более существенно стимулирует рост растений в условиях *ex vitro* (Tkachenko et al., 2015; Burygin et al., 2019; Kargapolova et al., 2020).

Микроклоны картофеля двух сортов Невский и Кондор культивировали *in vitro* на жидкой питательной среде Мурасиге-Скуга без гормонов. Проводили инокуляцию микрочеренков суспензиями бактерий отдельно или в сочетании: *A. brasilense* Sp245 (0, 15 сутки) и *O. cytisi* IPA 7.2 (15 сутки). Содержание бактерий каждого штамма в питательной среде составляло 10⁶ кл/мл. Стерильно выращенные растения служили контролем. После 30 суток культивирования в условиях *in vitro* микроклоны картофеля выращивали в условиях *ex vitro* в сосудах с почвой в оранжерее 20 суток.

Микрорастения сорта Кондор уступали сорту Невский по морфометрическим параметрам в культуре *in vitro*.

В культуре *in vitro* все варианты инокуляции влияли положительно на длину побега микрорастений картофеля сорта Невский. Микрорастения, инокулированные штаммом *A. baldaniorum* Sp245 в момент черенкования (0 сутки), были выше контроля на 18,9 % и это максимальный показатель среди изучаемых вариантов. В среднем по сортам опытные

варианты имели морфометрические показатели выше контроля за исключением варианта с инокуляцией штаммом *O. cytisi* IPA7.2, в котором было уменьшение длины побегов на 3,4%.

Все варианты инокуляции положительно влияли на количество узлов на побеге на микрорастениях сорта Невский, кроме варианта инокуляции *O. cytisi* IPA7.2 (15 сутки), в котором данный показатель был на уровне с контролем. На микрорастениях, инокулированных штаммом *A. baldaniorum* Sp245 (0 сутки), было больше узлов на 11,6%, чем в контроле. Микрорастения, инокулированные ассоциацией *A. baldaniorum* Sp245 (0 сутки) + *O. cytisi* IPA7.2 (15 сутки), имели больше узлов на 5%. Микрорастения, инокулированные ассоциацией *A. baldaniorum* Sp245 (15 сутки) + *O. cytisi* IPA7.2 (15 сутки), имели больше узлов на 10,5%.

У микрорастений сорта Невский при инокуляции *A. baldaniorum* Sp245 (0 сутки) средняя длина корней увеличивалась на 4 %, а *O. cytisi* IPA7.2 – на 3,7 %. По количеству корней для обоих сортов выделились варианты с инокуляцией отдельно штаммом *A. baldaniorum* Sp245 и коинокуляцией *A. baldaniorum* Sp245 (0 сутки) + *O. cytisi* IPA7.2 (15 сутки). У микроклонов сортов Невский и Кондор с инокуляцией *A. baldaniorum* Sp245 количество корней было больше на 12,5 %, чем у контроля. Микрорастения сорта Невский, инокулированные *A. baldaniorum* Sp245 (0 сутки) + *O. cytisi* IPA7.2 (15 сутки), имели на 6,3 % больше корней, чем в контроле. Микрорастения сорта Кондор, инокулированные *A. baldaniorum* Sp245 (0 сутки) + *O. cytisi* IPA7.2 (15 сутки), были лучше контроля по количеству корней на 26,7 %.

После культивирования в условиях *in vitro* микрорастения картофеля высаживали в сосуды с почвой и адаптировали их (этап *ex vitro*). Как и в культуре *in vitro*, в условиях *ex vitro* показано достоверное влияние генотипа на все изучаемые признаки. Растения сорта Невский имели более крупные побеги с большим числом крупных листьев.

Для сорта Невский все варианты инокуляции оказывали положительное влияние на длину побега. Растения сорта Невский с инокуляцией штаммом *A. baldaniorum* Sp245 имели выше побеги на 14%, чем контроль. Побеги в варианте с комплексом штаммов *A. baldaniorum* Sp245 (15 сутки) + *O. cytisi* IPA7.2 (15 сутки) были выше контроля на 11,5%. Для сорта Кондор все варианты инокуляции отрицательно влияли на длину побега. В среднем по сортам только вариант инокуляции чистым штаммом *A. baldaniorum* Sp245 увеличивал длину растений в условиях *ex vitro* на 5,2%.

Растения сорта Невский, инокулированные штаммом *O. cytisi* IPA7.2 (15 сутки), имели больше листьев на 19,4%, чем контрольные варианты. Аналогичное влияние зафиксировано в среднем по генотипам. Количество листьев на побегах увеличилось во всех вариантах бактериализации в присутствии штамма *O. cytisi* IPA7.2 в комплексе или отдельно на 7,5-13,6%.

На площадь листьев растений сорта Невский инокуляция отдельно штаммом *O. cytisi* IPA7.2 и совместно штаммами *A. baldaniorum* Sp245 + *O. cytisi* IPA7.2 влияла положительно. Растения, инокулированные комплексом штаммов в обоих вариантах, имели выше показатели на 60%, чем контрольные. В среднем по генотипам установлено положительное влияние коинокуляции двумя штаммами последовательно или одновременно соответственно на 38,3 и 19,2%.

По результатам исследований установлен положительный эффект инокуляции бактериальными штаммами *A. baldaniorum* Sp245 и *O. cytisi* IPA7.2 как по отдельности, так и в составе консорциума, который по-разному проявлялся на различных этапах культивирования растений (Каргаполова и др., 2022). Отмечена существенная зависимость рост-стимулирующего эффекта бактерий от генотипа картофеля. Максимальный положительный эффект при взаимодействии двух штаммов отмечен на этапе выращивания инокулированных растений в открытом грунте.

Список источников

1. Каргаполова, К.Ю., Повышение эффективности клонального микроразмножения картофеля при инокуляции ризосферными бактериями *Azospirillum baldaniorum* Sp245 и *Ochrobactrum cytisi* IPA7.2 / К.Ю. Каргаполова, О.В. Ткаченко, Г.Л. Бурягин, Н.В. Евсева,

А.А. Широков, Л.Ю. Матора, С.Ю. Щёголев // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2022. – Т. 26. – 4. – С. 422-430. doi: 10.18699/VJGB-22-52

2. Burygin G.L. *Ochrobactrum cytisi* IPA7.2 promotes growth of potato microplants and is resistant to abiotic stress / G.L. Burygin, K.Y. Kargapolova, Y.V. Kryuchkova, E.S. Avdeeva, N.E. Gogoleva, T.S. Ponomaryova, O.V. Tkachenko // World J. Microbiol. Biotechnol. – 2019. - №35(4):55. DOI 10.1007/s11274-019-2633-x.

3. Kargapolova K.Y. Effectiveness of inoculation of in vitro grown potato microplants with rhizosphere bacteria of the genus *Azospirillum* / K.Y. Kargapolova, G.L. Burygin, O.V. Tkachenko, N.V. Evseeva, Y.V. Pukhalskiy, A.A. Belimov // Plant Cell Tissue Organ Cult. – 2020. - №141:351 – P. 359. DOI 10.1007/s11240-020-01791-9.

4. Orlikowska T. Bacteria in the plant tissue culture environment / T. Orlikowska, K. Nowak, B. Reed // Plant Cell Tissue Organ Cult. – 2017. №128:487– P. 508. DOI 10.1007/s11240-016-1144-9.

5. Soumare A. Potential role and utilization of plant growth promoting microbes in plant tissue culture / A. Soumare, A.G. Diédhiou, N.K. Arora, L.K.T. Al-Ani, M. Ngom, S. Fall, M. Hafidi, Y. Ouhdouch, L. Kouisni, M.O. Sy //Front. Microbiol – 2021. - №12:649878. DOI 10.3389/fmicb.

6. Tkachenko O.V. Improved potato microclonal reproduction with the plant-growth promoting rhizobacteria *Azospirillum* / O.V. Tkachenko, N.V. Evseeva, N.V. Boikova, L.Y. Matora, G.L. Burygin, Y.V. Lobachev, S.Y. Shchyogolev //Agron. Sustain. Develop. – 2015. - №35:1167– P. 1174. DOI 10.1007/s13593-015-0304-3.

© Каргаполова К.Ю., 2022

Научная статья
УДК 633.174.1:631.527

Проявление истинного гетерозиса у гибридов F1 сорго сахарного по элементам продуктивности биомассы

Станислав Викторович Кибальник

Оксана Павловна Кибальник

Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго и кукурузы,
г. Саратов

Аннотация. В статье представлены результаты расчета истинного гетерозиса у гибридов первого поколения сорго по высоте растений при созревании, площади наибольшего и флагового листьев, урожайности биомассы. Выделено 6 гибридов с проявлением истинного гетерозиса по изученным селекционным признакам в интервале от 14,2 до 70,5%.

Ключевые слова: сорго, гибрид, гетерозис, урожайность

Manifestation of true heterosis in F1 hybrids of sugar sorghum in terms of biomass productivity elements

Stanislav Viktorovich Kibalnik

Oksana Pavlovna Kibalnik

Russian Research and Design-Technological Institute of Sorghum and Corn
Saratov

Abstract. The article presents the results of calculating the true heterosis in hybrids of the first generation of sorghum in terms of plant height at maturity, the area of the largest and flag leaves, and

biomass yield. 6 hybrids were identified with the manifestation of true heterosis according to the studied breeding characteristics in the range from 14.2 to 70.5%.

Key words: sorghum, hybrid, heterosis, yield

Традиционное использование сахарного сорго – на корм в виде зеленой массы, силоса, моноорма [1-2]. В процессе выведения новых форм кормового сорго селекционеры ориентируются на повышение продуктивности и качества надземной биомассы, связанные с облиственностью, площадью листовой поверхности, содержанием водорастворимых сахаров в соке стебля, количеством протеина в биомассе [3]. В настоящее время в Государственном реестре селекционных достижений допущено к использованию на территории РФ 41 сорт и 9 гибридов F1. Причем, в Нижневолжском регионе районировано всего 19 сортов и 4 гибрида [4]. В этой связи, создание высокогетерозисных гибридов первого поколения сахарного сорго для засушливых регионов России является актуальным.

Гибриды F1 получены на основе 4-х ЦМС-линий: зернового сорго (A2 КВВ 114, A3 Желтозерное 10, A4 Желтозерное 10) и сахарного сорго A2 Чайка. В качестве отцовского родителя использовали коллекционные сортообразцы и селекционные линии (всего 17). Гибриды высевали на опытном поле института в третьей декаде мая 2022 г. селекционной сеялкой СКС-6-10. Густота стояния – 100 тыс. растений на одном гектаре. Площадь делянки 7,7 м². Повторность трехкратная. Оценку селекционных признаков проводили по общепринятой методике [5]. Истинный гетерозис рассчитывали по формуле [6]:

$$\text{Гист.} = (F_1 - P_{\text{л}}) * 100\% / F_1,$$

где F₁ – показатель гибрида; P_л – показатель лучшей родительской формы.

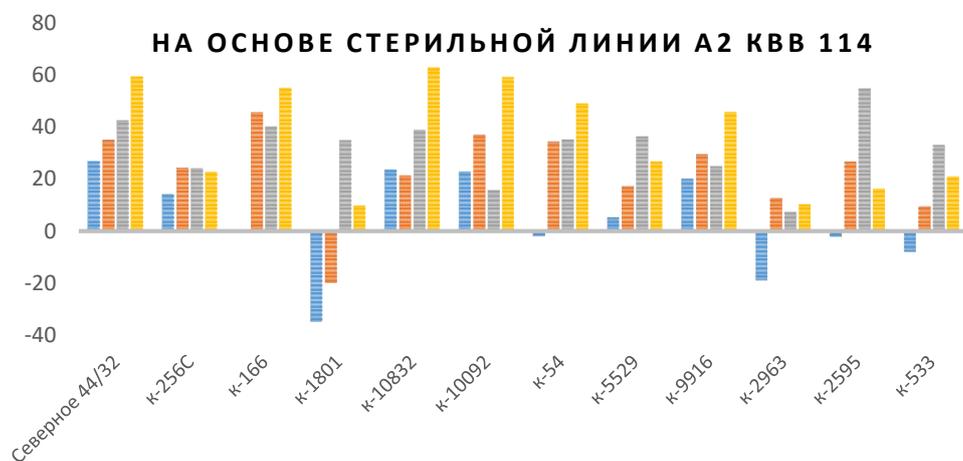
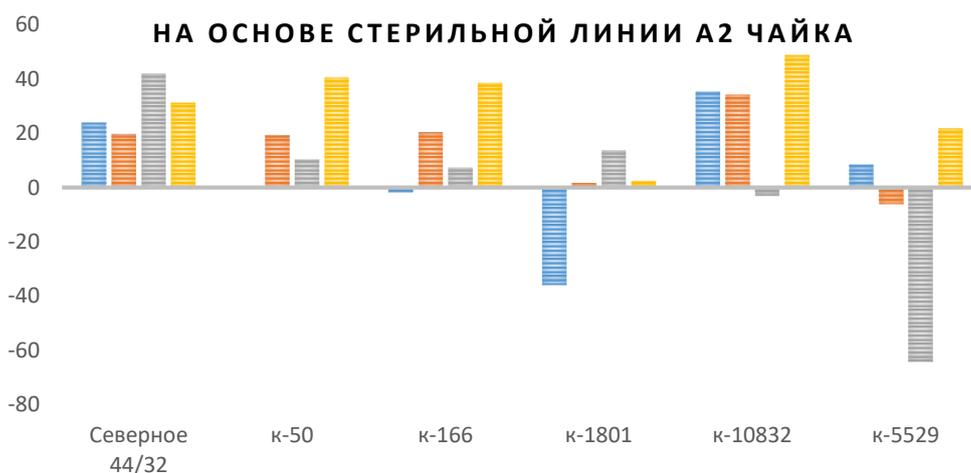




Рисунок 1. Степень проявления истинного гетерозиса у гибридов F1, %

Так, у 11 из 22 испытываемых гибридов положительный гетерозис отмечен по всем показателям: высота растений – 0,2-36,1%, площадь наибольшего листа – 17,2-70,5%, флагового – 4,4-55,2%, урожайность биомассы – 3,5-62,6% (рисунок). Отмечено, что в скрещиваниях с двумя опылителями Северное 44/32, к-10832 на основе А2 КВВ 114 и А2 Чайка положительный гетерозис проявился по трем изученным элементам продуктивности: высота растений – 23,6-35,4% площадь наибольшего листа – 19,9-35,0%, урожайность биомассы – 31,3-62,6%.

Таким образом, высокие значения истинного гетерозиса выявлены у следующих комбинаций – А2 Чайка/Северное 44/32, А2 КВВ 114/Северное 44/32, А2 КВВ 114/к-10832, А2 КВВ 114/256с, А2 КВВ 114/к-9916, А4 Желтозерное 10/к-175 по совокупности признаков: высота растений – 14,2-36,1%, площадь наибольшего листа – 19,9-70,5%, флагового – 24,2-52,7%, урожайность биомассы – 22,7-62,6%.

Список источников

1. Kapustin S.I. Effectiveness of sugar sorghum hybrids in the arid conditions of north caucasus / S.I. Kapustin, A.V. Volodin, A.S. Kapustina, A.S. Kapustin // International Journal of Ecosystems and Ecology Science. – 2020. – V.10(3). – P. 435-440. DOI:10.31407/ijeec10.301
2. Kibalnik O.P. Source material in the selection of Sorghum Saccharatum when used for feed purposes / O.P. Kibalnik, T.V. Larina, V.V. Bychkova, D.S. Semin, I.G. Efremova // Journal of Agriculture and Environment. – 2022. – V. 1(21)
DOI: <https://doi.org/10.23649/jae.2022.1.21.13>
3. Кибальник О.П., Ефремова И.Г., Семин Д.С., Куколева С.С. Сахарное сорго для возделывания в засушливых регионах РФ / О.П. Кибальник, И.Г. Ефремова, Д.С. Семин, С.С. Куколева // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. – 2022. – №29(192). – С. 66-75.
4. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т1. Сорта растений. – М., 2022. – 646с.
5. Федин М.А. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур / М.А. Федин – М., 1989. – вып. 2. – 197с.
6. Гужов Ю.Л. Селекция и семеноводство культивируемых растений / Ю.Л. Гужов, А. Фукс, П. Валичек – М., 1999. – 536 с.

© Кибальник С.В., Кибальник О.П., 2022

**Экологическое испытание сортов и линий яровой тритикале
в условиях саратовской области**

Людмила Геннадиевна Курасова¹, Оксана Викторовна Ткаченко¹, Анна Анатольевна Беляева¹, Александр Александрович Соловьёв²

¹ Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов

² Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной биотехнологии,
Москва

Аннотация. По результатам экологического испытания в 2022 году в условиях Левобережья Саратовской области проведена оценка основных хозяйственно-полезных признаков у трёх сортов и семи линий яровой тритикале.

Ключевые слова: яровая тритикале, экологическое испытание, урожайность, структурные элементы продуктивности.

**Ecological testing of cultivars and lines of spring triticale in the conditions
of the Saratov region**

Lyudmila Gennadievna Kurasova¹, Oksana Viktorovna Tkachenko¹, Anna Anatolyevna Belyaeva¹, Alexander Alexandrovich Solovyov²

¹ Saratov State University of genetics, biotechnology and engineering
named after N.I. Vavilov, Saratov

² All-Russian Research Institute of Agricultural Biotechnology, Moscow

Annotation. According to the results of an environmental test in 2022 in the conditions of the Left Bank of the Saratov region, an assessment of the main economically useful features of three varieties and seven lines of spring triticale was carried out.

Keywords: spring triticale, environmental testing, productivity, structural elements of productivity

Тритикале – ценна кормовая культура. Используется для приготовления сочных кормов в комбикормовой промышленности и технологии плющенного зерна. Ее зерно содержит незаменимые аминокислоты, повышающие питательную ценность белка. Применение в комбикормах позволяет заменять пшеницу и кукурузу и сбалансировать состав по протеину, аминокислотам и обменной энергии. Включение зерна тритикале в рацион животных и птицы повышает их продуктивность, позволяет экономить корма. В отличие от других зерновых культур, яровая тритикале более адаптивна к биотическим и абиотическим стрессорам, малотребовательна к плодородию почв. По урожайности при правильной агротехнике яровая тритикале в определенных почвенно-климатических условиях превышает яровые зерновые культуры. В повышении урожайности зерна яровой тритикале, улучшении ее качества и стрессоустойчивости большое значение придается созданию и широкому внедрению в сельскохозяйственное производство новых высокопродуктивных сортов [5,6].

В настоящее время число сортов яровой тритикале, допущенных к использованию по регионам России, весьма ограничено [1], в том числе по 8 региону допущено всего два сорта. В Саратовской области в производстве возделываются сорта озимой тритикале и практически не представлена яровая тритикале. Экологического сортоиспытания позволяет выявить новые сорта, наиболее адаптированные к конкретным природно-климатическим условиям.

Цель исследований заключалась в проведении экологической оценки сортов и линий яровой тритикале инорайонной селекции в условиях Левобережья Саратовской области.

Экспериментальная часть работы проводилась в 2022 году на опытном поле УНПО «Поволжье». Материал для изучения был предоставлен Всероссийским научно-исследовательским институтом сельскохозяйственной биотехнологии (г. Москва). Изучались сорта Ярило, Тимирязевская 42, Ботаническая 4 и линии Л-8665, П-2-16-20, П-13-5-13, П-13-5-2, С-259, 6-35-5, 131/7.

Изучаемый материал высевали в 3-х кратной повторности на делянках по 25 м². В течение вегетационного периода проводились фенологические наблюдения. Учет урожайности и элементов ее структуры проводили по методике государственного сортоиспытания [4]. Полученные результаты полевых экспериментов обрабатывали статистическими методами по методике Б.А. Доспехова [2].

В результате дисперсионного анализа выявлены существенные различия по основным хозяйственно-полезным признакам между сортами в год испытания.

В агроэкологических условиях Левобережья Саратовской области следует отметить высокую устойчивость к полеганию сортов яровой тритикале. Изучаемые сорта яровой тритикале в регионах районирования характеризуются как средне-высокие и высокие. В анализируемых условиях высота растений существенно снижалась и варьировала от 53 до 66 см.

Оценка изучаемого материала показала наличие незначительного морфологического разнообразия по длине колоса, в опыте преобладали сорта со средней длиной колоса (6-7 см).

Важнейшими компонентами структуры урожайности яровой тритикале являются признаки: число колосков в колосе, число зерен в колосе, количество и масса семян с главного колоса, масса 1000 зерен и их оптимальные соотношения. Число колосков в колосе – важнейший структурный элемент продуктивности колоса и зависит от биологических особенностей сортов и климатических факторов окружающей среды. Количество колосков в главном колосе яровой тритикале в год исследований варьировало в пределах от 13 до 20 шт. и максимальное количество колосков установлено у линий 6-35-5 и П-13-5-13. Изменчивость количества зерен в главном колосе по сортообразцам яровой тритикале колебалась в пределах от 14 до 21 шт. Максимальное значение по этому признаку наблюдалось у линий П-13-5-13, 6-35-5 и 131/7. Вес зерна с колоса в среднем составил 0,6 г. Крупность зерна яровой тритикале, выраженная через массу 1000 зерен, представляет собой признак, определяющий всхожесть, жизнеспособность и технологические показатели качества семян [3]. В экологических условиях Левобережья Саратовской области внутрисортовая разница массы 1000 зерен у коллекционных образцов яровой тритикале варьировала от 34,3 до 38,8 г. Относительно крупное зерно сформировали сорта Тимирязевская 42, Ботаническая 4, линии П-2-16-20, П-13-5-13, С-259.

Урожайность является приоритетным показателем продуктивности и обуславливает целесообразность возделывания того или иного сорта. Это признак зависит от взаимодействия и функционирования множества морфологических, биохимических, физиологических и генетических систем. Фенотипическая изменчивость сортов яровой тритикале по анализируемому признаку в агроэкологических условиях Левобережья Саратовской области варьирует в широком диапазоне от 1,17 т/га до 2,24 т/га. Максимальную урожайность в год испытания показали сорт Ярило, линии Л-8665, 131/7.

Таким образом, по предварительным результатам в результате экологического сортоиспытания сортов и линий яровой тритикале в условиях Левобережья Саратовской области в 2022 году установлена широкая фенотипическая изменчивость основных хозяйственно-полезных признаков. Экологическое сортоиспытание данного набора сортов и линий будет продолжено.

Список источников

1. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию: официальный сайт. – Москва, ФГБУ «Госсорткомиссия» 1924-2022. – URL:<https://reestr.gossortrf.ru/search/vegetable/> (дата обращения 10.11.2022)
2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
3. Зенкина К.В. Экологическое испытание яровой тритикале в условиях Среднего Приамурья / К.В. Зенкина, Т.А. Асеева // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада, 2019 – 133. – С.149–157.
4. Методика государственного сортоиспытания с.-х. культур. – М.: Колос, 1985. – Вып. 2. – 267 с.
5. Экологическая селекция яровой тритикале в Нечерноземной зоне РФ / Скатова С. Е., Тысленко А. М. // Инновационные разработки для АПК России: материалы всероссийской науч. конф. п. Рассвет: Ростов на Дону, 2012. – С. 120–128.
6. Тысленко, А.М. Использование экологического принципа в организации селекционного процесса при создании сортов яровой тритикале / А.М. Тысленко, С.Е. Скатова // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2015. – Т. 176. – № 1. – С. 98–109.

© Курасова Л.Г., Ткаченко О.В., Беляева А.А., Соловьёв А.А., 2022

Научная статья

УДК 631.52:575.222.7:633.853.52

Селекция сои в условиях Поволжья

Альбина Юрьевна Лёвкина

Оксана Сергеевна Башинская

Павел Юрьевич Рожков

Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго и кукурузы, г. Саратов

Аннотация. Анализ результатов искусственной гибридизации сои за два года показал, что существует варьирование числа завязавшихся бобов на 100 опылённых цветков в диапазоне 15,9–26,6 штук. Удача скрещиваний значительно изменялась в зависимости от комбинации родительских компонентов. При средней удаче скрещиваний 18,7 %, по некоторым комбинациям число завязавшихся бобов от числа опылённых цветков было минимальным или они полностью отсутствовали, а по другим комбинациям в сравнимых условиях удача достигала 85 %. Установлена закономерность в снижении эффективности принудительной гибридизации от утренних часов к полудню. Наилучшие результаты по искусственному опылению у сои (35,3 %) достигаются в утренние часы с 8–00 до 10–00 ч, наименее результативна гибридизация с 11–00 до 12–00 ч (10,9 %).

Ключевые слова: соя, цветок, искусственная гибридизация, удача скрещиваний, время опыления

Soybean breeding in the Volga region

Albina Yurievna Levkina

Oksana Sergeevna Bashinskaya

Pavel Yurievich Rozhkov

Russian Research and Design-Technological Institute of Sorghum and Corn, Saratov

Annotation. Analysis of the results of artificial hybridization of soybeans over two years showed that there is a variation in the number of tied beans per 100 pollinated flowers in the range of 15,9–26,6 pieces. The luck of crosses varied significantly depending on the combination of parental components. With an average success rate of 18,7 % of crosses, for some combinations the number of tied beans from the number of pollinated flowers was minimal or they were completely absent, and for other combinations, under comparable conditions, luck reached 85 %. A pattern has been established in reducing the effectiveness of forced hybridization from morning to noon. The best results on artificial pollination in soybeans (35,3 %) are achieved in the morning from 8-00 to 10-00 hours, the least effective hybridization from 11-00 to 12-00 hours (10,9 %).

Keywords: soy, flower, artificial hybridization, luck of crosses, pollination time

Введение

Соя - наиболее ценная и самая распространённая в мире зернобобовая культура. Главное его достоинство - высокое содержание белка (35-45 %), который по балансу аминокислот близок к белкам животного происхождения и наличие масла (18-25 %), обладающего хорошими вкусовыми качествами. Удачное сочетание этих веществ с углеводами, богатым набором витаминов и микроэлементов предопределяет широкое использование сои в кормовых, пищевых и технических целях [1].

Наиболее благоприятные природно-климатические условия для возделывания сои является юг России [2]. Расширению посевных площадей и повышению урожайности сои будет способствовать выведение новых, разнообразных сортов, адаптированных к различным местным условиям и обеспечивающих рациональное использование имеющихся почвенно-климатических ресурсов. Фундаментом любого селекционного процесса является комплекс мероприятий, позволяющих в определённой степени управлять генетической изменчивостью организмов. Особое значение отводится начальному этапу - созданию исходного материала. По мнению А.А. Жученко и А.Б. Короля [3], в обозримом будущем приоритет будет оставаться за традиционной селекцией, базирующейся на гибридизации, рекомбинации и отборе. Большое количество исследований, направленных на повышение завязываемости гибридных семян сои, свидетельствует о недостаточной эффективности искусственного скрещивания у этой культуры. Удача гибридизации у неё во многом зависит от выбора оптимального времени в течение суток для проведения кастрации и опыления [4]. Учитывая небольшие размеры цветочных органов, процент бобов, формирующихся в результате принудительного скрещивания, можно изменять в результате использования различных методов проведения кастрации [5]. Использование во время скрещивания микроскопа и специально подготовленного набора инструментов способствует достижению комплексного эффекта: наряду с увеличением завязываемости гибридных бобов, практически полностью исключается возможность самоопыления и существенно возрастает производительность труда [6]. Однако даже при условии выполнения всех вышеперечисленных операций во время гибридизации сои, результативность хотя и повышается, но в среднем остается относительно низкой, достигая не более 20-30 %.

Материал и методы. Материалом для написания статьи послужили результаты по гибридизации сои в процессе практической селекционной работы Рос НИИСК «Россорго» в г. Саратов. В 2021г. в полевых условиях скрещивания проводили по 8 комбинациям, в 2022 г. выполнены скрещивания по 12 комбинациям в богарных условиях при естественном увлажнении. Ежегодно по каждой комбинации принудительно опыляли от 7 до 10 цветков. Скрещивания проводили в период интенсивного цветения сои, в 3-й декаде июня – 1–2-й декадах июля с использованием способов, разработанных во ВНИИМК (А. с. № 1651803 от 01.02.1991 г. и Патент № 2479990 от 27.04.2013 г.) [7]. Ежедневно по каждой комбинации скрещивания фиксировали время начала и окончания её опыления, а также число опылённых цветков и завязавшихся из них бобов. Удачу скрещиваний (завязываемость) вычисляли как отношение завязавшихся бобов (дошедших до созревания) к числу искусственно опылённых цветков.

Результаты и обсуждение. Анализ результатов по искусственной гибридизации сои в «Россорго» за два года показывает, что удача скрещиваний существенно изменялась.

Отсутствие чёткой зависимости завязываемости гибридных бобов от погодных условий предполагает наличие факторов, влияющих на этот процесс. Без сомнения, среди них главным являются генетические особенности родительских форм, проявляющиеся в избирательности оплодотворения, качестве формируемой пыльцы, травмоустойчивости и других. Подтверждением этому является то, что удача скрещиваний значительно изменяется в зависимости от комбинации родительских компонентов. Анализ 2х-летних данных показывает, что при средней удаче скрещиваний 18,7 % по некоторым комбинациям число завязавшихся бобов от числа опылённых цветков было минимальным (менее 10 %) или они полностью отсутствовали, а по другим комбинациям в сравнимых условиях удача достигала 90 %. Примером вышесказанному могут служить результаты искусственных скрещиваний, выполненных в 2022 г.

Всего в 2022 г. из выполненных 12 комбинаций скрещиваний по четырём комбинациям получена низкая завязываемость гибридных бобов – 8,1 %, в то же время по 6 комбинациям удача скрещиваний составила 60,0 %, а у двух комбинаций результативность была ещё выше – 83,0 %.

Успешность гибридизации отмечена в тех комбинациях, где в качестве материнских форм использовали высокоурожайные, хорошо адаптированные к местным условиям сорта с продолжительным вегетационным периодом. Такие сорта характеризуются крупными размерами цветка и чётким прохождением фаз его развития. Напротив, плохо удавались искусственные скрещивания в тех случаях, когда материнской формой служил скороспелый сорт инорайонного происхождения. Главными причинами низкой результативности скрещиваний при использовании таких сортов были мелкие цветки и, соответственно, повышенная их травмируемость, короткий период цветения и нечёткое прохождение фаз развития цветка.

Фиксация времени начала и окончания искусственного опыления цветков по каждой комбинации показала достаточно чёткую закономерность, а именно – эффективность принудительной гибридизации снижается от утренних часов к полудню.

В среднем за два года наибольшее количество гибридных бобов (35,3 %) завязывалось при опылении цветков с 8 до 9 ч утра, а уже в следующий час их было на 6,5 процентов меньше (28,8 %). В дальнейшем, т.е. с 10 до 11 ч, эффективность гибридизации практически сохранялась на прежнем уровне, но довольно резко снижалась при искусственном опылении с 11 ч до полудня. Число завязавшихся бобов в последний час гибридизации в 1,9 раза меньше по сравнению с опылением с 8 до 9 ч и в 1,4 раза меньше, чем при скрещивании с 9 до 11 ч. Вышеописанная закономерность – снижение эффективности гибридизации по мере приближения к полудню – наблюдалась во все годы. Не вызывает сомнения тот факт, что производительность труда гибридизатора зависит от нескольких факторов. Большое значение при этом имеют: насколько удобна для скрещиваний материнская форма, продолжительность её цветения, наличие качественной пыльцы отцовской формы, методика гибридизации, время опыления. Анализ данных показывает, что по годам среднее число цветков сои, опылённых в течение 1 ч, варьировало от 5,6 до 7,4 штук, что соответствует затратам 4–6 мин времени на подготовку одного цветка и его опыление.

Заключение. Не установлено чёткой зависимости эффективности искусственной гибридизации у сои как от степени благоприятности условий года для формирования урожайности сои, так и комплекса погодных факторов в период активного цветения растений (июнь – июль). При использовании разработанных способов гибридизации сои число завязавшихся бобов на 100 опылённых цветков варьировало в диапазоне 15,9–26,6 штук. Эффективность искусственной гибридизации у сои зависела от комбинации скрещиваний: по отдельным комбинациям число завязавшихся бобов от числа опылённых цветков было менее 10 % или они полностью отсутствовали, по другим – достигало 83,4 %. Лучшим временем для проведения искусственной гибридизации у сои были утренние часы – с 8 до 10 ч,

обеспечивающие 35,3 % удачных скрещиваний; при скрещивании в период с 11 до 12 ч завязываемость снижалась до 27,9 %.

Список источников

1. Соя. Биология, производство, использование / Под ред. Гуриkbала Сингха. – Киев: Зерно, 2014. – С. 149–150.
2. Методические указания по селекции и семеноводству сои / Ю.П. Мякушко, Н.Д. Лунин, Д.В. Подкина [и др.]. – М., 1991. – С. 35.
3. Жученко А.А., Король А.Б. Рекомбинация в эволюции и селекции. – М.: Наука, 1995. – 400 с.
4. Асанов А.М., Омелянюк Л.В. Итоги и перспективы селекции сои в СибНИИСХ // Современные проблемы селекции и технологии возделывания сои: сб. статей 2-й Междунар. конф. по сое, г. Краснодар, 9–10 сентября 2008 г. – Краснодар, 2008 – С. 222–223.
5. Кочегура А.В., Зеленцов С.В., Трембак Е.Н. Улучшенный способ гибридизации сои // Технические культуры. – 1994. – № 2. – С. 8.
6. Селекция сортов сои северного экотипа / Под общ. ред. Т.Г. Ващенко. – Воронеж–Белгород, 2007. – С. 174–182.
7. Способ гибридизации сои: пат. 2479990 РФ: МПК А01Н 1/02 / А.В. Кочегура, И.В. Борискин, А.А.Ткачёва; заявитель и патентообладатель ГНУ ВНИИМК Россельхозакадемии. – № 2011146985, заявл. 18.11.2011; опубл. 27.04.13; Бюл. № 12.

© Лёвкина А.Ю., Башинская О.С., Рожков П.Ю., 2022

Научная статья
УДК 581.163:633.15

Генотипирование диплоидных растений, полученных в результате диплоидно-тетраплоидных скрещиваний у линий и гибридов кукурузы, с генетически детерминированной способностью к партеногенезу

Лидия Илдусовна Мавлютова, Лев Александрович Эльконин, Алла Юрьевна Колесова
Федеральный аграрный научный центр Юго-Востока,
г. Саратов

Аннотация. Приведены результаты генотипирования диплоидных растений кукурузы, полученных в диплоидно-тетраплоидных скрещиваниях с использованием кодоминантных Indel-маркеров для всех 10 хромосом генома кукурузы. Установлено, что в большинстве случаев наблюдалась амплификация материнских аллелей использованных маркеров. Однако в ряде случаев отмечалась амплификация маркеров обеих родительских линий или только отцовского родителя. Полученные данные свидетельствуют, что формирование диплоидных растений в диплоидно-тетраплоидных скрещиваниях у кукурузы происходит на основе элиминации хромосом, преимущественно линии-опылителя.

Ключевые слова: разноплоидные скрещивания, элиминация хромосом, генотипирование, Indel-маркеры, нередуцированные зародышевые мешки, кукуруза

Genotyping of diploid plants obtained as a result of diploid-tetraploid crosses in maize lines and hybrids with genetically determined ability for parthenogenesis

Lidia Ildusovna Mavlyutova, Lev Alexandrovich Elkonin, Alla Yurievna Kolesova
Federal Agrarian Research Centre of the South-East Region,
Saratov

Abstract. The results of genotyping of diploid maize plants obtained in diploid-tetraploid crosses using co-dominant Indel markers for all 10 chromosomes of the maize genome are presented. It was found that in most cases there was an amplification of the maternal alleles of the markers used. However, in some cases, amplification of markers of both parental lines or only the paternal parent was noted. The data obtained indicate that the formation of diploid plants in diploid-tetraploid crosses in maize occurs on the basis of the elimination of chromosomes, mainly of the line-pollinator.

Key words: heteroploid crosses, elimination of chromosomes, genotyping, Indel markers, unreduced embryo sacs, maize

Как известно, разноплоидные скрещивания у кукурузы, в которых диплоидные линии опыляют пыльцой тетраплоидных опылителей, ведут к формированию щуплых зерновок, из которых формируются триплоидные растения [1]. В основе такого явления лежит нарушение развития эндосперма вследствие дисбаланса родительских геномов: у подавляющего большинства видов растений полноценное развитие эндосперма возможно при соотношении материнского и отцовского геномов 2м:1о, тогда как в скрещиваниях ($2n \times 4n$) формируется тетраплоидный эндосперм за счет слияния двух гаплоидных полярных ядер и диплоидного спермия (2м:2о). Триплоидный проросток развивается в результате оплодотворения гаплоидной яйцеклетки диплоидным спермием.

Вместе с тем, в некоторых случаях на початках диплоидных линий, опыленных пыльцой тетраплоидов развиваются зерновки с крупным выполненным эндоспермом, которые дают начало диплоидным растениям, фенотипически идентичным материнским линиям [2]. Кроме диплоидных растений в этих скрещиваниях из выполненных зерновок развивались также тетраплоидные гибриды. Было высказано предположение, что в основе формирования крупных выполненных зерновок в скрещиваниях $2n \times 4n$ может лежать оплодотворение нередуцированных зародышевых мешков диплоидными спермиями, поскольку при слиянии диплоидных полярных ядер с диплоидным спермием развивается гексаплоидный эндосперм с сочетанием родительских геномов 4м:2о (2:1). Формирование таких нередуцированных зародышевых мешков, как известно, является одной из предпосылок апомиксиса, и, в этой связи, возникновение фенотипически материнских (матроклинных) растений могло указывать на наличие апомиктического способа размножения у линий, использованных в этих скрещиваниях.

Для проверки данной гипотезы нами было проведено генотипирование диплоидных растений, полученных при опылении ряда линий и гибридов кукурузы тетраплоидной линией Черная Тетра, с помощью полиморфных кодоминантных Indel-маркеров. В качестве материнских линий в этих скрещиваниях использовали ГПЛ АТ, обладающую способностью к гаплоидному партеногенезу [3], Коричневый маркер (КМ), ЮВ-11, а также растения из гибридной популяции F_2 В47/ГПЛ АТ. Зерновки, сформировавшиеся на початках, проращивали в кюветах, пересаживали в почву и выращивали на опытном участке Селекционного Комплекса ФАНЦ «Юго-Востока». ДНК выделяли из фрагментов молодых листьев с помощью модифицированного СТАВ-метода. ПЦР-анализ проводили с праймерами для кодоминантных Indel-маркеров, описанных в статье [4], при этом использовали маркеры для всех 10 хромосом генома кукурузы. Реакционная смесь содержала 50 нг ДНК, 0,03 ед/мкл *SynTaq* ДНК-полимеразы (Синтол, Россия), 0,6 пмоль каждого праймера, x1-кратный ПЦР буфер (Синтол, Россия), 2,5 мМ $MgCl_2$, 0,2 мМ смеси дНТФ (Синтол, Россия). Общий объем реакционной смеси – 25 мкл. Амплификацию проводили с использованием ДНК-амплификатора Master Cycler (Eppendorf) при следующем режиме: начальная денатурация 94 °С (4 мин); 35 циклов: 94 °С (45 сек), 57 °С (45 сек), 72 °С (45 сек); заключительная элонгация 94 °С (5 мин). Амплифицированные фрагменты фракционировали в 3% агарозном геле в 0,5-кратном ТАЕ-буфере при напряжении 50 V (8 мин.), 100 V (8 мин.), 180 V (до 100 мин.); для визуализации использовали 0,01% водный раствор бромистого этидия.

Диплоидная природа исследуемых растений была подтверждена цитологическим анализом и результатом самоопыления этих растений: на початках формировались только выполненные зерновки, при этом озерненность составляла 90-100%.

Генотипирование исследуемых растений показало, что в подавляющем большинстве случаев у растений наблюдается амплификация материнских аллелей использованных маркеров (Табл. 1). Однако в ряде случаев имела место амплификация маркеров обеих родительских линий или (в редких случаях) амплификация только отцовских аллелей. Так, растение №5-19 (F₂ В47/ГПЛ АТ) оказалось гомозиготным по 9 материнским аллелям (девяяти хромосомам), однако по одной хромосоме (седьмой) оказалось гетерозиготным. Диплоидные растения 9-8-9 и 9-8-12 (от линии ГПЛ АТ) оказались гомозиготными по материнским аллелям восьми хромосом, но по двум хромосомам (пятой у 9-8-9 или десятой у 9-8-12) проявили гетерозиготность, причем у растения 9-8-12 наблюдались лишь следы амплификации отцовского маркера 10 хромосомы. В некоторых случаях отсутствие полиморфизма между маркерами родительских линий затрудняло анализ. На рис. 1 приведен пример амплификации маркера INDEL_139329242 (9 хромосома) у исследованных растений.

Полученные данные свидетельствуют в пользу гипотезы о том, что диплоидная природа растений, развивающихся из зерновок, формирующихся в результате опыления диплоидных початков пылью тетраплоидной линии Черная Тетра, по-видимому, является следствием элиминации хромосом в процессе онтогенеза растений. Такая элиминация, по-видимому, носит неслучайный характер, и чаще всего элиминируют хромосомы тетраплоидной линии-опылителя. Хотя в некоторых случаях, по-видимому, имела место элиминация хромосом материнской линии (7 хромосома у растения 18-10-3 линии КМ и растений 13-1-9-1 и 13-6-1 из гибридной комбинации F₂ В47/ГПЛ АТ).

Обращает на себя внимание, что у всех исследованных растений у хромосом 3, 4 и 9 наблюдалась амплификация только материнских аллелей, тогда как маркеры остальных хромосом демонстрировали в некоторых случаях гибридную природу. Эти данные могут указывать на неслучайный характер элиминации хромосом у исследуемых гибридов.

Примечательно, что в некоторых случаях амплификация разных маркеров одной и той же хромосомы у одного и того же растения давала разные результаты. Так, у растения 13-6-1 маркер 7 хромосомы UfiDP7_1.2 выявлял аллель отцовской линии, тогда как маркер Umc1983 – аллель материнской линии. У обоих растений линии ГПЛ АТ, 9-8-9 и 9-8-12, маркер 5 хромосомы Umc2036 выявлял аллели только материнской линии, тогда как другой маркер этой же хромосомы (Umc1870) – аллели как материнской, так и отцовской линии. Различие результатов амплификации разных маркеров одной и той же хромосомы, возможно, является следствием рекомбинации родительских хромосом в процессе онтогенеза исследуемых растений, возникших в результате гибридизации.

Заключение

Результаты генотипирования диплоидных растений кукурузы, развивающихся из выполненных зерновок, формирующихся на початках диплоидных линий в скрещиваниях с тетраплоидным опылителем, показывают, что диплоидная природа этих растений связана с элиминацией хромосом одной из родительских форм (чаще – отцовской). Подобное явление известно и описано в литературе. Так, возникновение гаплоидов у ячменя и у кукурузы является следствием элиминации хромосом опылителя – линий гаплоиндукторов [5-8], хотя при возникновении гаплоидов у кукурузы могут функционировать и другие механизмы [9, 10]. При опылении растений тетраплоидных сортов рапса, пылью октоплоидных сортов, описано возникновение матроклинных тетраплоидных растений [11], которое авторы связывают с элиминацией хромосом отцовских родителей.

Таблица 1 – Результаты генотипирования диплоидных растений кукурузы, полученных из зерновок, завязавшихся в диплоидно-тетраплоидных скрещиваниях (опылитель – Черная Тетра, 4n)

Линия/ гибрид	№ растения	Хромосома, молекулярный маркер												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
ГПЛ АТ	9-8-9	!DP525	!DP4004	!YU_3:457	!UFDP4_31:55	!DP1638	!Umc1870	!Umc2036	!DP425	!UFDP7_1:2	!Umc1983	!DP452	INDEL_139329242	!DP1606
	9-8-12	♀	♀	♀	♀	♀	♀+♂	♀	♀	♀	♀+♂	=	♀	♀
	18-10-1	♀	♀	♀	♀	♀	-	-	♀	-	-	♀+♂ (сл)	♀	♀
	18-10-3	♀	♀	♀	♀	♀+♂	-	-	♀	♂	-	♀+♂	♀	♀
F ₂ B47/ ГПЛ АТ	18-10-4	♀	♀	♀	♀	♀+♂	=	-	♀	=	-♀-♂	♀	♀	♀
	5-19	-	♀	♀	♀	=	=	♀	♀	♀+♂	♀	♀	♀	♀
ЮВ11	13-1-9-1	-	♀	♀	♀	=	=	♀	♀+♂	♂	♀+♂	♀	♀	♀+♂
	13-6-1	-	♀	♀	♀	=	=	♀+♂	♀+♂	♂	♀	-	♀	-
ЮВ11	21-8-2	♀	♀+♂	♀	♀	-	-♀-♂	-	♀	=	-♀-♂	♀	♀	♀+♂
	21-8-4	♀	♀+♂	♀	♀	-	-♀-♂	-	♀	=	-♀-♂	♀	♀	♀

♀ – маркер материнской линии; ♂ – маркер отцовской линии; = – маркер не выявляет полиморфизм между родительскими формами; (сл) – следы отцовского маркера; -♀-♂ – маркер отличается от материнской и отцовской линии

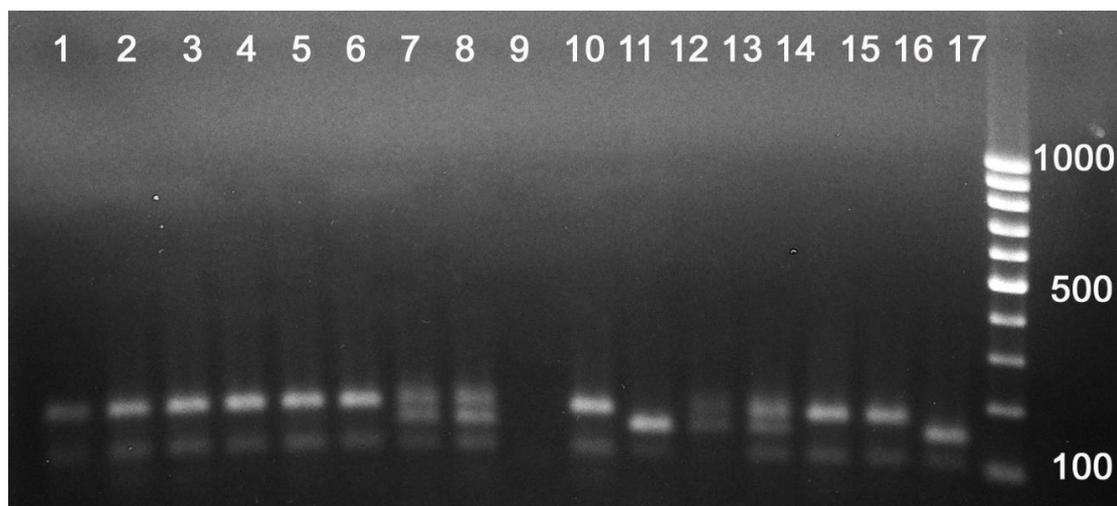


Рисунок 1. Результаты ПЦР-анализа растений, полученных из зерновок, завязавшихся на початках гибрида F₂ В-47/ГПЛ АТ после опыления пыльцой тетраплоидной линии Черная Тетра, с помощью маркера INDEL_139329242 (9 хромосома). 1, 2 – ДНК из листа материнского растения В47/ГПЛ АТ; 3 – лист матроклинового растения 5-19; 4 – эндосперм зерновки, из которой было получено растение 5-19; 5, 6, 10 – листья матроклиновых растений 5-21, 13-1-9-1, 13-6-1, соответственно; 7, 8, 12 – листья гибридных растений 13-1-9-2, 13-1-9-6, 13-6-4ч из того же опыта; 11, 16 – лист Черной Тетры; 13 – эндосперм зерновки, из которой было получено растение 13-6-4ч; 14 – лист матроклинового растения 8-11-4ж; 15 – эндосперм зерновки, из которой было получено растение 8-11-4ж.

Следовательно, формирование растений матроклинового типа с плоидностью, аналогичной материнскому родителю, в разноплоидных скрещиваниях – реально существующее в природе явление. Для возникновения таких растений наряду с элиминацией хромосом опылителя, должен функционировать механизм формирования нередуцированных зародышевых мешков у материнской линии, что, возможно, имеет место у исследованных линий кукурузы.

Список источников

1. Birchler J.A. Dosage analysis of maize endosperm development // *Annual Review of Genetics*. – 1993. – V.27. – P.181–204.
2. Цветова М.И., Эльконин Л.А., Итальянская Ю.В. Диплоидно-тетраплоидные скрещивания как инструмент для получения апомиктических растений кукурузы // *Российский сельскохозяйственный журнал*. – 2016. – №2-3. – С.3-7.
3. Еналеева Н.Х., Тырнов В.С. Цитологическое проявление элементов апомиксиса у линии АТ-1 и ее гибридов // В кн.: Апомиксис у растений: состояние проблемы и перспективы исследования. Ред.: Тырнов В.С., Шишкинская Н.А. – Саратов, 1994. – С.57-59.
4. Settles A.M., Bagadion A.M., Bai F. et al. Efficient molecular marker design using the MaizeGDB Mo17 SNPs and Indels Track // *G3*. – 2014. – V.4. – P.1143-1145.
5. Kasha K.J., Kao K.N. High frequency haploid production in barley (*Hordeum vulgare* L.) // *Nature*. – 1970. – V.225. – P.874–876.
6. Zhang Z., Qiu F., Liu Y. et al. Chromosome elimination and *in vivo* haploid production induced by Stock 6-derived inducer line in maize (*Zea mays* L.) // *Plant Cell Rep.* – 2008. – V.27 (12). – P.1851-1860.
7. Li L., Xu X., Jin W., Chen S. Morphological and molecular evidences for DNA introgression in haploid induction via a high oil inducer CAUHOI in maize // *Planta*. – 2009. – V.230. – P.367–376.

8. Zhao X., Xu X., Xie H. et al. Fertilization and uniparental chromosome elimination during crosses with maize haploid inducers // *Plant Physiol.* – 2013. – V.163 (2). – P.721-731.
9. Chenxu L., Xiang L., Dexuan M. et al. A 4-bp insertion at *ZmPLA1* encoding a putative phospholipase *a* generates haploid induction in maize // *Mol. Plant.* – 2017. – V.10 (3). – P.520–522.
10. Kelliher T., Starr D., Richbourg L. et al. MATRILINEAL, a sperm-specific phospholipase, triggers maize haploid induction // *Nature.* – 2017. – V.542. – P.105.
11. Fu S., Yin L., Xu M. et al. Maternal doubled haploid production in interploidy hybridization between *Brassica napus* and *Brassica allooctaploids* // *Planta.* – 2018. – V. 247. – P.113–125.

© Мавлютова Л.И., Эльконин Л.А., Колесова А.Ю., 2022

Научная статья
УДК 636.4.082

Мясная продуктивность товарных гибридов свиней в зависимости от их генотипа по гену MC4R

Александр Геннадьевич Максимов, Никита Александрович Максимов
ФГБОУ ВО «Донской государственной аграрный университет»,
п. Персиановский, Ростовская обл.

Аннотация. Цель исследований определить связь генотипов по гену MC4R у 3-х породных гибридов свиней с их мясной и сальной продуктивностью. Эксперимент проводился на 40 подсвинках. Частота генотипов и аллелей по MC4R гену составила: AA-генотип =27,5 %, AG=65 %, GG=7,5 %, P_A=60 % и P_G=40 %. По большинству показателей мясной продуктивности, наблюдалось значительное превосходство животных AG – генотипа над AA- и GG-аналогами. Полученные результаты можно использовать в селекции свиней, при подборе родительских пар для получения товарных гибридов с высокой мясной продуктивностью.

Ключевые слова: товарные свиньи, убойные качества, ДНК-генотипирование, ген - меланокортинового рецептора-4

Meat productivity of commercial pig hybrids depending on their genotype according to the MC4R gene

Aleksander Gennadievich Maksimov, Nikita Aleksandrovich Maksimov
Don State Agrarian University, v. Persianovsky, Rostov Region, Russia

Abstract. The purpose of the research is to determine the relationship of genotypes by the MC4R gene in 3-breed pig hybrids with their meat and fat productivity. The experiment was carried out on 40 piggies. The frequency of genotypes and alleles for the MC4R gene was: AA-genotype =27,5 %, AG=65 %, GG=7,5 %, P_A=60 % and P_G=40 %. According to most indicators of meat productivity, there was a significant superiority of AG–genotype animals over AA- and GG-analogues. The results obtained can be used in pig breeding, in the selection of parent pairs to obtain commercial hybrids with high meat productivity.

Key words: commercial pigs, slaughter qualities, DNA genotyping, gene - melanocortin receptor-4

Введение. У свиней выявлен ряд ДНК-маркеров, связанных с хозяйственно-полезными признаками. Однако эта работа окончательно не завершена и требует продолжения для уточнения действия перспективных ген-маркеров и поиска новых, оптимальных при

использовании в селекции свиней различных пород. К числу генов, связанных с откормочной и мясной продуктивностью, относится и ген меланокортинового рецептора-4 (MC4R) [1-9]. Ген MC4R влияет на регулирование энергетического гомеостаза, скороспелость, потребление корма и упитанность свиней. Некоторые исследователи считают, что влияние генотипов по MC4R-гену на продуктивные качества зависят от породной принадлежности животных.

Цель исследований - определение взаимосвязи генотипов по гену MC4R у 3-х породных гибридов (Йоркшир х Ландрас х Дюрок) свиней с их мясной и соляной продуктивностью.

Методика исследований. Эксперимент проводили на товарных гибридах свиней, выращенных в условиях промышленного свиного комплекса ООО «Русская свинина» Каменского района Ростовской области. У 40 трехпородных гибридов на Выселковском мясокомбинате (Краснодарского края) сразу же после убоя отбирались пробы мышечной ткани из ножек диафрагмы. ДНК-типирование по гену MC4R проводили в лаборатории молекулярной диагностики и биотехнологии с.-х. животных ФГБОУ ВО «Донской государственный аграрный университет» традиционными методами. У подсвинков определяли убойные качества. Результаты исследований были подвергнуты биометрической обработке на персональном компьютере с использованием программы Excel.

Результаты исследований. Нами установлено, что по гену MC4R 27,5 % (11 гол.) подсвинков имели генотип AA, 65 % (26 гол.) - AG, 7,5 % (3 гол.) - GG. Частота аллеля: A = 0,60 в долях единицы (или 60 %), G = 0,40 (40 %).

В проведенном нами ранее (2017 г.) исследовании на 50 трехпородных гибридах (Л х Й х Д) свиней в условиях ЗАО «Алексеевский бекон» Белгородской области установлено, что гибридные подсвинки имели следующие генотипы по гену MC4R: AA – 4 % (2 гол.), AG – 36 % (18 гол.), GG – 60 % (30 гол.). Частота аллеля A = 0,22; G = 0,78 [10].

В исследованиях А.Е. Святогоровой с соавт. (2022) проведенных на чистопородных свиньях породы дюрок в ЗАО «Племзавод-Юбилейный» Тюменской области частота встречаемости аллеля A (ген - MC4R) составила 0,66 у свинок и 0,70 у хрячков, а аллеля G - 0,34 у свинок и 0,30 у хрячков. У свинок частота генотипа AG = 51,1 %, генотипа AA = 40,0 %, GG = 8,9 %. У хрячков частота генотипа AA составила 50,0 %, AG = 40,0 % и GG = 10,0 %. Также авторы отмечают, что откормочные и мясные качества (в отношении «желательных» генотипов по гену MC4R) свиней зависят от генетических особенностей породы и от пола животных [11]. То есть, существует зависимость еще и от того какой селекции были эти животные.

В нашем опыте (рисунок 1, 2) подсвинки генотипа AG (ген MC4R) превосходили AA- и GG-аналогов по: - массе парной туши на 2,62 (3,29 %, P>0,90) и 1,91 (2,37 %, P<0,90) кг; - длине полутуши – на 1,76 (1,77 %, P>0,99) и 0,59 (0,59 %, P<0,90) см; - площади «мышечного глазка» на 3,19 (8,09 %, P>0,99) и 2,48 (6,18 %, P<0,90) см² соответственно.

Толщина шпика на холке, над 6-7 остистыми отростками спинных позвонков, последним ребром, 1-м и 3-м крестцовыми позвонками была меньше у AG подсвинков в сравнении с AA и GG особями на: - 2,32 (6,75 %, P>0,99) и 4,42 (12,13 %, P<0,90) мм; 1,49 (6,83 %, P>0,99) и 1,70 (7,72 %, P<0,90) мм; 2,62 (13,02 %, P>0,95) и 0,57 (3,15 %, P<0,90) мм; 2,90 (19,40 %, P>0,95) и 0,33 (2,67 %, P<0,90) мм; 5,13 (27,94 %, P>0,95) и 0,84 (5,97 %, P<0,90) мм соответственно.

Из приведенных результатов следует, что AG – особи по большинству показателей мясной продуктивности значительно превосходили своих AA- и GG-аналогов. В тоже время, GG подсвинки по длине беконной половины превосходили AA и AG-особей на 4,07 (5,00 %, P<0,90) и 0,51 (0,60 %, P<0,90) см, а по толщине шпика над 2-м крестцовым позвонком имели меньшую толщину на 2,85 (18,33 %, P<0,90) и 0,25 (1,93 %, P<0,90) мм соответственно, хотя данное превосходство все же было недостоверным из-за немногочисленности (всего 3 гол. или 7,5 %) животных генотипа – GG.



Рисунок 1. Мясные качества подсвинков разных генотипов по гену MC4R

Особь AA – генотипа (по гену MC4R) по всем учитываемым признакам характеризовались самыми низкими показателями.

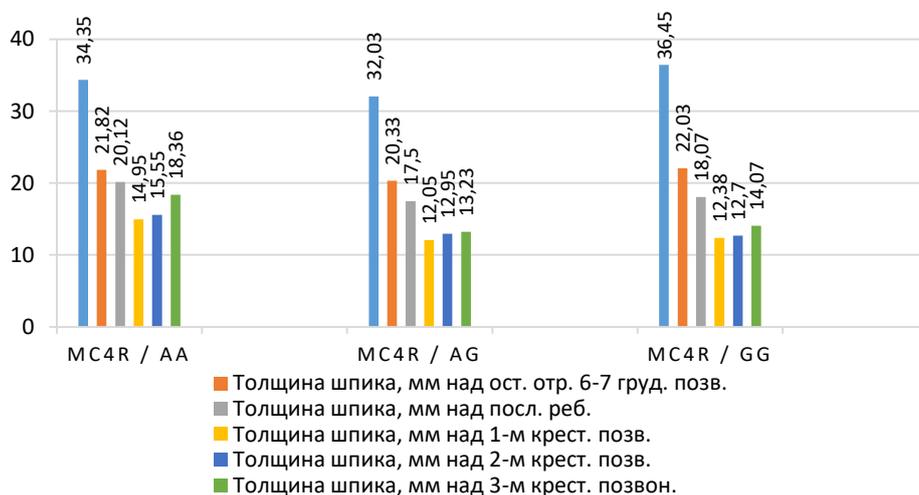


Рисунок 2. Толщина шпика подсвинков разных генотипов по гену MC4R

Выводы и рекомендации. Подопытные подсвинки по MC4R – гену в 65 % случаев имели генотип AG и по большинству показателей мясной продуктивности значительно превосходили животных AA- и GG-генотипов. AA - особи по всем изученным признакам характеризовались самыми низкими показателями. Полученные результаты можно использовать в селекции свиней при подборе родительских пар для получения товарных гибридов с высокой мясной продуктивностью.

Список источников

1. Генотип по генам MC4R, IGF2, POU1F1, h-FABP, GH, LEP и мясность гибридов свиней / А. Г. Максимов, Г. В. Максимов, В. Н. Василенко, Н. В. Ленкова // Главный зоотехник. – 2017. – № 10. – С. 14-34.
2. Оценка животных пород йоркшир и ландрас в зависимости от линейной принадлежности и панели генов-маркеров PRKAG3, MC4R и MYOD1 / А. А. Бальников, И. Ф. Гридюшко, Ю. С. Казутова [и др.] // Российская сельскохозяйственная наука. – 2021. – № 5. – С. 51-57.
3. Гетманцева Л.В., Третьякова О.Л., Леонова М.А. Практическое использование полиморфизма гена MC4R в селекционной работе. Персиановский: Донской ГАУ. 2015. 33 с.

4. Колосова М.А., Колосов А.Ю., Бакоев Ф.С. ДНК-маркеры продуктивности в свиноводстве. Вестник Донского аграрного университета. 2019. № 4-1(34). С.16-20.
5. Влияние генотипов по IGF2, SSKAR и MC4R на фенотипические показатели и племенную ценность свиней по хозяйственно полезным признакам. / Е.Е. Мельникова, Н.В. Бардуков, М.С. Форнара и др. // Сельскохозяйственная биология. 2018; 53(4):723– 734.
6. Лысенко, Ю. Реалии современного свиноводства / Ю. Лысенко // Эффективное животноводство. – 2022. – № 3(178). – С. 39-43. – EDN QUMIJS.
7. Чернуха И.М., Ковалева О.А., Друшляк Н.Г. и соавт. Возможность маркерной селекции свиней по хозяйственно- и технологически ценным признакам//Свиноводство.-2015.-№4.- С.14-18.
8. Чернуха И.М., Шалимова О.А., Крюков В.И., Друшляк Н.Г., Радченко М.В. Полиморфизм ДНК-маркеров, ассоциированных с качеством мяса у свиней трехпородного скрещивания//Все о мясе.-2013.-№2.-С.30-33.
9. Sandor C., Georges M. On the detection of imprinted quantitative trait loci in line crosses: effects of linkage disequilibrium//Genetics.-2008.-№178.-P.1755-1762.
10. Максимов, А. Г. Маркеры мясной продуктивности свиней / А. Г. Максимов, Г. В. Максимов // Свиноводство. – 2018. – № 6. – С. 11-15.
11. Святогорова А. Е., Третьякова О. Л., Гетманцева Л. В., Святогоров Н. А., Клименко А. И. Влияние полиморфизма гена MC4R на откормочные и мясные качества свиней. Известия НВ АУК. 2022. 2 (66). 298-306.

© Максимов А.Г., Максимов Н.А., 2022

Научная статья

УДК 633.31/.37: 635.657: 631.522/.524

Оценка сортообразцов мировой коллекции нута в засушливых регионах Российской Федерации для создания высокопродуктивных сортов

Галина Андреевна Маслова

Сергей Александрович Зайцев

Оксана Сергеевна Башинская

Денис Дмитриевич Бабушкин

ФГБНУ «Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго и кукурузы», г. Саратов

Аннотация. По результатам исследований мировой коллекции ВИР различного эколого-географического происхождения в 2021 и 2022 гг. была сформирована рабочая коллекция нута по группе спелости. В нее вошли соортообразцы различной крупности: мелкосемянные (1 образец), среднесемянные (4 образцов), крупнесемянные (6 образцов) и с очень крупными семенами (1 образец). Выделены высокие образцы с прикреплением нижнего боба более 20 см – Атер (РФ), к-2511 (Португалия), к-2397 (РФ), к-600 (Турция), к-1201 (Украина). Их урожайность в среднем за два года составила 1,62 т/га, 1,53 т/га, 1,08 т/га, 1,41 т/га и 1,34 т/га соответственно.

Ключевые слова: нут, *Cicer arietinum* L., коллекция, сортообразец, биометрические показатели, продуктивность

Evaluation of varieties of samples of the world collection of chickpeas in arid regions of the Russian Federation to create highly productive varieties

Galina Andreevna Maslova
Sergei Aleksandrovich Zaitsev
Oksana Sergeevna Bashinskaya
Denis Dmitrievich Babushkin

Russian Research Institut for Sorghum and Maize «Rossorgo», Saratov

Abstract. Based on the results of research of the world collection of VIR of various ecological and geographical origin in 2021 and 2022, a working collection of chickpeas for the ripeness group was formed. It includes varietal samples of various sizes: small-seeded (1 sample), medium-seeded (4 samples), large-seeded (6 samples) and with very large seeds (1 sample). High samples with the attachment of the lower bean more than 20 cm were identified – Ater (RF), k-2511 (Portugal), k-2397 (RF), k-600 (Turkey), k-1201 (Ukraine). Their average yield for two years was 1.62 t/ha, 1.53 t/ha, 1.08 t/ha, 1.41 t/ha and 1.34 t/ha, respectively.

Key words: chickpea, *Cicer arietinum* L., collection, varietal, biometric indicators, productivity

Для регионов с недостаточным увлажнением также необходимо расширение площадей возделывания высокобелковых культур, как и в остальных регионах Российской Федерации. Для этого ведется подбор сортов достаточно засухоустойчивых зернобобовых культур. В Нижнем Поволжье есть все необходимые условия для выращивания высокобелковых и засухоустойчивых культур, но их недостаточное распространение объясняется отсутствием сортов, отвечающих требованиям современного сельскохозяйственного производства [2, 4]. Селекция зернобобовых культур предусматривает оценку сортообразцов мировой коллекции ВИР различного эколого-географического происхождения по основным хозяйственно-ценным признакам, в том числе устойчивости к неблагоприятным биотическим и абиотическим факторам. Так, успех и результативность зависит, прежде всего, от выбора источников устойчивости и способов их использования. Уровень исследованности генетических ресурсов растений и их применение имеет большое значение для решения специализированных задач селекции [1]. В связи с этим формирование рабочей коллекции такой зернобобовой культуры как нута для получения новых высококачественных продуктивных сортов и гибридов для засушливых условий регионов РФ, обладающих повышенной устойчивостью к условиям недостаточного увлажнения является важным и актуальным [5]. В 2021 и 2022 гг. была сформирована рабочая коллекция нута по группе спелости. Основными задачами по формированию коллекции являлась оценка сортообразцов по высоте растения и высоте прикрепления нижнего боба, а также анализ урожайности выделенных образцов.

Методика исследований. Полевые опыты заложены в селекционном севообороте ФГБНУ РосНИИСК «Россорго» по «Методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур» [3] и общепринятым методикам полевого опыта [6].

При фенологических наблюдениях фиксировались фенологические дата. Посев коллекционного питомника осуществлен кассетной сеялкой СКС 6-10. Площадь делянок составила 7,7 м², размещение рендомизированное. Площадь учётной делянки – 3,5 м², повторность в опыте трёхкратная.

Статистическую обработку результатов исследований выполняли с помощью программы AGROS 2.09 методом дисперсионного анализа. Оценку существенности различий между полученными экспериментальными данными проводили по величине наименьшей существенной разницы (НСР₀₅).

Результаты исследований. В работе по формированию рабочей коллекции нута - питомник разбили на группы по их спелости. Представленные в статье сортообразцы характеризовались в 2021 г. скороспелой группой (71-75 дней), имели данный вегетационный период – Атер (РФ), к-612 (Азербайджан), к-2960 (Болгария), к-514 (Мексика), к-2511 (Португалия), к-2397 (РФ), к-2841 (Сирия), к-600 (Турция), к-1201 (Украина) (начало цветения у этих образцов зафиксировали 28.06 - 02.07); среднепоздней (81-85 дней) - к-434 (Мексика),

к-2940 (Сирия) и позднеспелой (более 85 дней) - к-2944 (Сирия) (цветение отмечено 09.07). В 2022 г. среднепоздней группой скороспелости (81-85 дней), данный вегетационный период отметили – Атер (РФ), к-2960 (Болгария), к-514 (Мексика), к-2511 (Португалия), к-2397 (РФ), к-2841 (Сирия), к-600 (Турция), к-1201 (Украина) и позднеспелой (более 85 дней) - к-612 (Азербайджан), к-434 (Мексика), к-2940 (Сирия), к-2944 (Сирия). Начала цветения у данных образцов пришлось на 26.06 - 27.06.

Изучены фенологические и морфологические признаки имеющихся сортообразцов, хорошие результаты отмечены по качественным показателям.

Пригодность к механизированной уборке – важный показатель в создание сортов. Увеличение высоты растений и прикрепления первого боба – может решить поставленную задачу (таблица 1). Габитус таких сортов должен быть компактным, ветвление растений слабым.

Таблица 1 – Биометрические показатели сортообразцов нута мировой коллекции ВИР им. Н.И. Вавилова

№ по каталогу ВИР	Наименование	Высота растения, см.			Высота прикрепления нижнего боба, см.		
		2021	2022	среднее	2021	2022	среднее
-	Атер	63,00	43,39	53,20	25,00	19,78	22,39
к-612	б/н	62,30	35,75	49,03	31,30	8,19	19,75
к-2960	Flip 91-46 C	42,30	27,64	34,97	14,30	4,86	9,58
к-434	Garbanzo	41,70	47,61	44,66	13,30	19,44	16,37
к-514	б/н	42,00	44,39	43,20	13,00	15,75	14,38
к-2511	СПК-479	50,70	51,00	50,85	20,00	21,58	20,79
к-2397	Краснокутский 36	58,00	45,94	51,97	27,70	15,33	21,52
к-2940	ILC-6816	46,70	46,83	46,77	13,30	19,42	16,36
к-2944	ILC-6858	42,00	44,67	43,34	12,70	20,22	16,46
к-2841	ILC-4766	38,00	50,61	44,31	11,30	19,44	15,37
к-600	б/н	51,00	52,92	51,96	19,00	23,06	21,03
к-1201	Красноградский 04	52,30	60,47	56,39	19,70	26,17	22,94
\bar{x}		49,17	45,94	47,55	18,38	17,77	18,08
V, %		17,28	18,10	12,30	36,01	33,93	22,04
F _{факт.}		фактор А – 15,578*, фактор В – 14,268*, взаим. АВ – 16,538*			фактор А – 30,872*, фактор В – 2,186, взаим. АВ – 47,077*		
HCP ₀₅		фактор А – 4,211, фактор В – 1,719, взаим. АВ – 5,956			фактор А – 2,036, взаим. АВ – 2,880		

Примечание. Множественные сравнения частных средних по критерию Дункана:

Высота растения - фактор А: 53.19gh, 49.02cdefg, 34.97a, 44.66bc, 43.18b, 50.85defg, 51.97fgh, 46.77bcd, 43.33b, 44.32b, 51.96efgh, 56.40h; фактор В: 49.17b, 45.94a;

Высота прикрепления нижнего боба - фактор А: 22.39gh, 19.75cdef, 9.58a, 16.37b, 14.38b, 20.79defgh, 21.52fgh, 16.36b, 16.48b, 15.35b, 21.03efgh, 22.93h.

Стебель представлен от коротких образцов – к-2960 (Болгария); средних - к-434 (Мексика), к-514 (Мексика), к-2944 (Сирия), к-2841 (Сирия); до длинных – Атер (РФ), к-612 (Азербайджан), к-2511 (Португалия), к-2397 (РФ), к-2940 (Сирия), к-600 (Турция), к-1201 (Украина). Ветвистость в основном зафиксирована слабая, однако присутствует 3 образца с очень слабой степенью – Атер, (РФ), к-2944 (Сирия), к-1201 (Украина).

По комплексу признаков - высота растения и прикрепления нижнего боба выделены сортообразцы – Атер (РФ), к-2511 (Португалия), к-2397 (РФ), к-600 (Турция), к-1201 (Украина) - с прикреплением нижнего боба более 20 см.

Показатели изменчивости морфометрических признаков образцов нута мировой коллекции ВИР отражают степень относительной однородности сортообразцов - значение коэффициента вариации по высоте растений ($V=12,30\%$), что говорит о средней степени изменчивости; высоте прикрепления нижнего боба ($V=22,04\%$) изменчивость характеризуется высокой степенью.

По урожайности семян в среднем за два года исследований наблюдались статистически значимые различия как между сортообразцами, так и по годам ($НСР_{05}$ по фактору А – 0,129, фактору В – 0,052, взаимодействию АВ – 0,182). Коэффициент вариации составил в 2021 г. - 46,60 %, в 2022 г. - 18,41 % и в среднем за два года - 19,90 % (рисунок 1).

В результате двухфакторного дисперсионного анализа доля в общей изменчивости фактора А – 13,22 %, фактора В – 74,91 %, взаимодействие А*В – 9,53 %, остаток (неучтенные факторы) – 2,34 %.

По критерию Дункана существенные различия отмечались как по фактору А - 1.62fg, 1.70ghi, 1.18a, 1.05a, 1.33bcd, 1.53ef, 1.08a, 1.78i, 1.96j, 1.76hi, 1.41de, 1.34cd; так и по фактору В - 0.81a, 2.15b.

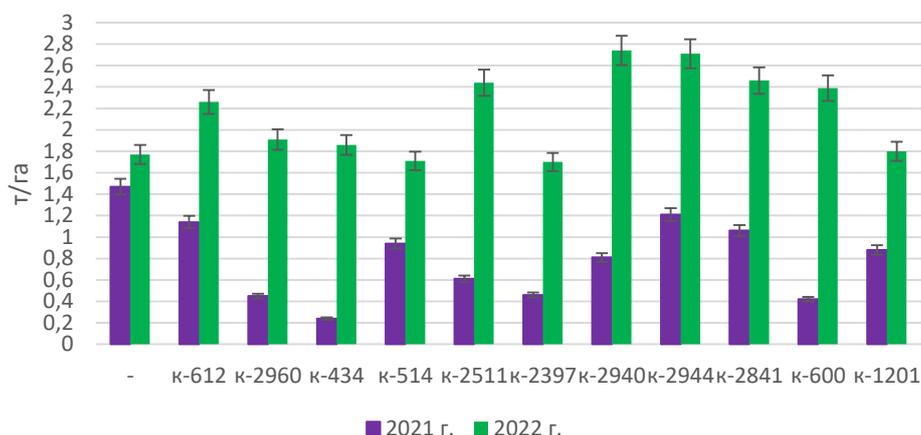


Рисунок 1. Урожайность сортообразцов нута мировой коллекции ВИР им. Н.И. Вавилова

Таким образом, при изучении коллекционных образцов нута мировой коллекции ВИР в 2021 и 2022 гг. были выделены основные признаки наиболее эффективных источников, которые можно рекомендовать для селекции новых более продуктивных сортов для засушливых регионов Российской Федерации. Выделены высокие образцы с прикреплением нижнего боба более 20 см – Атер (РФ), к-2511 (Португалия), к-2397 (РФ), к-600 (Турция), к-1201 (Украина). Их урожайность в среднем за два года составила 1,62 т/га, 1,53 т/га, 1,08 т/га, 1,41 т/га и 1,34 т/га соответственно.

Список источников

1. Вишнякова М.А. Генетические ресурсы зернобобовых средиземноморья в коллекции вир: разнообразие и использование (обзор) / М.А. Вишнякова, Т.Г. Александрова, С.В. Булынец, Т.В. Буравцева, М.О. Бурляева, Г.П. Егорова, Е.В. Семенова, И.В. Сеферова, И.И. Яньков // Сельскохозяйственная биология. Т.51. 2016. № 1. С. 31-45.
2. Вошедский Н.Н. Особенности влияния элементов технологии при возделывании нута на засорённость посевов и урожайность зерна // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2018. С. 80-84.
3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат, 2011. 352 с.

4. Зотиков В.И. Развитие производства зернобобовых и крупяных культур в России на основе использования селекционных достижений / В.И. Зотиков, А.А. Полухин, Н.В. Грядунова и др. // Зернобобовые и крупяные культуры. 2020. № 4 (36). С. 5-17.

5. Коллекция мировых генетических ресурсов зерновых бобовых ВИР: пополнение, сохранение и изучение: метод. указания / сост.: М. А. Вишнякова, И. В. Сеферова, М. О. Буравцева, М. О. Бурляева, Е. В. Семенова, Г. И. Филипенко, Т. Г. Александрова, Г. П. Егорова, И. И. Яньков, С. В. Булынец, Т. В. Герасимова, Е. В. Другова (ВИР). СПб., 2018. 143 с.

6. Синюшин А.А. Статистические ошибки и как их избегают, или о корректном анализе количественных данных в селекции // Зернобобовые и крупяные культуры. 2021. №3 (39). С. 6-10.

© Маслова Г.А., Зайцев С.А., Башинская О.С., Бабушкин Д.Д., 2022

Научная статья

УДК 633.351:631.522/.524

Вычисление степени повреждения клеточных мембран образцов чечевицы мировой коллекции ВИР для оценки устойчивости к засухе

Галина Андреевна Маслова¹

Татьяна Витальевна Ларина¹

Игорь Викторович Миронов²

¹ ФГБНУ «Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго и кукурузы», г. Саратов

² Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов

Аннотация. В статье представлены результаты двухлетних исследований образцов чечевицы мировой коллекции ВИР им. Н.И. Вавилова на устойчивость к засухе. Оценка относительной засухоустойчивости чечевицы по определению экзосмоса электролитов из листьев растений позволила выделить образцы с наименьшим значением проницаемости клеточных мембран как косвенного индикатора засухоустойчивости. Высокая устойчивость к «физиологической засухе» в лабораторных условиях отмечена у следующих образцов: 2021 г. - к-2872 (США), к-2850 (Россия), к-1043 (Италия), к-2839 (Канада), к-2365 (Швеция), к-1964 (Эфиопия); 2022 г. - к-1850 (Армения), к-2850 (Россия), к-2365 (Швеция). Следовательно, целенаправленно включение образцов к-2850 (Россия) и к-2365 (Швеция) как высокоустойчивых в селекционные программы для создания ценного исходного материала чечевицы в аридных зонах Российской Федерации.

Ключевые слова: Чечевица, коллекция, соротообразец, экзосмос, степень повреждения, клеточные мембраны

Calculation of the degree of damage to cell membranes of lentil samples of the VIR world collection for assessing drought resistance.

Galina Andreevna Maslova¹

Tatyana Vitalievna Larina¹

Igor Viktorovich Mironov²

¹ Russian Research Institut for Sorghum and Maize «Rossorgo», Saratov

² Saratov State University of genetics, biotechnology and engineering named after N.I. Vavilov, Saratov

Abstract. The article presents the results of a two-year study of lentil samples from the world collection of VIR named after V.I. N.I. Vavilov on drought tolerance. An assessment of the relative drought resistance of lentils by determining the exosmosis of electrolytes from plant leaves made it possible to identify samples with the lowest cell membrane permeability as an indirect indicator of drought resistance. High resistance to "physiological drought" in laboratory conditions was noted in the following samples: 2021 - k-2872 (USA), k-2850 (Russia), k-1043 (Italy), k-2839 (Canada), k-2365 (Sweden), k-1964 (Ethiopia); 2022 - k-1850 (Armenia), k-2850 (Russia), k-2365 (Sweden). Therefore, it is purposeful to include samples k-2850 (Russia) and k-2365 (Sweden) as highly resistant in breeding programs to create a valuable initial material of lentils in the arid zones of the Russian Federation.

Key words: lentils, collection, varietal, exosmosis, degree of damage, cell membranes

Снижением урожая большинства зернобобовых культур в аридных зонах Российской Федерации служит недостаточная устойчивость к засухе [4, 5]. При анализе многочисленных исследований по изучению стрессовых воздействий на растения отмечены неспецифические реакции клетки, возникающие при действии любых неблагоприятных факторов: засухи, понижении температуры, засолении, действии метаболитических ядов, охлаждении, повышенной кислотности, гипоксии и аноксии. Для растений, устойчивых к действию стрессоров, показана большая структурная и функциональная стабильность клеточных мембран по сравнению с неустойчивыми [6]. Проницаемость клеточных мембран – интегральный показатель функционального состояния растений, который показывает выносливость к осмотическому и тепловому стрессам. Увеличение проницаемости, в частности плазмалеммы, отражает многие физико-химические процессы, прежде всего, связанные с состоянием липидных и белковых компонентов [1, 2]. Поддержание целостности и стабильности цитоплазматических мембран – это главная составляющая засухоустойчивости растений [4]. Методом диагностики для массового первичного отбора засухоустойчивых образцов из мировой коллекции зернобобовых культур служила оценка степени повреждения клеточных мембран, вычисленная с помощью экзосмоса электролитов при кондуктометрическом методе [1]. Определение степени повреждения клеточных мембран позволит утверждать об устойчивости сортообразцов и включать их в селекционные программы создания ценного исходного материала этой культуры в аридных зонах Российской Федерации.

Цель исследования - анализ результатов экзосмоса электролитов из листьев растений и сравнительная оценка степени повреждения клеточных мембран образцов чечевицы мировой коллекции ВИР различного эколого-географического происхождения за 2021-2022 гг. исследований.

Для оценки засухоустойчивости 10 образцов чечевицы (таблица 1) мировой коллекции ВИР различного эколого-географического происхождения была использована методика определения экзосмоса электролитов из листьев растений, погруженных в воду [2, 4].

Таблица 1 – Образцы чечевицы мировой коллекции ВИР им. Н.И. Вавилова, 2021-2022 гг.

№ п/п	№ по каталогу ВИР	Наименование	Происхождение
1	к-1850	Рисовая	Армения
2	к-1894	б/н	Германия
3	к-1978	СТ-31	Индия
4	к-1043	местная	Италия
5	к-2839	FRENCHGREEN	Канада

6	к-2850	Веховская 1	Россия
7	к-2872	б/н	США
8	к-3061	местная	Украина
9	к-2365	б/н	Швеция
10	к-1964	местная	Эфиопия

Экзосмос учитывали по изменению электропроводности раствора. Для сравнения в качестве единицы была использована величина экзосмоса из листьев, которые были не подвергнуты к увяданию [4].

Статистическая обработка экспериментальных данных была выполнена с использованием пакета программ «AGROS 2.09» методом дисперсионного анализа [3]. Оценку существенности различий между полученными экспериментальными данными проводили по величине наименьшей существенной разницы (HCP_{05}).

Сравнительное изучение показателя проницаемости клеточных мембран у коллекционных образцов чечевицы показало значительное варьирование (2021 г. - от 2 до 19 %; 2022 г. – от 6,90 до 15,26 %) этого показателя и статистически значимую дифференциацию (таблица 2).

Таблица 2 – Оценка относительной засухоустойчивости образцов чечевицы по проницаемости клеточных мембран

Номер ВИР (фактор А)	Степень повреждения (А), %					
	2021 г. (фактор В)			2022 г. (фактор В)		
	I	II	среднее	I	II	среднее
к-1850	21,44	16,87	19,16	2,99	12,18	7,58
к-1894	15,84	16,56	16,20	10,18	10,48	10,33
к-1978	12,94	15,94	14,44	12,3	17,35	14,83
к-1043	5,74	6,11	5,93	17,19	10,20	13,69
к-2839	9,68	2,85	6,27	11,96	17,99	14,97
к-2850	2,39	5,41	3,90	11,28	2,52	6,90
к-2872	1,83	2,17	2,00	17,56	9,08	13,32
к-3061	11,89	11,91	11,90	11,98	17,78	14,88
к-2365	8,20	7,45	7,83	7,44	12,03	9,74
к-1964	12,39	6,28	9,34	13,95	16,58	15,26
$F_{факт.}$	фактор А - 2.560*, фактор В - 4.328, взаим.АВ - 3.421*					
HCP_{05}	фактор А - 5.518, взаим.АВ - 7.804					

Примечание:

Множественные сравнения частных средних по критерию Дункана - фактор А: 13.37bc, 13.27bc, 14.63c, 9.81abc, 10.62abc, 5.40a, 7.66ab, 13.39bc, 8.78abc, 12.30bc.

По результатам двухфакторного дисперсионного анализа установлено, что вклад фактора А в общую изменчивость составил 29,86 %, фактора В - 5,61 %, взаимодействие А*В – 39,90 %, остаток (неучтенные факторы) – 24,63 %.

Образцы чечевицы значимо различались по фактору А: к-1850 от к-2850; к-1894 от к-2850; к-1978 от к-2850, к-2872; к-2850 от к-1850, к-1894, к-1978, к-3061, к-1964; к-2872 от к-1978; не имеют существенных различий: к-1043, к-2839, к-2365.

Оценка относительной засухоустойчивости чечевицы по определению экзосмоса электролитов из листьев растений позволила выделить образцы с наименьшим значением проницаемости клеточных мембран как косвенного индикатора засухоустойчивости. Высокая устойчивость к «физиологической засухе» в лабораторных условиях отмечена у

следующих образцов: 2021 г. - к-2872 (США), к-2850 (Россия), к-1043 (Италия), к-2839 (Канада), к-2365 (Швеция), к-1964 (Эфиопия); 2022 г. - к-1850 (Армения), к-2850 (Россия), к-2365 (Швеция).

Ранжирование образцов чечевицы по изучаемому показателю в условиях «физиологической засухи» выявило следующую последовательность: 2021 г. - к-2872, к-2850, к-1043, к-2839, к-2365, к-1964, к-3061, к-1978, к-1894, к-1850; 2022 г. - к-2850, к-1850, к-2365, к-1894, к-2872, к-1043, к-1978, к-3061, к-2839, к-1964. Так в 2021 г. сортообразцы чечевицы к-2872, к-1043, к-2839 и к-1964 обладали высокой устойчивостью к «физиологической засухе», а в 2022 г. показали среднюю степень. Напротив, образец к-1850 в 2021 г. отмечен высокой степенью повреждения, что говорит о его низкой устойчивости, а в 2022 г. лабораторные исследования указали на высокую степень устойчивости. На образцы к-2850 (Россия) и к-2365 (Швеция) - год исследования не оказал существенного влияния, они характеризовались как образцы с высокой устойчивостью к засухе.

Таким образом, для аридных зон Российской Федерации целенаправленно включение в селекционные программы для создания ценного исходного материала чечевицы образцов к-2850 (Россия) и к-2365 (Швеция) как высокоустойчивых к засухе.

Список источников

1. Гришенкова Н. Н., Лукаткин А. С. Определение устойчивости растительных тканей к абиотическим стрессам с использованием кондуктометрического метода // Поволжский экологический журнал. 2005. № 1. С. 3–11.

2. Кожушко Н.Н., Карамышев. Р.М. Методические указания по способу индивидуальной оценки жаро- и засухоустойчивости зерновых культур для генетических и селекционных целей. Ленинград, 1989. 10 с.

3. Мартынов, С. П. Статистический и биометрико-генетический анализ в растениеводстве и селекции. Пакет программ «AGROS 2.09». Тверь, 1999. 90 с.

4. Поминов А. В., Ларина Т. В. Оценка засухоустойчивости образцов чечевицы мировой коллекции ВИР по проницаемости клеточных мембран // Селекция и генетика: инновации и перспективы: сборник статей по материалам II Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 70-летнему юбилею доктора с.-х. наук, профессора В. И. Бушуевой. Горки: БГСХА, 2022. С. 233-236.

5. Удовенко, Г. В. Методика диагностики устойчивости растений (засухо-, жаро-, соле- и морозоустойчивости) / Г. В. Удовенко, Т. В. Олейникова, Н. Н. Кожушко [и др.]. – Ленинград, 1970. 74 с.

7. Чиркова Т.В. Клеточные мембраны и устойчивость растений к стрессовым воздействиям // Соросовский Образовательный журнал. 1997. С. 12-17.

© Маслова Г.А., Ларина Т.В., Миронов И.В., 2022

Научная статья
УДК 633.16

Оценка вегетативных органов растений группы сортов ячменя с ранним временем колошения по морфологическим признакам

Алина Геннадьевна Маренкова

ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева,
г. Москва

Валентина Сергеевна Рубец

ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева,
г. Москва

Татьяна Александровна Макеева

ФГБУ «Госсорткомиссия»,

г. Москва

Татьяна Игоревна Белова

ФГБУ «Госсорткомиссия»,

г. Москва

Аннотация. В статье приведены результаты наблюдений за проявлением сортовых признаков 16 отечественных сортов ярового ячменя с ранним временем колошения в фазы кушение-начало цветения в условиях Московской области за 2022 год.

Ключевые слова: яровой ячмень, сортовые признаки, отличимость, грунтовой контроль

Assessment of vegetative organs of plants of a group of barley varieties with early earing by morphological characteristics

Alina Gennadievna Marenkova

Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy,

Moscow

Valentina Sergeevna Rubets

Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy,

Moscow

Tatyana Aleksandrovna Makeeva

State commission Russian Federation for selection achievements test and protection,

Moscow

Tatyana Igorevna Belova

State commission Russian Federation for selection achievements test and protection, Moscow

Abstract. The article presents the results of observations on the manifestation of varietal characteristics of 16 domestic varieties of spring barley with early earing in the tillering-the beginning of flowering phases in the conditions of the Moscow region in 2022.

Key words: spring barley, varietal characteristics, distinctness, ground control

Ячмень относится к числу древнейших зерновых культур и широко используется в различных сферах деятельности – как продовольственная культура, в большей степени для получения ячневой и перловой крупы, применяется в хлебопечении в качестве солода, для кормовых целей и особо ценится в пивоваренной промышленности. В производстве возделывается большое количество сортов, список которых постоянно пополняется трудами селекционеров. Новые сорта требуют оценки на охраноспособность (оценки сортовых признаков). Процесс их семеноводства призван обеспечить товаропроизводителей семенами с высокими сортовыми и посевными качествами. Полевая апробация, грунтовой контроль и лабораторный сортовой контроль являются методами оценки сортовых качеств семеноводческих посевов, но обязательна из них лишь полевая апробация. Однако, согласно Решению Совета Евразийской экономической комиссии от 30 января 2022 г. о «Единых методах определения сортовых качеств семян сельскохозяйственных растений в рамках Евразийского экономического союза» [1] метод грунтового контроля сельскохозяйственных растений следует считать обязательным для определения принадлежности семян к указанному сорту.

Грунтовой контроль – метод оценки сортовых качеств семян, при котором наблюдения за испытуемыми растениями ведутся в течение всего вегетационного периода. Оценка признаков проводится согласно «Методике проведения испытаний селекционных достижений на отличимость, однородность и стабильность» [2] (далее – Методика), при этом испытуемые сорта по морфологическим признакам сравнивают с сортами-эталоном (сортами, которые высеваются в опыте для демонстрации степеней выраженности признаков). В РФ в настоящий

момент действует вышеуказанная методика, однако в качестве эталонов в ней представлены большей частью сорта зарубежной селекции, которые недоступны на территории России. Вместе с тем, ФГБУ «Государственная комиссия по испытанию и охране селекционных достижений» (далее – ФГБУ «Госсорткомиссия») готовит к утверждению новую версию Методики на основе методики Международного союза по охране новых сортов растений (UPOV) [3], которая содержит ряд поправок и включает в себя новые признаки. В связи с этим назревает необходимость создания коллекции отечественных сортов-эталонов для оценки охраноспособности селекционных достижений на территории РФ. Это и является целью нашей работы.

Методы и материалы исследования. Для исследования было взято 16 сортов ярового ячменя с ранним временем колошения. В статье представлены данные по наблюдениям в период: фаза кущения – фаза начала цветения. Семена сортов для исследования были получены из коллекции контрольных образцов ФГБУ «Госсорткомиссия» (образцов, полученных непосредственно от оригинаторов). (табл. 1).

Таблица 1 – Наименование сортов и их оригинаторы

Сорт	Оригинатор
Ача, Бином, Биом	ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук»
Дина	ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого, ФГУП «Котласское»
Одесский 22	ФГБНУ «Северо-Кавказский Федеральный научный аграрный центр», Селекционно-генетический институт – Национальный центр семеноведения и сортоизучения (Одесса)
Батик	ФГБУН «Самарский федеральный исследовательский центр РАН»
Ергенинский голозёрный	ФГБНУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет»
Краснояржский 6	ЗАО «Краснояржская зерновая компания»
Лекарь*, Т12	ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук»
Надёжный	ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр «Немчиновка»», ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ»
Омский 91, Омский голозёрный 4	ФГБНУ «Омский аграрный научный центр»
Поволжский 49*	ФГБУН Самарский федеральный исследовательский центр РАН
Соратник*	ООО «Агрокомплекс «Кургансемена»»
Ярунчик*	ФГБНУ «Национальный центр зерна имени П.П. Лукьяненко»

**сорта, включённые в государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию, в 2022 г.*

Посев ярового ячменя был проведен 6 мая 2022 года в двух вариантах – сеялочный (СКС-6-10, деланка 1 м², 2-кратная повторность) и ручной (3 рядка по 20 семян) – с целью сравнения проявления сортовых признаков растений при различном способе посева (сплошном и разреженном).

Согласно Методике, для каждого признака существует определённый метод его учёта, в целом их можно разделить на группы: 1. Визуально оценивают признак либо однократно по группе растений (в целом по деланке, рядку), либо индивидуально по 20 растениям сорта или их частям.

Последний метод характерен для признаков, проявляющихся в фазы 80-92 (ранняя восковая спелость-полная спелость). 2. Однократное измерение либо группы растений (деланки) – проводят при оценке высоты растения, либо индивидуальное измерение 20

растений или их частей – метод характерен для признаков: плотность колоса, длина остей и колоса. Значениям выраженности признака присвоены индексы по шкале 1-9, где 9 – наиболее интенсивное проявление признака. При дальнейшем обсуждении в скобках к сортам указаны индексы градаций признака. Каждый признак учитывается в фазу, благоприятную для его проявления (табл. 2).

Таблица 2 – Наблюдаемые сортовые признаки и благоприятные для их проявления фазы развития растения

Сортовой признак	Метод учёта*	Фаза развития
Растение: тип куста	VG	главный стебель и 5 боковых – главный стебель и 9 и более боковых
Нижние листья: опушение листовых влагалищ	VG	главный стебель и 5 боковых – главный стебель и 9 и более боковых
Флаговый лист: интенсивность антоциановой окраски ушек	VG	трубка утолщена – появление остей
Флаговый лист: положение	VG	появление остей – появление $\frac{1}{4}$ соцветия
Флаговый лист: восковой налёт на влагалище	VG	появление кончика соцветия – начало цветения

* VG – визуальная однократная оценка группы растений или их частей; MG – однократное измерение группы растений или их частей

Результаты и обсуждения. В результате наблюдений не удалось зафиксировать визуальных различий исследуемых сортов по следующим признакам: опушение листовых влагалищ нижних листьев (отсутствует у всех сортов), восковой налёт на влагалище флагового листа (различий между сортами не обнаружено).

При оценке признака «тип куста» были выявлены следующие градации (рис. 1): 1 – прямостоячий тип куста – сорт Красноярский 6; 3 – полупрямостоячий тип (часто встречающаяся форма) – сорта Ача, Батик, Биом, Лекарь, Омский 91, Т12, Соратник, Одесский 22, Бином, Ергенинский голозёрный, Омский голозёрный 4, Поволжский 49; 5 – промежуточный тип – сорта Надёжный, Ярунчик, Дина. Полустелющийся (7) и стелющийся (9) типы не обнаружены среди указанной группы сортов.

При этом замечено, что данный признак проявляется неодинаково у ряда сортов в сеялочных и ручных посевах. Так, сорт Бином при ручных посевах характеризуется типичной промежуточной формой куста (5), однако в сеялочных посевах был оценён как полупрямостоячий тип (3). Сорт Надёжный при ручных посевах образует показательный полустелющийся тип куста (7), но в сеялочных – промежуточный тип (5) (рис. 1 – в, г). Сорт Лекарь при сеялочных посевах характеризуется ярко выраженным прямостоячим типом куста, при ручных – полупрямостоячим. Для данных сортов можем сказать, что признак «тип куста» проявляется как более стелющийся при ручных посевах, как более прямостоячий – при сеялочных.

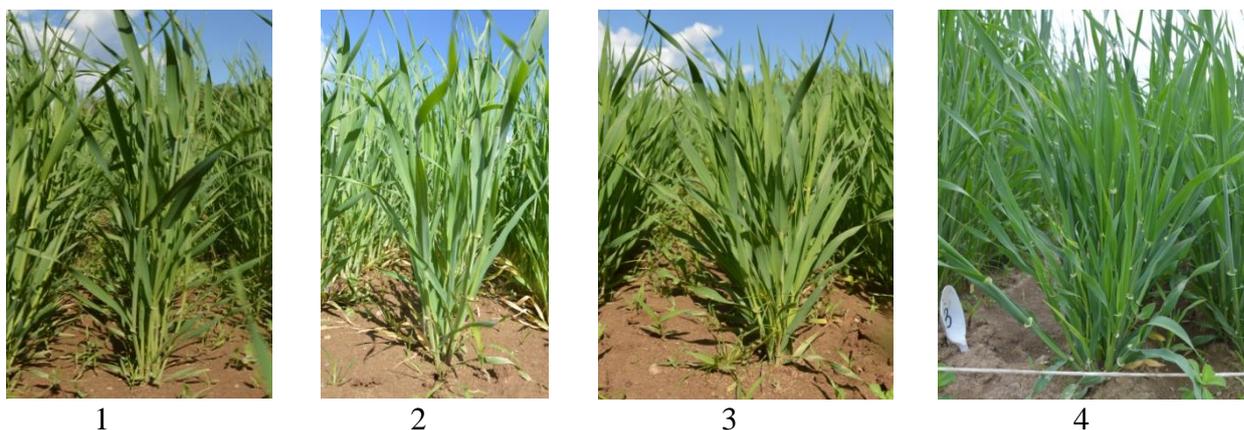


Рисунок 1. Градации признака «тип куста»: 1 - Лекарь, 2 - Ача, 3 – Надёжный в сеялочных посевах, 4 -Надёжный в ручных посевах

При наблюдении признака «интенсивность антоциановой окраски ушек флагового листа» были выделены следующие градации (рис. 2): 1 – окраска отсутствует или очень слабая – сорта Дина, Батик, Ергенинский голозёрный, Краснояружский 6 окраски не имеют; сорта Бином, Омский голозёрный 4, Т12 выделяются очень слабой антоциановой окраской; 3 – слабая окраска – сорт Одесский 22; 5 – окраска средней интенсивности – сорта Ача, Биом, Лекарь, Поволжский 49, Омский 91, Ярунчик; 7 – сильная окраска – сорта Надёжный, Сортатник. Образцов с очень сильной интенсивностью окраски (9) среди указанных сортов не было обнаружено.



Рисунок 2. Градации антоциановой окраски ушек флагового листа: 1 - Ергенинский голозёрный, 2 - Одесский 22, 3 - Биом, 4 - Сортатник

При наблюдении признака «положение флагового листа» были обнаружены следующие градации (рис. 3): 1 – прямостоячий флаговый лист – Ача, Ярунчик, Надёжный, Омский голозёрный 4; 3 – полупрямостоячий – Батик, Дина, Краснояружский 6, Ергенинский голозёрный, Биом, Бином, Омский 91, Поволжский 49, Сортатник; 5 – горизонтальный – сорта Одесский 22, Лекарь; 7 – полуотогнутый – сорт Т12. Форм с отогнутым положением флагового листа среди указанных сортов не обнаружено.



Рисунок 3. Градация признака «положение флагового листа по отношению к колосу»: 1 - Ярунчик, 2 - Ергенинский голозёрный, 3 - Лекарь, 4 - Т12

Необходимо отметить, что на одной делянке могут присутствовать растения с различной градацией данного признака, например, у сорта Бином признак варьировал от полуотогнутого до отогнутого положения флагового листа. Однозначная оценка принадлежности к определённому индексу у таких форм затруднена и зависима от индивидуального взгляда эксперта. По сравнению с аналогичным признаком в действующей Методике (встречаемость растений с наклоненным флаговым листом) данный признак (положение флагового листа) более сложен для визуальной оценки, так как не учитывает процентное содержание растений с наклоненным флаговым листом, а акцентирует внимание на большей части растений на всей делянке.

Закключение. По результатам исследования в условиях Москвы (ЦРНЗ) среди раннеспелой группы сортов ярового ячменя можно выделить некоторые формы с четким проявлением признаков, однако устойчиво ли оно в различных условиях выращивания, а также в последующих поколениях, станет понятно при дальнейших наблюдениях.

Список источников

1. Решение Совета Евразийской экономической комиссии от 30.01.2020 № 10 «О единых методах определения сортовых качеств семян сельскохозяйственных растений в рамках Евразийского экономического союза»: дата вступления в силу 01.01.2021 // Россельхознадзор: офиц. сайт. – URL: <https://fsvps.gov.ru/ru/fsvps/laws/7584.html> (дата обращения 02.11.2022). – Текст электронный.

2. Методика проведения испытаний на отличимость, однородность и стабильность. Ячмень (*Hordeum vulgare* L. sensu lato) 18.08.2005 г. № 12-06/36 // ФГБОУ «Госсорткомиссия»: офиц. сайт. – URL: <https://gossortrf.ru/metodiki-ispytaniy-na-oos/> (дата обращения 02.11.2022). – Текст электронный.

3. Guidelines for the conduct of tests for distinctness, homogeneity and stability (*Hordeum vulgare* L.) 20.09.2018. TG/19/11 UPOV code(s): horde_vul // UPOV: офиц. сайт. – URL: <https://www.upov.int/edocs/tgdocs/en/tg019.pdf> (дата обращения 09.11.2022). –Текст электронный.

© Маренкова А.Г., Рубец В.С., Макеева Т.А., Белова Т.И., 2022

Проблемы и результаты селекции проса посевного на содержание каротиноидов

Владимир Александрович Мозлов^{1,2}, Николай Петрович Тихонов², Валерий Иванович Жужукин¹

¹ Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов

² Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Федеральный аграрный научный центр Юго-Востока, г. Саратов

Аннотация. Одним из важнейших требований, предъявляемых к современным сортам проса, является сочетание высокой урожайности с комплексом важнейших признаков, включая повышенное содержание каротиноидов.

Ключевые слова: каротиноиды, селекция, зерновые культуры, просо

Problems and results of selection of pearl millet for carotenoids

Vladimir Alexandrovich Mozlov^{1,2}, Nikolai Petrovich Tikhonov², Valery Ivanovich Zhuzhukin¹

¹ Saratov State University of genetics, biotechnology and engineering named after N.I. Vavilov, Saratov

² Federal Agricultural Research Center of South-East, Saratov

Annotation. One of the most important requirements for modern pearl millet varieties is the combination of high yield with a set of important traits, including increased carotenoids.

Key words: carotenoids, breeding, grain crops, millet

Введение.

Каротиноидные пигменты “многофункциональны” по своим биохимическим свойствам: являются предшественниками витамина А, обладают красящими и антиоксидантными свойствами, используются при производстве различных потребительских товаров.

Актуальность темы обусловлена необходимостью увеличения содержания каротиноидных пигментов в составе зерна проса, как одной из наиболее перспективных зерновых культур для селекции в данном направлении.

Цель исследования: провести сравнительную оценку сортов проса посевного саратовской селекции по желтизне ядра и содержанию каротиноидов.

Задачи исследований:

1. Проанализировать взаимосвязь различных показателей качества зерна проса.
2. Выявить лучшие генотипы с повышенными показателями по желтизне ядра и пшена, и содержанием каротиноидов.

Материалы и методы.

В качестве материала использованы результаты полевых опытов, проведённых в 2019-2021 гг. на опытных полях ФГБНУ «ФАНЦ «Юго-Востока». Объектом исследований являлись сорта саратовской селекции (табл.2). Посев проса осуществлялся в конце третьей декады мая при норме высева 2-2.5 млн. всхожих семян на 1 гектар. Закладка опыта проведена в соответствии с общепринятыми методиками [2,3 и др.]. В фазу полной спелости была проведена уборка материала и отобраны образцы для последующих анализов, в том числе на качество зерна.

Селекция на желтизну ядра и содержание каротиноидов начинается с оценки индивидуальных растений (метелок), отобранных из гибридных популяций (F3 и

последующих поколений): отсчитываются 100 зерен, определяется их вес (с переводом на 1000 зерен); производится обрушивание (удаление цветковых пленок) с последующим глазомерным определением желтизны ядра (в соответствии с “цветовой” 5-балльной шкалой) и степенью его поражения меланозом (отдельно подсчитываются слабо-, средне- и сильно испорченные ядра). В посев селекционного питомника 1-го года (СП-1) включаются генотипы с высокой массой 1000 зерен, минимальным поражением меланозом и высокой желтизной ядра. Выполнение перечисленных операций требует хорошего зрения у исполнителей и немалого времени, однако это единственный путь сохранения эволюционной направленности при создании, оценке и браковке гибридного и константного селекционного материала. В СП-1 отбираются линии (порядка 30-45% от объема всего питомника), проявившие лучшие качества в условиях конкретной вегетации. Анализ на крупность зерна, желтизну, стекловидность ядра и степень его поражения меланозом подвергаются 250 зерен. Лучшие по комплексу признаков линии из СП-1 переводятся в селекционный питомник 2 года (СП-2). Все селекционные номера СП-2, контрольного (КП) и конкурсного сортоиспытания (КСИ) подвергаются оценке на комплекс признаков, включая показатели качества зерна. В СП-2 анализу подвергаются 500 зерен, в КП и КСИ – по 1000 зерен.

Суммарное содержание каротиноидов определяется в лаборатории качества зерна ФГБНУ «ФАНЦ «Юго-Востока».

Результаты

Многолетняя и целенаправленная селекция проса на повышение качества зерна и потребительских свойств пшеница включает: 1) оценку внутривидового генофонда по различным признакам, в том числе и по качеству зерна (изучение сортов инорайонной селекции, образцов из мировой коллекции ВИР и гибридного материала); 2) оценку уровня отселектированности местного гибридного материала по отдельным признакам; 3) создание нового, более перспективного селекционного материала путем гибридизации лучших доноров комплекса признаков, включая качество зерна.

При изучении сортообразцов проса из видового генофонда отчетливо видно, что между ними существуют генетически контролируемые различия по всем значимым признакам (табл.1). Фрагментарно представленные результаты показывают, например, что возрастание массы 1000 зерен у селекционных достижений далеко не всегда сопровождается усилением восприимчивости к меланозу.

Таблица 1 – Краткая характеристика некоторых сортов проса по признакам и показателям качества зерна (ФГБНУ «ФАНЦ «Юго-Востока», 2020 г.)

Сортообразец	Ботаническая разновидность	Масса 1000 зерен, г	Желтизна ядра, балл	Поражение меланозом*
Краснозерные сорта:				
Ильиновское, st.	Сангвинеум	8,6	4,5	1-2-1
Крестьянка	Сангвинеум	9,3	1,5	1-3-0
Поволжское 59	Субсангвинеум	8,9	2,0	2-0-0
Колоритное 15	Кокцинеум	7,8	1,5	2-0-0
Регент	Кокцинеум	6,6	3,5	0-0-0
Альба	Афганикум**	6,2	3,0	0-1-1
Желтозерные сорта:				
Золотистое, st.	Ауреум	8,8	2,5	1-0-2
Кавказские зори	Ауреум	8,6	2,5	0-1-0
Харьковское 65*	Ауреум***	7,8	1,0	2-4-2
Лучистое	Флявум	7,6	2,0	0-0-0-
Камское	Субфлявум	7,3	2,5	0-1-0
Белгородское 1	Ауреум	7,0	1,5	1-2-1

Примечание: * - указано количество меланозных ядер (слабо-, средне- и сильно пораженных) на 250 зерен; ** - фактическая окраска зерна - белая с красным низом внутренней цветковой пленки; *** - окраска зерна т.н. “кремовая” (белесо-желтая)

Сорта проса саратовской селекции также не идентичны по своим параметрам (табл. 2).

Таблица 2 – Краткая характеристика некоторых сортов проса по признакам и показателям качества зерна (ФГБНУ «ФАНЦ «Юго-Востока», КСИ, 2019 г.)

Образец проса сорт	Окраска зерна	Масса 1000 зерен, г	Желтизна ядра, балл	Содержание каротиноидов, мг/кг	Содержание меланоза, % *
Саратовское 853	Красная	8,3	3,0	8,7	1,5
Саратовское 6	Красная	8,8	3,5	8,6	1,8
Саратовское 10	Красная	8,8	3,5	9,1	1,3
Саратовское 15**	Красная	9,4	5,0	10,9	1,2
Золотистое	Желтая	9,1	4,0	10,4	0,5
Саратовское желтое	Желтая	8,8	3,5	9,9	0,3
Сарбин	Желтая	9,0	3,5	9,2	1,1
Сардар**	Желтая	9,0	4,0	10,7	1,1

Примечание: * - суммарное содержание слабо-, средне- и сильно пораженных ядер от числа изученных; ** - сорта проходят государственные испытания

Очевидно, что современные сорта проса превосходят “первенец” саратовской селекции - Саратовское 853 – практически по всему комплексу признаков, включая адаптивность к почвенно-климатическим условиям прососеющих регионов. Например, Золотистое возделывается в 3 регионах России. В тоже время другой желтозерной сорт Саратовское желтое с 2009 года рекомендован к возделыванию в 9 регионах РФ из 12 [1]. Важно учитывать, что корреляционная связь между крупностью зерна, желтизной ядра, содержанием каротиноидов и вкусом каши не является “однозначно” тесной и варьирует в отдельные годы от слабой до сильной (табл.3). Определенные расхождения между красно- и желтозерными сортами по желтизне ядра и содержанию каротиноидов сохраняются на протяжении десятилетий. В этой связи выдвинуто предположение о том, что у краснозерных генотипов синтез каротина происходит интенсивнее, чем у желтозерных, а у последних, наоборот больше ксантофиллов [4]. В целом при практической работе с гибридным и константным материалом установлена положительная и достаточно «устойчивая» корреляция между желтизной ядра (зерновки проса с удаленными цветковыми пленками) и содержанием в нем КП [4,6]. При этом приходится учитывать, что величина корреляции может существенно варьировать (от слабой до сильной) в разных «наборах» сортов проса и/или среди одних и тех же сортов в разные по климатическим условиям годы [4].

Как известно, продукты переработки зерна злаковых культур являются важной составляющей рациона питания человека. Важно отметить, что за последние годы, благодаря научно-техническому прогрессу, имеет место значительный прирост урожайности зерновых культур: порядка 30% у пшеницы, 117% по рису, 188% у проса и 530% по кукурузе [5]. Однако современные сорта зачастую уступают ранее созданным селекционным достижениям по балансу питательных веществ. В этой связи селекционная работа переходит на новый - “биофортификационный” - уровень, включая обогащение зерна сельскохозяйственных культур конкретными элементами: риса и пшеницы – цинком; кукурузы и проса – каротиноидами, железом и цинком и др. [5].

Повышение питательной ценности проса за счет селекции может оказать существенное влияние на увеличение его потребления. Генетические особенности синтеза каротиноидных пигментов у совершенно различных культур (моркови, тыквы, облепихи, твердой пшеницы, кукурузы, проса и т.д.), позволяют селекционерам применять достаточно сходные методы целенаправленной селекции на увеличение их содержания в получаемой продукции. Из данных таблиц 2 и 3 отчетливо видно, что последовательная и целенаправленная селекционная работа позволяет одновременно “улучшать” наиболее значимые признаки, включая устойчивость к болезням и продуктивность растений (в данной статье результаты не приводятся). Необходимо подчеркнуть, что основные признаки качества зерна сортов проса хорошо сохраняют свои значения в различные годы (табл.3).

Таблица 3 – Желтизна ядра и содержание каротиноидов у саратовских сортов проса (КСИ, 2020-2021 гг.)

Образец проса сорт	Разновидность	Желтизна ядра, балл		Содержание каротиноидов мг/кг,	
		2020	2021	2020	2021
Саратовское 853	Сангвинеум	3,0	3,0	11,1	9,1
Саратовское 10	Сангвинеум	3,5	4,0	11,0	12,1
Саратовское 15	Сангвинеум	5,0	5,0	12,9	12,1
Золотистое	Ауреум	4,0	3,5	12,1	10,7
Саратовское желтое	Ауреум	4,0	4,0	11,1	11,3
Сарбин	Субауреум	4,0	4,0	10,9	11,1
Сардар	Ауреум	4,0	4,0	11,1	12,3

Таким образом, можно констатировать, что сорта проса саратовской селекции сочетают важнейшие показатели качества зерна (желтизну и содержание каротиноидных пигментов) с продуктивностью растений и их адаптивностью к различным природно-климатическим условиям, поскольку они рекомендованы к возделыванию в целом ряде регионов Российской Федерации.

Проблемы селекции проса на качество зерна.

1) Трудоемкость и необходимость практического опыта при оценках технологических и потребительских качеств зерна;

2) Необходимы современная приборная база, химические реактивы и специалисты соответствующего уровня для биохимических оценок селекционных достижений (селекционеры в лучшем случае пользуются результатами суммарного определения каротиноидных пигментов, белка и других нутриентов);

3) При изучении селекционных достижений в рамках Госкомиссии по сортоиспытанию помимо урожайности, необходимо усилить внимание к оценке их качества зерна.

Выводы.

Эффективная селекция проса на усиление желтизны ядра и увеличения содержания каротиноидных пигментов возможна при следующих условиях:

1) Поиск и использование в гибридизации лучших доноров указанных признаков;

2) Создание перспективного селекционного материала и качественная оценка сортообразцов во всех селекционных питомниках;

3) В селекции проса на максимальные показатели желтизны ядра и содержания каротиноидов в качестве доноров следует использовать сорта ФГБНУ «ФАНЦ «Юго-Востока»: краснозерные - Ильиновское, Саратовское 10 и др., желтозерные – Золотистое, Саратовское желтое, Сарбин и др. (табл.3).

Список источников

1. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т. 1. «Сорта растений» (официальное издание). – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2022. – 504 с.
2. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
3. Частная селекция полевых культур: Учебник / В. В. Пыльнев, Ю. Б. Коновалов, Т. И. Хупацария [и др.]. – Санкт-Петербург: Издательство "Лань", 2016. – 544 с. – (Учебники для вузов. Специальная литература). – ISBN 978-5-8114-2096-4. – EDN ZXDTXL.
4. Тихонов, Н. П. Селекционно-генетические аспекты содержания каротиноидов в зерне проса посевного / Н. П. Тихонов, М. А. Михайлов // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2016. – № 1(17). – С. 68-74. – EDN VSPQHH..
5. Ashokkumar, Kaliyaperumal et al. "Genomics-Integrated Breeding for Carotenoids and Foliates in Staple Cereal Grains to Reduce Malnutrition." *Frontiers in genetics* vol. 11 414. 29 May. 2020, doi:10.3389/fgene.2020.00414
6. Mata-Gómez, Luis Carlos et al. "Biotechnological production of carotenoids by yeasts: an overview." *Microbial cell factories* vol. 13 12. 21 Jan. 2014, doi:10.1186/1475-2859-13-12

© Мозлов В.А., Тихонов Н.П., Жужукин В.И., 2022

Научная статья

УДК 633.853.52:633.34:633.31/.37

Первичное изучение коллекции сои в условиях Среднего Урала

Алексей Викторович Москалев

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук»,
г. Екатеринбург

Аннотация. Исследования проведены на опытных полях ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН (Красноуфимск) в 2022 году. Было изучено 32 номера коллекции сои с целью выявления возможности выращивания этой перспективной зернобобовой культуры в условиях Среднего Урала. Среди них только 7 были районированы по 4-му региону. Vegetационный период у наиболее скороспелых сортов был от 84 до 90 дней. Это сорта сибирской, Кировской и Московской селекции. Наибольшая продуктивность была отмечена у сортов Сибириада 20, СибНИИК 315, Надежда, Миляуша, Заряница, Памяти Фадеева и Цивиль (от 76,7 до 120,3 г/м²). Отличился новый сорт Омской селекции Сибириада 20, давший наибольшую урожайность (12,3 ц/га) при наименьшем периоде вегетации (85 дней).

Ключевые слова: соя, урожайность, коллекция, вегетационный период

Primary study of the soybean collection in the conditions of the Middle Urals

Abstract. The research was carried out on the experimental fields of the URFANITS Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (Krasnoufimsk) in 2022. Thirty-two issues of the soybean collection were studied in order to identify the possibility of growing this promising leguminous crop in the conditions of the Middle Urals. Among them, only 7 were zoned in the 4th region. The growing season of the most precocious varieties was from 84 to 90 days. These are varieties of Siberian, Kirov and Moscow selection. The highest productivity was noted in the varieties Sibiriyada 20, SibNIK 315, Nadezhda, Milyausha, Zaryanitsa, Pamyati Fadeeva and Civil (from 76.7 to 120.3 g/m²). A new

variety of Omsk selection Sibiriada 20 distinguished itself, which gave the highest yield (12.3 c / ha) with the shortest growing season (85 days).

Keywords: soybeans, yield, collection, growing season

Соя – очень важная и востребованная масличная бобовая культура в мире. Сейчас становится всё более актуальными высокобелковые культуры и соя вызывает интерес производителей, ведущий к увеличению посевных площадей под ней в России. С 2020 по 2021 гг. посевные площади под соей увеличились на 14,8 % [1].

Бобовые растения вносят решающий вклад в азотный баланс наземных экосистем и агроценозов. Расширение их посевов позволит не только увеличить производство высокобелкового зерна и сбалансированных по питательности кормов, но и одновременно улучшить плодородие почв [2].

Соя, наиболее распространённая среди зернобобовых и масличных культур. Белок сои обладает хорошей растворимостью в воде и большей усвояемостью, более чем в 3 раза, чем белок зерновых культур. Соя высоко эффективна при использовании её семян, а также продуктов их переработки в кормлении сельскохозяйственных животных. Соя используется и для диетического питания при диабете [3-6].

Средняя урожайность сои по РФ составляет около 16 ц/га, а по Свердловской области – 4,4 ц/га. Основными производителями сои являются Центральный (45,9 %) и Дальневосточный (34,9 %) федеральные округа. На Уральский регион приходится лишь 0,2 % [1]. В Свердловской области соя практически не выращивается из-за ее больших требований к сумме положительных температур. Отсутствуют селекционные и семеноводческие центры, работающие по сое в Уральском регионе.

В последние годы появляются новые сорта сои, в том числе сибирской селекции, с уменьшенным вегетационным периодом и адаптивные к неблагоприятным условиям года. Поэтому есть предпосылки для проведения испытания новых сортов сои в условиях Среднего Урала, чтобы выделить сорта, пригодные для выращивания в данном регионе. И в перспективе использование отобранных сортов для создания собственного генетического материала сои для ведения селекции в местных условиях.

Исследования выполнены в «Уральском аграрном научно-исследовательском центре Уральского отделения Российской академии наук» в рамках выполнения Государственного задания Минобрнауки по теме «Создание конкурентоспособных, высокоурожайных сортов зерновых, зернобобовых, кормовых, плодово-ягодных культур и картофеля мирового уровня на основе перспективных генетических ресурсов, устойчивых к био- и абиотическим факторам» (№0532-2021-0008).

Исследования проводились на опытных полях Красноуфимского селекционного центра по предшественнику яровая пшеница. Почва серая лесная со следующими агрохимическими показателями: $pH_{КСЛ}$ – 6,5, гидролитическая кислотность – 1,65 мг-экв./100 г почвы, содержание гумуса (по Тюрину) – 7,1 %, легкогидролизуемого азота (по Корнфилду) – 115 мг/кг почвы, обменного калия (по Кирсанову) – 145 мг/кг почвы, фосфора (по Кирсанову) – 255 мг/кг почвы. Обработка почвы: вспашка осенью (октябрь), закрытие влаги и культивация в два следа весной. Минеральные удобрения в дозе $N_{30}P_{30}K_{30}$. Посев проводился 12 мая сеялкой ССФК-7 на 32 делянках площадью 3 м². Норма высева семян – 100 шт./м² Уборка делянок в фазу полной спелости с 27 августа (с ранним созреванием) по 21 сентября (с поздним созреванием) – прямым обмолотом комбайном Wintersteiger - ВИМ (Classic). За стандарт взят сорт – СибНИИК 315.

В эксперимент включено 31 сорт из 32.

Цель исследования заключалась в выделении из коллекции адаптированных к экстремальным погодным условиям Уральского региона ценных сортов сои с высоким потенциалом продуктивности и технологичности. Впервые в условиях южной лесостепи Свердловской области было проведено комплексное селекционно-генетическое изучение коллекционного материала сои.

В 2022 году наблюдалась холодная и дождливая весна и начало лета. С первой декады мая по третью декаду июня температура была существенно ниже среднегодовой (на 1,5-4,0°C). Количество осадков за период май-июнь выпало больше среднегодового на 20-30 %. Гидротермический коэффициент за май-июнь составил 2,5-2,1 (рис. 1). Июль выдался жарким с неравномерным выпадом осадков (ГТК=0,7). В августе наблюдалась повышенная, по сравнению со среднегодовой, температура воздуха при практически отсутствующих осадках (ГТК=0,2). Сумма активных температур ($t > 10^\circ\text{C}$) за вегетацию составила 1680°C. В целом 2022 год выдался холодным и дождливым весной, жарким и засушливым летом.

Соя, как и другие зернобобовые культуры, очень зависит от изменения погодноклиматических условий в процессе формирования урожая. Ей требуется около 1800-2700°C активных температур при достаточном увлажнении [7]. В нашем опыте у самых скороспелых сортов вегетационный период был от 84 до 90 дней. В связи с холодной весной длительность появления первого тройчатого листа была у всех сортов одинаково затянута, при сумме активных температур 350°C. Но с приходом тепла начали проявлять себя скороспелые сорта, срок появления третьего тройчатого листа составлял 30-35 дней ($\Sigma_{t > 10^\circ\text{C}} = 700-750^\circ\text{C}$), период всходы-цветения у них составил 39-40 дней, при сумме активных температур 800-850°C (табл. 1).

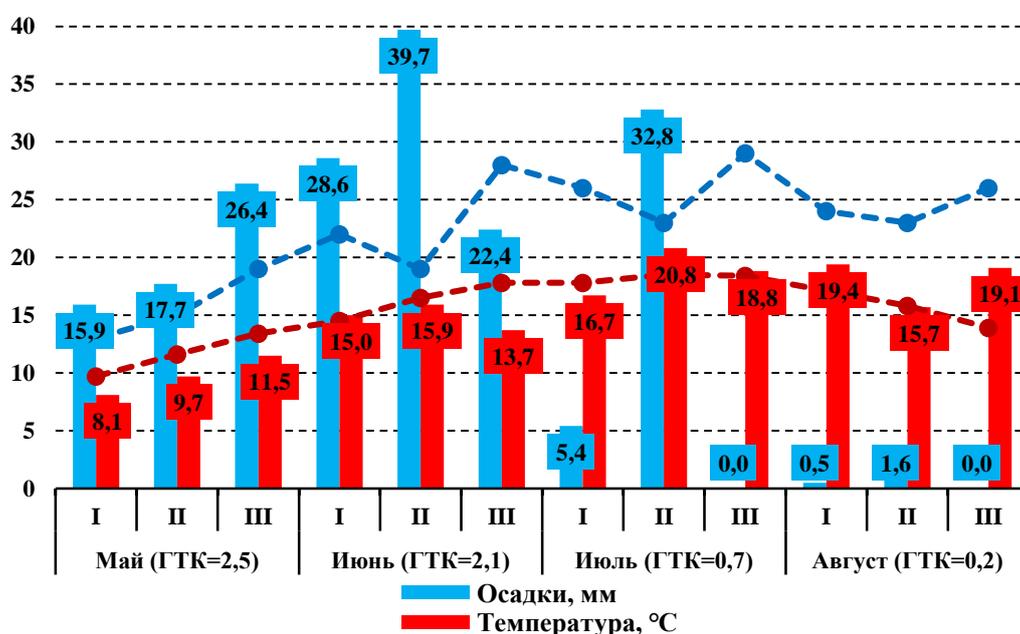


Рисунок 1. Метеоданные по декадам в мае-августе 2022 г.

Таблица 1 – Периоды вегетации скороспелых сортов коллекции сои, 2022 г.

Сорт	Появление тройчатого листа, дней $\Sigma_{t > 10^\circ\text{C}} \approx 350^\circ\text{C}$	Появление 3-го тройчатого листа, дней $\Sigma_{t > 10^\circ\text{C}} \approx 700^\circ\text{C}$	Всходы-цветение, дней $\Sigma_{t > 10^\circ\text{C}} \approx 800^\circ\text{C}$	Всходы-полная спелость, дней $\Sigma_{t > 10^\circ\text{C}} \approx 1700^\circ\text{C}$	Регион происхождения сорта
Альфа	11	32	39	84	Алтайский край
Люмария	11	35	39	90	Кировская обл.
Памяти Фадеева	11	32	39	90	Кировская обл.
Цивиль	11	35	39	84	Москва

Сорт	Появление тройчатого листа, дней $\Sigma_{t>10^{\circ}\text{C}} \approx 350^{\circ}\text{C}$	Появление 3-го тройчатого листа, дней $\Sigma_{t>10^{\circ}\text{C}} \approx 700^{\circ}\text{C}$	Входы-цветение, дней $\Sigma_{t>10^{\circ}\text{C}} \approx 800^{\circ}\text{C}$	Всходы-полная спелость, дней $\Sigma_{t>10^{\circ}\text{C}} \approx 1700^{\circ}\text{C}$	Регион происхождения сорта
Чера 1	11	30	39	84	Москва
Касатка	11	32	39	84	Новосибирская обл.
Светлая	11	33	39	84	Новосибирская обл.
СибНИИК 315	11	30	39	84	Новосибирская обл.
СибНИИК 9	11	30	39	84	Омская обл.
Сибирячка	11	30	39	85	Омская обл.
Черемшанка	11	33	39	84	Омская обл.
Сибириада 20	11	33	39	85	Омская обл.
Припять	11	35	39	109	Республика Беларусь
Заряница	11	35	40	84	Красноярский край
Миляуша	11	33	41	90	Татарстан

Самыми скороспелыми были сорта сибирской, Кировской и московской селекции. У самых поздних сортов коллекции сои вегетационный период составил 100-110 дней ($\Sigma_{t>10^{\circ}\text{C}}=1750-1800^{\circ}\text{C}$). Возможно, задержка ещё была связана и с реакцией этих сортов на недостаток влаги в периоды налива бобов и начала созревания ($\text{ГТК}=0,2$).

Урожайность изучаемых сортов коллекции сои составила от 43,0 до 120,3 г/м² при вегетационном периоде от 84 до 110 дней. Масса 1000 зёрен варьировала от 81,5 до 132,4 г.

Наибольшую урожайность показали сорта Сибириада 20, СибНИИК 315, Надежда, Миляуша, Заряница, Памяти Фадеева и Цивиль – от 76,7 до 120,3 г/м² (табл. 2).

Таблица 2 – Характеристика сортообразцов коллекционного питомника сои, выделившихся по семенной продуктивности, 2022 г.

Сорт	Урожайность, г/м ²	Масса 1000 семян, г	Вегетационный период, дней	Регион происхождения сорта
Сибириада 20	120,3	132,4	85	Омская обл.
СибНИИК 315 (ст.)	111,7	120,9	84	Новосибирская обл.
Светлая	96,3	108,8	84	Москва
Надежда	90,0	114,3	102	Алтайский край
Миляуша	85,7	105,8	90	Татарстан
Заряница	78,7	117,7	84	Красноярский край
Памяти Фадеева	77,7	131,9	90	Кировская обл.
Цивиль	76,7	94,8	84	Кировская обл.

В непредсказуемом и суровом климате Среднего Урала в первом году исследования коллекции сои наилучшим образом показали сорта сибирской, московской и Кировской селекции, по скороспелости и продуктивности. Из которых только три районированы по 4-му региону (СибНИИК 315, Светлая и Памяти Фадеева). Лучше всех показал себя новый сорт Омской селекции Сибириада 20, давший наибольшую урожайность (12,3 ц/га) при наименьшем периоде вегетации (85 дней).

Несмотря на то, что на Среднем Урале неустойчивый климат при малом количестве активных температур, по данному исследованию можно сказать, что есть сорта, пригодные для включения в селекционный процесс в местных условиях. Но делать выводы о производственном выращивании на основе одногодичных данных пока рано – необходимо продолжать изучение сои в данном регионе. Поэтому начаты исследования в рамках программы аспирантской подготовки на тему: «Оценка генофонда сои и перспективы её селекционного использования в условиях Среднего Урала».

Список источников

1. Федеральная служба государственной статистики. URL: <https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13277> (дата обращения: 07.11.22).
2. Зайцева О.А. Хозяйственно-ценные признаки и свойства современного сортимента сои в условиях Юго-Запада Центрального региона / О.А. Зайцева, В.Ю. Симонов, В.В. Дьяченко // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. – 2022. – № 2(90). – С. 21-27. – DOI 10.52691/2500-2651-2022-90-2-21-27. – EDN CSYNWN.
3. Вишнякова, М. А. Требования к исходному материалу для селекции сои в контексте современных биотехнологий / М. А. Вишнякова, И. В. Сеферова, М. Г. Самсонова // Сельскохозяйственная биология. – 2017. – Т. 52. – № 5. – С. 905-916. – DOI 10.15389/agrobiology.2017.5.905rus. – EDN ZRXNYH.
4. Гамко, Л. Н. Продуктивность, обмен энергии и морфо-биохимические показатели крови под воздействием мергелесывороточной добавки у молодняка свиней на доращивании / Л. Н. Гамко, А. Г. Менякина, В. Е. Подольников // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 3(85). – С. 31-37. – DOI 10.52691/2500-2651-2021-85-3-31-37. – EDN VKADYL.
5. Гамко, Л. Н. Стратегия кормления лактирующих коров в период раздоя в условиях сельскохозяйственных предприятий / Л. Н. Гамко, А. Г. Менякина, В. Е. Подольников // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 3(85). – С. 21-26. – DOI 10.52691/2500-2651-2021-85-3-21-26. – EDN KYXOCU.
6. Эффективность применения кормовой добавки протамилон в кормлении быков-производителей / В. Е. Подольников, М. Е. Селиванова, Л. Н. Гамко [и др.] // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 1(83). – С. 35-41. – EDN ZYIPGH.
7. Гатаулина, Г. Г. Сорта сои северного экотипа: как погода влияет на рост, развитие, формирование урожая и его вариабельность / Г. Г. Гатаулина, Н. В. Заренкова, С. С. Никитина // Кормопроизводство. – 2019. – № 7. – С. 34-40. – EDN KVHXOP.

© Москалев А.В., 2022

Оценка морфофизиологических параметров сортообразцов нута (*Cicer arietinum* L.) для селекции в Нижнем Поволжье

Жанслу Навиуллаевна Мухатова, Валерий Иванович Жужукин
Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии
и инженерии имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов

Аннотация. В статье представлена оценка 25 сортообразцов нута мировой коллекции ВИР по морфофизиологическим параметрам. Выявлены перспективные сортообразцы по вегетативным и генеративным признакам, а также биохимическому составу семян. Лучшие рекомендуются для использования в селекции новых более урожайных сортов нута в условиях Нижнего Поволжья.

Ключевые слова: нут, сортообразец, признак, длина, высота, урожайность, протеин, жир, клетчатка, зола, БЭВ

Evaluation of Morphophysiological Parameters of Chickpea Varieties (*Cicer arietinum* L.) for Breeding in the Lower Volga Region

Zhanslu Naviullaevna Mukhatova, Valery Ivanovich Zhuzhukin
Saratov State University of genetics, biotechnology and engineering
named after N.I. Vavilov, Saratov

Abstract. The article presents an assessment of 25 chickpea varieties of the VIR world collection according to morphophysiological parameters. Promising varieties have been identified for vegetative and generative characteristics, as well as for the biochemical composition of seeds. The best ones are recommended for use in breeding new more productive chickpea varieties in the conditions of the Lower Volga region.

Key words: chickpea, variety sample, trait, length, height, yield, protein, fat, fiber, ash, BEV

Нут (*Cicer arietinum* L.) является засухоустойчивой зернобобовой культурой, способной формировать высокий урожай даже в неблагоприятные годы. Высокая засухоустойчивость, устойчивость к болезням и вредителям, абсолютная пригодность к комбайновой уборке позволяют рассматривать культуру нута весьма привлекательной не только во многих регионах России, но и за рубежом.

Цель исследований – провести оценку морфофизиологических параметров сортообразцов нута коллекции ВИР и выделить источники селекционно - ценных признаков для формирования программы гибридизации.

Материалы и методы. Полевые опыты проводились в 2019 - 2021 гг. в условиях Левобережья Саратовской области на базе опытного поля ООО ОВП «Покровское». В качестве объектов исследований включили 25 сортообразцов нута из мировой коллекции ВИР. Площадь учетных делянок составила 5,5 м, ширина междурядий 0,7 м (35 семян на 1,4 м длины делянки). Норма высева - 350 тыс. всхожих семян на 1 га. Агротехника возделывания зональная. Изучение и оценку коллекционных образцов нута проводили в соответствии с методическими указаниями [1,2,3,4,5,6].

Результаты исследований. В опыте установлено значительное варьирование хозяйственно-ценных признаков нута в годы исследований (таблица 1,2). Интервалы значений по признакам составляли: длина стебля от 29,2 до 50,9 см; толщина стебля от 5 до 11 мм; число ветвей первого порядка 2,2...8,7 шт.; высота прикрепления нижнего боба –

10,9...19,5 см; межфазный период «всходы - цветение» - 39,3-44,0 суток; длина боба от 22 до 31 мм; ширина боба – 10...17 мм; число бобов на 1 растение – 24,1...101,2; масса 1000 семян от 170,5 до 407,2 г; масса семян с 1-го растения – 3,3...11,5 г; число семян с 1 растения – 12,3-50,3 шт.; урожайность – 1,0-3,6 т/га.

Наибольшей длиной стебля (более 45 см) отличались следующие сортообразцы: к-163 Кубанский 163, к-400 Среднеазиатский 400.

Сортообразцы: к-531 GARBANZAS, к-418, к-400 Среднеазиатский 400, к-534, к-434, к-572, к-468, к-416, к-388 характеризовались наибольшей толщиной стебля в нижней части (более 0,8 см).

Наибольшее число ветвей 1 порядка (более 8 шт.) на высоте 15 см наблюдалось у сортообразца к-574.

Высоким прикреплением нижнего боба (выше 15 см) характеризовались сортообразцы: к-495, к-109 Нут бухарский, к-574, к-1201 Красноградский 04, к-468, к-400 Среднеазиатский 400, к-163 Кубанский 163, к-16 Кубанский 16.

Масса 1000 семян, продуктивность семян с растения и урожайность являются наиболее значимыми признаками для селекции нута. Наибольшим спросом на экспорт пользуется семена нута с диаметром более 8 мм и массой 1000 семян более 350 г.

В опыте выявлен крупносемянный сортообразец (масса 1000 семян более 350 г) – к-542.

Число бобов на 1 растение (более 60 шт.) установлено у сортообразцов: к-596, к-400 Среднеазиатский 400, к-495, к-574, к-475, к-499, к-1201 Красноградский 04, к-468, к-572, к-418.

Наибольшее число семян с 1 растения (более 40 шт.) было выявлено у сортообразцов: к-531 GARBANZAS, к-163 Кубанский 163, к-1201 Красноградский 04, к-109 Нут бухарский.

Наибольшей урожайностью (более 3,5 т/га) характеризовался генотип - к-596.

Таблица 1 – Вегетативные признаки и межфазные периоды сортообразцов нута, 2019-2021 гг.

Номер по каталогу ВИР	Название сортообразца	Происхождение (страна)	Длина стебля, см	Толщина стебля, мм	Число ветвей первого порядка, шт.	Высота прикрепления нижнего боба, см	Период «всходы цветение», сутки
к-16	Кубанский 16	Краснодарский край	40,6	6,0	3,3	19,5	39,3
к - 23	ТУРЕ 4	Индия	36,0	5,0	6,8	14,5	39,7
к-109	Нут бухарский	Саратовская область	39,1	5,0	7,0	17,0	39,7
к-163	Кубанский 163	Краснодарский край	46,5	7,0	6,4	19,3	40,0
к-388	-	Узбекистан	39,5	11,0	3,5	14,9	43,3
к-400	Среднеазиатский 400	Узбекистан	50,9	8,0	6,6	18,5	39,3
к-416	-	Мексика	44,2	9,0	7,1	12,1	43,3
к-418	-	Мексика	43,0	8,0	5,1	12,9	43,3
к-434	-	Мексика	38,6	9,0	4,0	14,7	40,0
к-440	-	Мексика	29,2	7,0	3,4	10,9	43,7
к-466	-	Алжир	34,3	6,0	5,4	13,3	43,3

Номер по каталогу ВИР	Название сортообразца	Происхождение (страна)	Длина стебля, см	Толщина стебля, мм	Число ветвей первого порядка, шт.	Высота прикрепления нижней боба, см	Период «всходы цветение», сутки
к-468	-	Марокко	42,6	9,0	4,3	17,5	43,7
к-475	-	Тунис	33,9	6,0	5,4	13,1	40,0
к-495	-	Куба	33,8	7,0	6,2	16,1	43,7
к-499	-	Мексика	42,2	6,0	4,1	14,8	43,7
к-514	-	Мексика	33,3	5,0	3,8	13,2	43,3
к-531	GARBANZA S	Колумбия	35,9	8,0	5,1	12,1	39,7
к-532	-	Венесуэлла	35,9	7,0	2,8	15,6	43,3
к-534	-	Армения	32,8	9,0	2,2	13,6	43,3
к-542	-	Сирия	38,1	6,0	2,5	11,9	43,7
к-572	-	Азербайджан	39,6	9,0	4,3	12,4	39,7
к-574	-	Азербайджан	38,3	5,0	8,7	17,4	39,7
к-596	-	Турция	40,2	6,0	5,1	12,9	44,0
к-651	-	Армения	44,1	7,0	5,9	14,0	43,7
к-1201	Красноградский 04	Украина	43,2	7,0	7,3	17,4	40,0

Размах варьирования биохимических показателей выявили в следующих пределах: протеин 22,2 – 26,1%, жир 4,5 – 6,0%, клетчатка 3,6–7,0%, зола 3,3 – 3,7%, БЭВ 60,3 – 64,6% (рисунок 1).

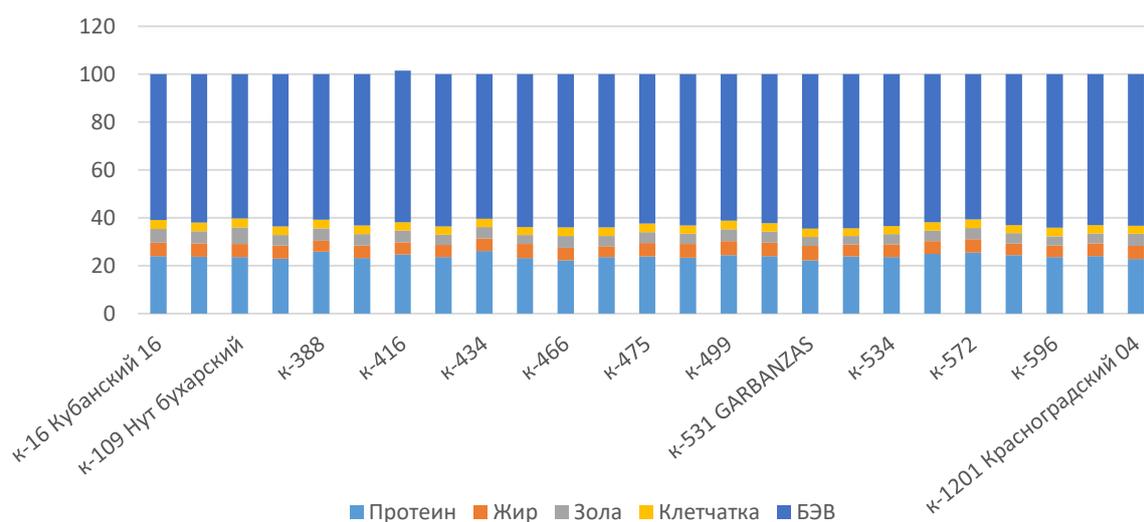


Рисунок 1. Биохимический состав семян сортообразцов нута, 2019-2021 гг.

Таблица 2 – Генеративные признаки сортообразцов нута, 2019-2021 гг.

Номер по каталогу ВИР	Название сортообразца	Происхождение (страна)	Длина боба, мм	Ширина боба, мм	Число бобов на 1 растение, шт.	Масса 1000 семян, г.	Масса семян с 1-го растения, г.	Число семян с 1 растения, шт.	Урожайность (т/га)
к-16	Кубанский 16	Краснодарский край	25	12	35,6	175,5	4,7	26,7	1,5
к - 23	ТУРЕ 4	Индия	25	11	24,4	342,3	9,2	27,6	2,9
к-109	Нут бухарский	Саратовская область	22	10	44,2	185,0	9,5	50,3	3,0
к-163	Кубанский 163	Краснодарский край	24	10	47,8	214,6	9,4	43,8	3,0
к-388		Узбекистан	31	12	46,9	314,2	9,4	30,0	3,0
к-400	Среднеазиатский 400	Узбекистан	26	11	63,0	219,3	8,2	37,2	2,6
к-416		Мексика	30	17	43,2	313,5	5,3	17,4	1,7
к-418		Мексика	29	11	101,2	299,2	9,5	31,9	3,0
к-434		Мексика	27	16	30,1	341,2	7,3	21,6	2,3
к-440		Мексика	30	10	39,3	328,5	7,4	22,5	2,3
к-466		Алжир	26	12	25,8	265,8	7,6	28,6	2,4
к-468		Марокко	25	15	94,8	256,5	9,0	35,4	2,8
к-475		Тунис	27	10	64,6	264,8	3,3	12,3	1,0
к-495		Куба	27	13	63,3	306,1	9,5	31,1	3,0
к-499		Мексика	30	10	64,7	292,5	9,5	32,7	3,0
к-514		Мексика	24	11	41,3	204,6	6,9	33,5	2,2
к-531	GARBANZAS	Колумбия	31	13	45,2	213,2	8,2	41,2	2,6
к-532		Венесуэлла	27	16	24,1	279,4	7,0	25,5	2,2
к-534		Армения	30	13	50,1	334,4	8,1	24,6	2,6
к-542		Сирия	30	14	39,4	407,2	10,1	24,8	3,2
к-572		Азербайджан	24	12	95,1	325,9	10,9	33,4	3,4
к-574		Азербайджан	24	13	64,3	307,2	11,0	35,7	3,4
к-596		Турция	26	11	61,1	322,6	11,5	35,6	3,6
к-651		Армения	24	11	33,1	231,3	8,2	35,4	2,6
к-1201	Красноградский 04	Украина	24	12	76,3	225,8	10,1	44,9	3,1

Содержание протеина (более 25%) выявлено у сортообразцов: к-434, к-388, к-572.

У генотипа к-531 GARBANZAS выявлено самое высокое (более 6,0%) содержание жира.

Содержание клетчатки (менее 4%) - к-440, к-531 GARBANZAS, к-532.

Заключение. В ходе проведенных исследований в 2019-2020 гг. была изучена коллекция сортообразцов нута ВИР. В результате исследования выявлены ценные источники по хозяйственно-ценным признакам, что позволит оптимизировать селекционный процесс по созданию новых сортов.

Список источников

1. ГОСТ 13496.15-97. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания сырого жира. – М.: Издательство стандартов. 1998. – 11с.
2. ГОСТ 13496.2-91. Корма, Комбикорма, комбикормовое сырье. Метод определения сырой клетчатки. – М.: Издательство стандартов. 1992. – 9с.
3. ГОСТ 13496.4-93. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания азота и сырого протеина. – Москва.: Стандартиформ. 2019. – 19 с.
4. ГОСТ 26226-95. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения сырой золы. – М.: Издательство стандартов. 1996. – 8с.
5. Классификатор рода *Cicer L.* (Нут) / [под ред. В.А. Корнейчук]. - Л., 1980. - 16 с.
6. Методические указания по изучению коллекции зерновых бобовых культур / [под ред. Н.И. Корсакова]. - Л., 1975. - 60 с.

© Мухатова Ж.Н., Жужукин В.И., 2022

Научная статья
УДК 631.527.633.13

Перспективный селекционный материал ярового овса – достижение Омской селекции

**Петр Николаевич Николаев,
Оксана Александровна Юсова,
Сергей Владимирович Васюкевич**

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Омский аграрный научный центр» г. Омск

Аннотация. В статье представлена характеристика перспективных пленчатых линий овса по основным показателям качества зерна и продуктивности, селекции Омского аграрного научного центра. Для дальнейших исследований рекомендуются следующие перспективные линии, стабильные по массовой доле белка (Мутика 1180, Мутика 1195, Мутика 1200, Мутика 1202, Мутика 1205); крахмала (Мутика 1196), сырого жира (Мутика 1147, Мутика 1178, Мутика 1180, Мутика 1195, Мутика 1196, Мутика 1200, Мутика 1202, Мутика 1205) и массе 1000 зерен (Мутика 1195, Мутика 1202, Мутика 1205).

Ключевые слова: линия, яровой овес, стабильность, пластичность, качество зерна

Promising breeding material for spring oats

**Petr Nikolaevich Nikolaev
Oksana Alexandrovna Yusova,
Sergey Vladimirovich Vasyukevich**

Federal State Budgetary Scientific Institution "Omsk Agrarian Research Center", Omsk

Abstract. The article presents the characteristics of promising filmy lines of oats according to the main indicators of grain quality and productivity, selection of the Omsk Agrarian Research Center. For further research, the following promising lines are recommended, stable in terms of protein mass fraction (Mutika 1180, Mutika 1195, Mutika 1200, Mutika 1202, Mutika 1205); starch (Mutika 1196), crude fat (Mutika 1147, Mutika 1178, Mutika 1180, Mutika 1195, Mutika 1196, Mutika 1200, Mutika 1202, Mutika 1205) and a mass of 1000 grains (Mutika 1195, Mutika 1202, Mutika 1205).

Key words: line, spring oats, stability, plasticity, grain quality

По объёму в сельском хозяйстве России культура овса составляет 4,3 % от производства зерна и занимает третье место после пшеницы и ячменя. Площади посева имеют тенденцию к ежегодному сокращению от 4,9 млн. га в 2001 году до 2,5 млн. га в 2020 году. В настоящее время в посевах, в основном, распространены пленчатые сорта овса.

Аналогично доля посевов овса, как в общей площади пашни, так и в зерновом клине, снизилась за двадцать лет в два раза. Это говорит о недооценённости овса как кормового и пищевого злака. Использование овса, как правило, ограничено зернофуражными целями, в то время как эта культура широко используется для производства пищевой и диетической продукции [1].

Омский аграрный научный центр является комплексным учреждением, ведущим селекцию и семеноводство по 14 культурам. Одним из структурных подразделений Центра является лаборатория зернофуражных культур. За более чем 100-летний период работы, коллективом данной лаборатории создано 18 сортов овса. В настоящее время в Госреест РФ включены 11 сортов (из них 9 сортов пленчатые), еще 2 пленчатых сорта находятся на Государственном сортоиспытании.

Показателем востребованности сортов овса селекции «Омского АНЦ» является их доля в сортовых посевах Омской области, которая составляет порядка 95%. Бесперебойная передача на ГСИ новых перспективных сортов и дальнейшее их внедрение на рынок АПК позволяет актуализировать интерес к данной культуре у сельхозтоваропроизводителей. Однако, несмотря на имеющиеся успехи, овес нуждается в улучшении показателей продуктивности и качества зерна [2, 3].

Цель исследований – выделение в питомнике КСИ Омского аграрного научного центра перспективных пленчатых линий овса.

Погодные условия были очень контрастными, что характерно для резко-континентального климата, что позволило получить более полную характеристику селекционного материала.

Определение биохимических показателей проведены с использованием современных и традиционных методов и технологий. Содержание азота в зерне определяли на автоматическом анализаторе “KjelttekAuto 1030 Analyzer”. Коэффициент пересчета азота на белок для зерна ячменя – 5,7. Содержание сырого жира определяли в аппарате Сокслета по разности обезжиренного и не обезжиренного остатка. Содержание крахмала в зерне – поляриметрическим методом [4].

Пластичность и стабильность линий ячменя по показателям качества зерна и продуктивности рассчитана по S.A. Eberhart, W.A. Russell [5].

Результаты исследований статистически обработаны по пособию Б.А. Доспехова [6] с использованием табличного процессора Microsoft Excel.

В группе пленчатых у стандартного сорта Орион содержание белка составило 11,6 %, крахмала – 40,8 %, сырого жира – 2,5%, массы 1000 зерен – 36,2 г, в среднем за период исследований, табл. 1. Изменчивость исследуемых признаков средняя ($10 \% < CV < 20 \%$).

Достоверно превышали стандарт по содержанию белка в зерне линии Мутика 1178, Мутика 1180, Мутика 1195, Мутика 1196, Мутика 1200, Мутика 1202 и Мутика 1205 (+0,9...2,6 % к st); по содержанию крахмала – линия Мутика 1147 (+1,5...2,3% к st); сырого жира - Мутика 1147, Мутика 1195, Мутика 1200, Мутика 1202, Мутика 1205 (+0,6...1,3 % к st); по массе 1000 зерен - Мутика 1147 и Мутика 1178 (+0,9...3,4 г к st).

Таблица 1 – Характеристика пленчатых линий овса по качеству зерна, питомник КСИ, в среднем за 2019-2021 гг.

Сорт, линия	Массовая доля, %						Масса 1000 зерен, г	
	белка		крахмала		сырого жира			
	min...max	\bar{x}	min...max	\bar{x}	min...max	\bar{x}	min...max	\bar{x}
Орион, st.	10,2...13,6	11,6	39,2...42,1	40,8	1,5...3,3	2,5	32,6...40,2	36,2
Мутика 1147	9,2...14,6	11,9	41,5...43,5	42,5	2,5...4,2	3,5	36,0...38,9	37,6
Мутика 1178	11,2...15,4	13,3	36,2...43,5	39,8	2,3...2,9	2,6	34,1...47,3	39,6
Мутика 1180	11,7...13,8	12,6	39,5...43,1	40,9	2,1...3,0	2,5	30,9...36,7	33,3
Мутика 1195	12,7...15,6	14,2	39,2...39,8	39,5	2,9...3,2	3,1	33,9...34,6	34,2
Мутика 1196	11,8...14,6	13,2	39,5...39,5	39,5	2,5...3,0	2,8	35,5...37,2	36,3
Мутика 1200	11,0...12,7	11,9	39,8...42,8	41,3	3,6...3,9	3,8	31,1...34,1	32,6
Мутика 1202	11,5...13,8	12,6	38,8...41,8	40,3	3,5...4,5	4,0	33,1...33,5	33,3
Мутика 1205	11,0...13,9	12,5	37,9...44,1	41,0	3,0...3,7	3,4	34,3...35,8	35,0
НСР ₀₅	-	0,6	-	1,7	-	0,5	-	0,8
CV, %	-	18,9	-	16,1	-	18,0	-	10,5

Анализ коэффициентов регрессии (b_i) (таблица 2) позволил все исследуемые сорта по основным показателям качества зерна и продуктивности разделить на три группы:

1. $b_i > 1$: Мутика 1147, Мутика 1178 (массовая доля белка); Мутика 1178 И Мутика 1180 (массовая доля крахмала); Мутика 1147 (массовая доля сырого жира); Мутика 1178, Мутика 1180, (масса 1000 зерен) - линии интенсивного типа.

2. b_i от 0,96 до 1,06: Мутика 1195, Мутика 1196, Мутика 1205 (массовая доля белка) - полное соответствие показателей качества изменению условий выращивания.

Остальные сорта (при $b_i < 1$) относятся к экстенсивному типу.

Таблица 2 – Адаптивность пленчатых линий овса, в среднем за 2019-2021 гг.

Сорт, линия	Массовая доля						Масса 1000 зерен	
	белка		крахмала		сырого жира			
	b_i	σ_a^2	b_i	σ_a^2	b_i	σ_a^2	b_i	σ_a^2
Пленчатая группа								
Орион, st.	1,43	0,21	0,72	3,83	1,33	1,14	1,59	2,21
Мутика 1147	1,57	5,11	0,44	1,64	1,44	0,89	0,53	3,87
Мутика 1178	1,27	2,88	2,71	1,65	0,28	0,18	6,83	2,89
Мутика 1180	0,79	0,27	2,02	0,57	0,11	0,44	2,74	6,78
Мутика 1195	0,99	0,63	0,08	0,20	0,17	0,02	0,19	0,18
Мутика 1196	0,96	0,60	0,00	0,01	0,35	0,07	0,45	1,00
Мутика 1200	0,56	0,20	0,38	4,11	0,19	0,02	0,80	3,19
Мутика 1202	0,80	0,41	0,38	4,13	0,69	0,28	0,09	0,04
Мутика 1205	0,97	0,61	0,79	1,33	0,48	0,14	0,42	0,88

Дополнительный параметр изменчивости - это степень стабильности (σ_a^2). При условии пониженных значений данного показателя наблюдается более высокая устойчивость исследуемого признака.

Так, высокая стабильность отмечена у сортов по следующим показателям качества: Мутика 1180, Мутика 1195, Мутика 1196, Мутика 1200, Мутика 1202, Мутика 1205 (массовая доля белка); Мутика 1180, Мутика 1195, Мутика 1196 и Инермис 1143 (массовая доля крахмала); Мутика 1147, Мутика 1178, Мутика 1180, Мутика 1195, Мутика 1196, Мутика 1200,

Мутика 1202, Мутика 1205 (массовая доля сырого жира); Мутика 1195, Мутика 1202, Мутика 1205 (масса 1000 зерен), при $\sigma_d^2 < 1$.

Высокой отзывчивостью на улучшение условий среды и высокой стабильностью (при $b_i > 1$ и $\sigma_d^2 < 1$) обладали линии Мутика 1147 (массовая доля сырого жира); Мутика 1180 (массовая доля сырого крахмала).

Выводы

Для дальнейших исследований рекомендуются следующие перспективные линии:

- Мутика 1147: +1,0 % к st по массовой доле сырого жира; +1,4 г к st по массе 1000 зерен; отзывчивость на улучшение условий среды, стабильность по содержанию сырого жира.

- Мутика 1178: +1,7 % к st по массовой доле белка; +3,4 г к st по массе 1000 зерен; интенсивность по содержанию белка и крахмала ($b_i > 1$), стабильность ($\sigma_d^2 < 1$) по содержанию сырого жира.

- Мутика 1180: +1,0 % к st по массовой доле белка. Отзывчивость на улучшение условий среды, стабильность (при $b_i > 1$ и $\sigma_d^2 < 1$) по массовой доле крахмала, стабильность ($\sigma_d^2 < 1$) по белку и сырому жиру.

- Мутика 1195: выделяется по содержанию белка и сырого жира (+2,6 % и 0,6 % к st соответственно), стабилен по указанным признакам, а также по массе 1000 зерен.

- Мутика 1196: +1,6 % к st по содержанию белка; стабильность по массовой доле крахмала и сырого жира.

- Мутика 1200: +1,3 % к st по массовой доле сырого жира; стабильность ($\sigma_d^2 < 1$) по содержанию белка и сырого жира.

- Мутика 1202: превосходит стандарт по содержанию белка (+1,0 %) и сырого жира (+1,5 %); стабильна по указанным признакам, а также массе 1000 зерен.

- Мутика 1205: превышает стандарт по массовой доле белка и сырого жира на +0,9 %; стабильна по массовой доле белка, сырого жира и массе 1000 зерен.

Список источников

1. ГОСТ 28673-90. Овес. Требования при заготовках и поставках. – 2009. – 7 с.
2. Юсова О.А., Николаев П.Н., Васюкевич С.В., Сафонова И.В., Аниськов Н.И. Сравнительная оценка стабильности сортов овса по признаку масличности зерна в условиях лесостепной зоны Западной Сибири // Агрофизика. 2022. № 1. С. 35-42. DOI: 10.25695/AGRPH.2022.01.06.
3. Юсова О.А., Николаев П.Н., Васюкевич С.В., Сафонова И.В., Аниськов Н.И. Скрининг сортов овса омской селекции для условий южной лесостепи Западной Сибири // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство. 2021. Т. 16. № 1. С. 42-53. DOI 10.22363/2312-797X 2021-16-1-42-53.
4. Плешков Б.В. Практикум по биохимии растений. 3-е изд., доп. и перераб. М.: Агропромиздат, 1985. 255 с.
5. Eberhart S.A., Russell W.A. Stability parameters for comparing varieties. Crop Sci. 1966. Vol.6. №1. P.36-40.
6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Изд. 6-е. М.: Альянс, 2011. 350 с.

© Николаев П.Н., Юсова О.А., Васюкевич С.В., 2022

Вклад коллекции ВИР в Омскую селекцию ярового ячменя

Петр Николаевич Николаев
Оксана Александровна Юсова

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Омский аграрный научный центр», г. Омск

Аннотация. Основными задачами при создании сортов ячменя является увеличение уровня продуктивности, улучшения качества и усиления иммунитета. Правильный подбор, использование и изучение исходного материала является залогом успеха селекционного процесса. В настоящее время генофонд ярового ячменя селекции Омского аграрного научного центра составляют 27 сортов пленчатой и голозерной групп, одной из родительских форм которых являлись сортообразцы коллекции ВИР.

Ключевые слова: исходный материал, линия, гибридизация, родословная, селекция

Contribution of the VIR collection to the Omsk breeding of Spring Barley

Petr Nikolaevich Nikolaev
Oksana Alexandrovna Yusova

Federal State Budgetary Scientific Institution "Omsk Agrarian Research Center", Omsk

Abstract. The main tasks in creating barley varieties are to increase the level of productivity, improve quality and strengthen immunity. The correct selection, use and study of the source material is the key to the success of the breeding process. At present, the spring barley gene pool bred by the Omsk Agrarian Research Center consists of 27 cultivars of the filmy and naked groups, one of the parental forms of which were accessions from the VIR collection.

Key words: source material, line, hybridization, pedigree, selection.

Весьма значимым подспорьем, а, зачастую, и основой создания новых сортов является мировая коллекция Всероссийского института генетических ресурсов имени Н.И. Вавилова (ВИР), которая представляет собой уникальный генетический банк, как стародавних сортов и диких форм, так и новых селекционных форм [1].

Основными задачами при создании сортов ячменя является увеличение уровня продуктивности, улучшения качества и усиления иммунитета. Правильный подбор, использование и изучение исходного материала является залогом успеха селекционного процесса [2, 3]. Первым и самым важным этапом создания сорта является процесс гибридизации [4]. В двадцатом веке преобладающим и наиболее эффективным методом селекционного процесса являлось именно скрещивание, после кропотливой оценки и подбора родительских сортов. Для сельскохозяйственных регионов Западной Сибири, в качестве обязательной составляющей родительских пар, рекомендовались Сибирские сорта, как эталон адаптивности к резко-континентальным условиям [5].

По мнению Н.И. Аниськова в селекции урожайных и адаптивных сортов ячменя, для региона Западной Сибири, большой интерес представляют сорта из Канады (за счет адаптивности к местным условиям, схожим с условиями Сибири) [6, 7]. Представляют также ценность образцы из Швеции, Германии и ряда стран Европы, отличающиеся комплексным иммунитетом к головневым болезням [8].

История создания и внедрения в агропромышленный комплекс Западной Сибири перспективных сортов ячменя неразрывно связана с развитием сибирской сельскохозяйственной науки, предпосылки которой появились в первой половине XX века, рис. 1.

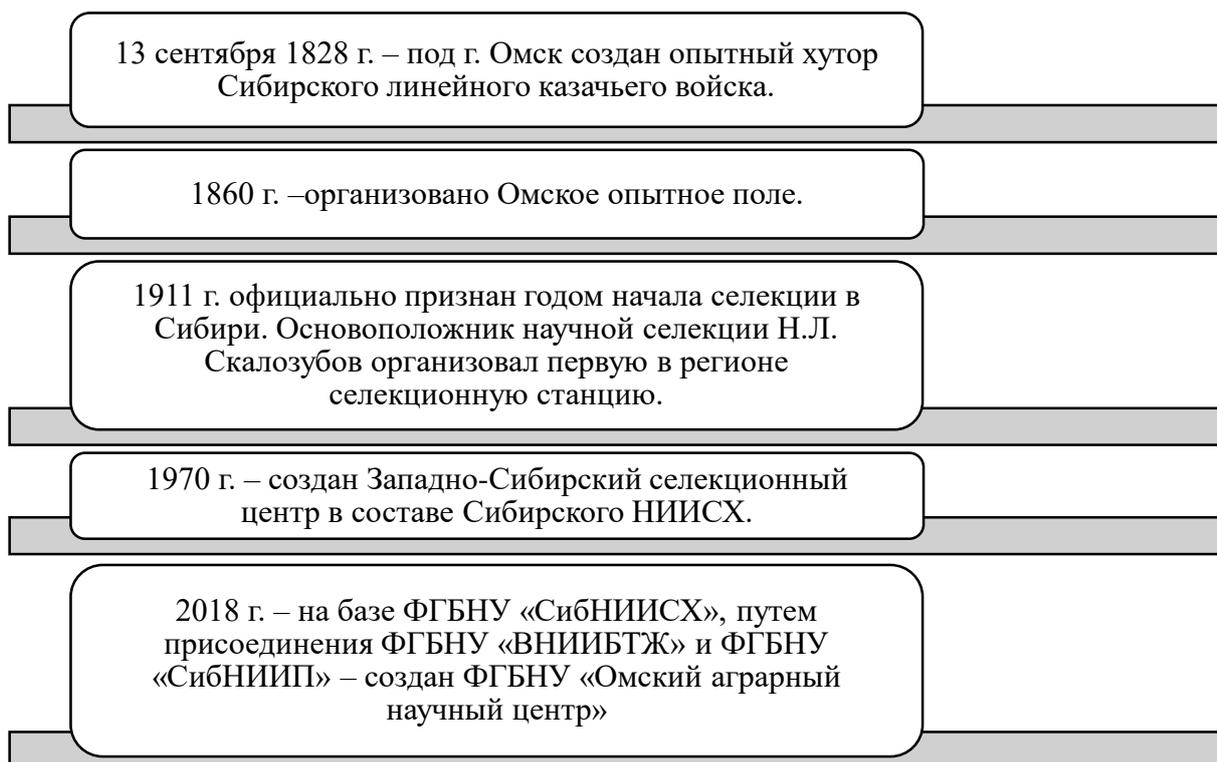


Рисунок 1. Этапы становления сибирской сельскохозяйственной науки

С 1911 г. в Сибири началась планомерная, научно-обоснованная работа по селекции, улучшению и адаптации сортов сельскохозяйственных культур. За период с 1936 по 2020 гг. в Сибирском научно-исследовательском институте создано 27 сортов ячменя. В 1936 году районирован сорт ‘Омский 11464’ (автор Кораблин И.И.); в 1945 г. - сорт многорядного ячменя ‘Омский 10664’ (Кораблин И.И., Тохтуев А.В.). Заслуженную славу Сибирской селекции принес сорт ‘Омский 13709’, занимавший с 1949 г. основные площади посева в Сибири и в Республике Казахстан. Затем, в силу объективных причин, в течение более 30 лет успехов в селекции ярового ячменя не наблюдалось. Любому технологическому процессу необходим талантливый и преданный руководитель.

Только 1960 г. таким руководителем стала селекционер Н.М. Федулова, с приходом которой последовал прорыв в селекции ячменя. В дальнейшем, достойным продолжателем ее дела стал Н.И. Анисков.

В настоящее время генофонд ярового ячменя селекции Омского аграрного научного центра составляют 27 сортов пленчатой и голозерной групп. Сорты получены как методом парной, так и сложной ступенчатой гибридизации с применением индивидуального отбора. В родословной присутствуют 27 сортов ячменя мировой коллекции ВИР, в том числе из России – 16 сортов, из Украины – 6 сортов, Республики Казахстан – 2 сорта, Канады, Германии и Турции по одному сорту, табл. 1.

Сорта селекции Омского АНЦ, полученные с использованием сортообразцов ячменя мировой коллекции ВИР, представлены в табл. 2. Как видно из данной таблицы, данные сорта также вошли в коллекцию ВИР.

Таблица 1 – Образцы ярового ячменя мировой коллекции ВИР – родительские формы для Омских сортов

№ п/п	Название сорта	№ по каталогу ВИР	Страна происхождения	Год включения в селекцию	Характеристика сорта
1	Южный	18467	Украина	1964	Засухоустойчивость, продуктивность, крупнозерность
2	Омский 13709	17843	РФ, Западная Сибирь	1964	Засухоустойчивость, продуктивность, устойчивость к полеганию
3	Неполегающий	19741	РФ	1967	Урожайность, устойчивость к полеганию и болезням (головня)
4	Паллисер	19305	Канада	1970	Засухоустойчивость, продуктивность, устойчивость к стеблевой ржавчине
5	Белогорский	22089	РФ	1977	Продуктивность, устойчивость к полеганию, устойчивость к поражению головней
6	Донецкий 8	23682	РФ	1978	Засухоустойчивость, продуктивность, крупнозерность
7	Приишимский	24723	Казахстан	1978	Продуктивность, скороспелость, устойчивость к стеблевой ржавчине и засухе
8	Харьковский 70	23683	Украина	1980	Устойчивость к полеганию, головне (пыльной), крупнозерность
9	Омский 86	28999	РФ, Западная Сибирь	1984	Скороспелость, крупнозерность, засухоустойчивость
10	Донецкий 9	26967	Украина	1984	Продуктивность, устойчивость к полеганию и поражению твердой головней
11	Омский 85	27927	РФ, Западная Сибирь	1988	Скороспелость, устойчивость к полеганию и головневым заболеваниям
12	Циклон	26049	РФ	1988	Продуктивность, устойчивость к стеблевой ржавчине
13	Омский 80	26179	РФ, Западная Сибирь	1988	Продуктивность, крупнозерность, засухоустойчивость, устойчивость к полеганию
14	Донецкий 9	26967	Украина	1988	Продуктивность, пониженное содержание белка, устойчивость к головне

№ п/п	Название сорта	№ по каталогу ВИР	Страна происхождения	Год включения в селекцию	Характеристика сорта
15	Одесский 100	26864	Украина	1987	Продуктивность, адаптивность, устойчивость к стеблевой ржавчине
16	Местный	6848	Турция	1987	Устойчивость к пыльной и твердой головне, засухоустойчивость
17	Голозерный	17441	Эфиопия	1994	Голозерность, устойчивость к головне и полеганию, высокое содержание белка
18	Омский 88	30120	РФ, Западная Сибирь	1994	Продуктивность, Засухоустойчивость, крупность, отзывчивость на орошение
19	Омский 91	30918	РФ, Западная Сибирь	1994	Засухоустойчивость, продуктивность, устойчивость к полеганию
20	Нутанс 518	25931	Украина	1988	Продуктивность, пивоваренность, устойчивость к головневым заболеваниям
21	Носовский 9	24740	Украина	1988	Продуктивность, устойчивость к полеганию и ржавчине
22	Тогузак	29828	Казахстан	1995	Продуктивность, крупнозерность, скороспелость, засухоустойчивость
23	Нутанс 58	19931	Украина	2000	Скороспелость, крупнозерность, устойчивость к твердой головне и засухе
24	Голозерный	17441	Эфиопия	1997	Голозерность, устойчивость к пыльной головне, засухоустойчивость
25	Омский 89	30720	РФ, Западная Сибирь	1998	Продуктивность, иммунитет, засухоустойчивость, скороспелость
26	Оренбургский 16	29829	РФ, Оренбургская обл.	1992	Продуктивность, иммунитет, засухоустойчивость, крупнозерность
27	Triumph	21903	Германия	2007	Продуктивность, засухоустойчивость, крупнозерность

Таблица 2 – Сорты ярового ячменя Омской селекции (1936-2020 гг.)

№ п/п	Сорт	Номер каталога ВИР	Год включения в госреестр	Регион допуска	Направление использования
1	Омский 11464	-	1936	10	Кормовое
2	Омский 10664	16634	1945	10	Кормовое
3	Омский 13709	17843	1949	10	Кормовое
4	Сибирский 2	-	1982	10	Кормовое
5	Новоомский	-	1983	11	Кормовое
6	Омский 80	26179	1983	10	Кормовое, (ценный)
7	Омский 85	27927	1988	10	Кормовое
8	Омский 86	28999	1989	10	Кормовое, (ценный)
9	Омский 87	29416	1991	10	Кормовое, (ценный)
10	Омский 88	30120	1995	9-10	Кормовое, (ценный)
11	Омский 89	30720	2002	10	Кормовое
12	Омский 90	30721	2000	9-10	Пивоваренные, (ценный)
13	Омский 91	30918	2004	10	Пивоваренные
14	Омский голозерный 1	30919	2004	10,11	Кормовое
15	Никита	30900	2004	10	Пивоваренные, (ценный)
16	Вариант	31103	2006	7	Кормовое
17	Омский 95	31043	2007	9,10	Кормовое, (ценный)
18	Омский 96	30977	2008	10	Кормовое
19	Омский голозерный 2	31187	2008	10	Кормовое
20	Сибирский Авангард	31142	2010	10	Кормовое
21	Саша	31110	2012	9,10	Кормовое
22	Майский	31141	2013	-	Кормовое
23	Омский 99	31230	2015	10	(Ценный)
24	Подарок Сибири	31335	-	-	(Ценный)
25	Омский 100	31336	2019	10	Кормовое
26	Омский 101	31440	-	-	(Ценный)
27	Омский голозерный 4	31419	-	-	Кормовое

В создании этих 27 сортов использованы гибридные популяции, полученные в период с 1964 по 2005 гг. За 41 год селекционной работы получено 4765 гибридных популяций, 24 из которых стали родоначальниками сортов. Процент удачи составил – 0,5%. 21 сорт получен при гибридизации сортов омской селекции в качестве одной из родительских форм. При этом у 16 сортов омский сортообразец использован в качестве материнской формы, у 12 сортов – отцовской, у 8 сортов обе родительские формы омской селекции.

Заключение

За период с 1936 по 2020 гг. в Омском аграрном научном центре создано 27 сортов ячменя. В их селекции использованы как местные образцы, так и сортообразцы Украины, Казахстана, Канады, Германии и Турции. Созданы иммунные, экологически пластичные сорта кормового (зерно) и пивоваренного направлений использования, имеющие широкое распространение в Российской Федерации (Уральский, Западно-Сибирский и Восточно-Сибирский регионы, Алтайский край) и в Республике Казахстан (Северо-Казахстанская и Акмолинская области), которые в свою очередь также вошли в коллекцию ВИР.

Сибирские экотипы ячменя, отличающиеся повышенной адаптивностью к местным жестким климатическим факторам, необходимо продолжать сохранять в Национальной коллекции РФ.

Список источников

1. Сурин Н.А., Ляхова Н.Е., Герасимов С.А., Липшин А.Г. Биологические особенности и селекционное значение сортов ячменя сибирской селекции // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2016. № 1(248). С. 13-22.
2. Гагкаева Т.Ю., Гаврилова О.П., Орина А.С., Блинова Е.В., Лоскутов И.Г. Разнообразие видов рода *Avena* по морфологическим признакам и устойчивости к фузариозу зерна // Экологическая генетика. 2017. № 15(1). С.20-29. DOI: 10.17816/ecogen15120-29.
3. Селекционная ценность европейских образцов овса в условиях Кубанской опытной станции ВИР. Войцуцкая Н.П., Лоскутов И.Г. // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2019. № 180(1). С. 52-58. DOI: 10.30901/2227-8834-2019-1-52-58.
4. Потанин В.Г., Алейников А.Л., Степочкин П.И. Новый подход к оценке экологической пластичности сортов растений // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2017. № 18(3). С.548-552.
5. Цильке Р.А. Изучение наследования количественных признаков мягкой яровой пшеницы в топкроссных скрещиваниях // Генетика. 1975. № 11(2). С. 15-23,
6. Николаев П.Н., Юсова О.А., Аниськов Н.И., Сафонова И.В. Агробиологическая характеристика многорядных голозерных сортов ячменя селекции Омского АНЦ // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2019. № 180 (1). С. 37-43. DOI: 10.30901/2227-8834-2019-1-38-43.
7. Николаев П.Н., Юсова О.А., Сафонова И.В., Аниськов Н.И. Изменение урожайности и качества зерна овса с повышением адаптивности сортов // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2020. № 181(2). С. 42-49. DOI: 10.30901/2227-8834-2020-2-42-49.
8. Неттевич Э.Д. Избранные труды. М., 2008. 348 с.

© Николаев П.Н., Юсова О.А., 2022

Научная статья

УДК 631.527: 633.34 (571.13)

Скрининг образцов сои мировой селекции, поступивших в Омский АНЦ из ВИР в 2022 году

**Людмила Валентиновна Омелянюк,
Алина Александровна Нуяндина,
Акимбек Мырзаевич Асанов**
Омский аграрный научный центр, г. Омск

Аннотация. В статье представлены результаты изучения 54 сортообразцов сои, присланных из ВИР в 2022 г. в Омский аграрный научный центр. Исследования проведены с целью поиска новых источников хозяйственно-ценных признаков для включения в гибридизацию с местными скороспелыми сортами и линиями сибирского экотипа. Посев вручную 12 мая, полные всходы 25 мая. Не сформировали кондиционных семян до заморозков (29 сентября) сорта: Beiliang N 8 (К 11070, Китай) и Shirofusa (К 11577, Япония). Наибольшую ценность для селекции представляют сорта: ВНИИОЗ 41 (К 9996, РФ) с урожайностью 405,5 г/м² и вегетационным периодом 114 сут., Varsovie (К 10126, Польша) – 434,3 г/м² и 106 сут., стандарт Сибирячка – 336,6 г/м² и 108 сут.

Ключевые слова: соя, скороспелость, урожайность семян

**Screening of soybean samples of world selection
received by Omsk Agricultural Research Center, from VIR in 2022**

**Lyudmila Valentinovna Omel'yanyuk,
Alina Aleksandrovna Nuyandina,
Akimbek Myrzaevich Asanov**
Omsk Agricultural Research Center,
Omsk

Abstract. The article presents the results of the study of 54 soybean varieties sent from VIR in 2022 to the Omsk Agricultural Research Center. The research was carried out in order to find new sources of economically valuable traits for inclusion in hybridization with local precocious varieties and lines of the Siberian ecotype. Sowing by hand on May 12, full shoots on May 25. No conditioned seeds were formed before frost (September 29) varieties: Beiliang N 8 (K 11070, China) and Shirofusa (K 11577, Japan). The most valuable varieties for breeding are: VNПOZ 41 (K 9996, RF) with a yield of 405.5 g /m² and a growing season of 114 days, Varsovie (K 10126, Poland) – 434.3 g / m² and 106 days, standard Sibiryachka – 336.6 g /m² and 108 days.

Key words: soy, early maturity, seed yield

Со дня рождения Николая Ивановича Вавилова прошло 135 лет и 80 лет – после его преждевременной трагической гибели. Но до сих пор не теряют актуальности его слова о том, что: «Необходимыми условиями развития зерновых бобовых являются подбор сортов, создание специального семеноводства, правильное районирование культур...» [1].

Н.И. Вавиловым установлено, что первичным центром происхождения сои является Восточноазиатский [2]. Последователи Н.И. Вавилова (А.И. Купцов и А.М. Жуковский) продолжили исследования по изучению центров культурных растений. Было доказано, что вторичным центром происхождения Маньчжурской сои является США. В настоящее время многие исследователи признают Северо-Восточный Китай первичным центром происхождения сои. Из очага происхождения сои, расположенного приблизительно между 30° и 45° с. ш., культура распространилась не менее, чем до 55° северной и 35-40° южной широт в обоих полушариях Земного шара. Бытовавшие ранее представления о сое как о культуре муссонного климата уже давно скорректированы возделыванием ее как на орошении, так и на богаре во многих регионах России, в том числе и в Сибири. Успехи селекции по созданию пластичных и адаптивных сортов изменили понятие «биологического минимума» культуры [3].

Методом гибридизации с использованием географически отдаленных форм в Омском АНЦ (ранее – СибНИИСХ) создан уникальный генофонд сибирской сои [4]. Исследования с целью поиска новых источников хозяйственно-ценных признаков для включения их в гибридизацию с местными скороспелыми сортами и линиями сибирского экотипа проводятся ежегодно. В 2022 г., в рамках договора о научном сотрудничестве, из ВИР поступило 54 образца сои мировой селекции репродукции 2020 г.: 20 шт. – из различных регионов России; 7 шт. – из Польши; 5 шт. – из США; по 3 шт. – из Чехословакии, Канады и Украины; по 2 шт. – из Китая, Беларуси, Германии, Чехии и Японии; по 1 шт. – из Франции, Нидерландов и Румынии; стандарт – сорт Сибирячка.

Образцы были посеяны 12 мая вручную на однорядковых делянках длиной 2 м, между рядками 60 см, учетная площадь делянки 1,2 м². Количество семян в рядке 40 шт. Предшественник – картофель. Почва – чернозем выщелоченный среднemosный тяжелосуглинистый, содержание гумуса около 6% (по Тюрину), рН_{сол} – 6,5. Полные всходы – 25 мая. В течение вегетационного периода проводили несколько ручных прополок и рыхление междурядий. Полив – 25 мая и 21 июня. Фенологические наблюдения – не реже 2-х раз в неделю. Уборка растений вручную в фазе полной спелости, последние образцы были убраны 30 сентября в фазе налива и пожелтения нижних бобов. Структурный анализ сделан у всех убранных растений. Полевое испытание нового коллекционного материала проведено согласно «Методическим указаниям по изучению коллекции зерновых бобовых культур».

По данным Гидрометеорологического центра, в черте г. Омска в 2022 г. период май – сентябрь, как и в 2021 г., характеризовался очень контрастными погодными условиями с

продолжительными периодами жесткой засухи, чередующимися редкими, но сильными дождями грозового характера: средняя температура воздуха 16,1°C (+0,5°C к норме), сумма осадков 255,6 мм (107,8 % от нормы), ГТК 0,95. Это связано с сильными ливнями, выпавшими 28 и 29 июля (90 мм – 41,6 % от общей суммы за вегетационный период или 321,4 % от среднедекадной нормы), которые увеличили ГТК за 3-ю декаду июля до 4,27 (рис. 1). Аномально теплым и сухим был период с 18 по 25 сентября – 11,2 – 19,5°C (+1,2 – +10,1°C к среднемноголетней). Полное отсутствие осадков за этот период и низкие температуры в конце сентября не позволили рассчитать ГТК за 2 и 3 декады этого месяца.

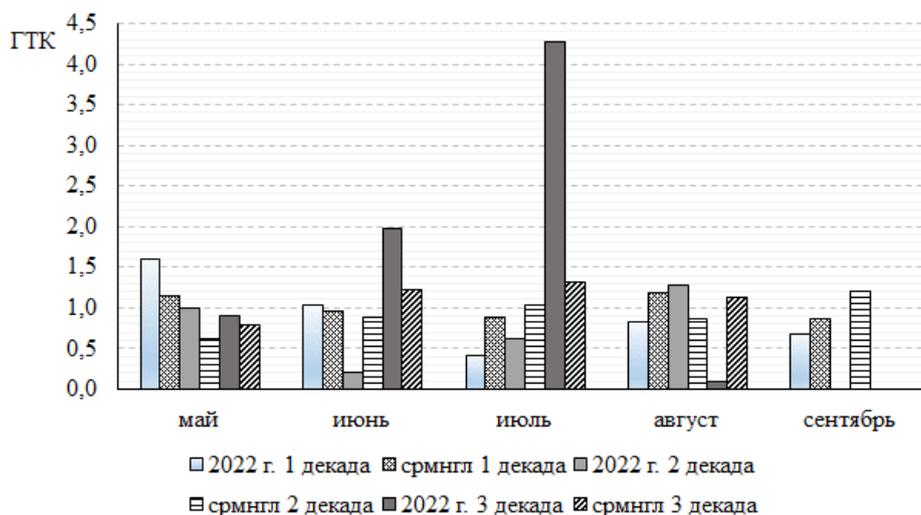


Рисунок 1. Гидротермический коэффициент (ГТК) по декадам за май – сентябрь в 2022 г. в сравнении со среднемноголетним значением

Не смотря на оптимальную влажность почвы на момент посева и аномально теплую погоду во 2 и 3-ей декадах мая, полевая всхожесть не только присланных образцов, но и стандарта была низкой – от 2,5 до 45,0 % (стандарт Сибирячка – 68,8 %), семена 10-ти сортов вообще не взошли. Определяющим фактором стал сильный перегрев и иссушение верхнего слоя почвы, отсутствие осадков во время набухания и прорастания семян. Период посев – полные всходы составил 2 недели (стандарт Сибирячка – 9 сут.).

Не сформировали кондиционных семян до заморозков (29 сентября) сорта Beiliang N8 (К 11070, Китай) и Shirofusa (К 11577, Япония). Получены семена 40 сортов, из них лишь 24 можно отнести к сравнительно скороспелым, вызревающим в условиях южной лесостепи Омской области на широте 55° за 105 – 115 сут.

Высота растений у образцов в опыте изменялась от 20,0 см – К 11490 (Gokuwase Nayabsa Edamame, Япония) до 105,2 см – К 9757 (Мивак, РФ) (стандарт Сибирячка – 83,1 см). Высота прикрепления нижних бобов не достигла оптимальных значений и варьировала от 1,0 – К 11490 (Gokuwase Nayabsa Edamame, Япония) до – 13,0 см К 11507 (Евгения, РФ). Для всех образцов характерно образование дополнительных продуктивных веток, максимальное их число 9,3 шт. у К 9521 (MON-54, США), стандарт Сибирячка – 4,5 шт.

В целом семенная продуктивность растений была очень высокая, благодаря широкорядному посеву и низкой полевой всхожести. Максимальный показатель у единственного выросшего растения сорта К 10941 (Аметист, Украина) – 448 семени массой 57,7 г, в то время как у стандарта Сибирячка при меньшей площади питания (убрано 25 раст.) – 86,7 шт. и 16,2 г, соответственно.

В опыте не выявлены элементы структуры урожая, достоверно положительно влияющие на конечный результат – массу семян с единицы площади. Урожайность в коллекционном питомнике имела достоверную положительную корреляцию с количеством выросших растений – $r = 0,711 \pm 0,111$ и отрицательную слабую – с продолжительностью вегетационного периода – $r = -0,367 \pm 0,141$ (порог существенности $r = 0,30$ [5]).

В таблицу 1 включены самые скороспелые и урожайные номера, вызревшие в условиях 2022 г., которые смело можно характеризовать как засухоустойчивые и достойные для включения в селекционный процесс.

Таблица 1 – Элементы структуры урожая самых скороспелых и урожайных образцов сои, присланных из ВИР в 2022 г.

№ Каталога*	Количество растений, шт.	Высота, см		Количество в среднем на растение, шт.						Масса, г	
		растения	до 1-го боба	веток	фертильных узлов	бобов	семян в бобе	бобов на узле	семян	семян с растения	1000 шт.
Сибирячка, стандарт	25	83,1	10,9	4,5	20,1	45,7	1,91	2,27	86,7	16,2	186,8
9780	11	73,0	6,6	3,0	33,6	92,4	1,97	2,75	184,5	32,0	172,2
11486	13	40,4	5,2	5,8	30,2	70,4	1,63	2,33	115,4	27,1	232,3
10549	13	85,3	9,1	3,6	37,9	92,2	1,81	2,43	169,8	30,9	181,7
10551	13	76,7	8,7	4,3	38,5	91,4	1,75	2,37	160,9	31,2	192,7
632041	8	94,7	1,7	3,0	41,7	142,7	1,92	3,42	274,3	57,0	208,8
9996	17	80,9	5,3	4,2	24,1	76,2	1,99	3,16	151,5	28,6	187,6
10126	13	66,1	5,9	6,7	40,1	98,6	1,94	2,46	192,9	40,1	208,1

* - название и страну-оригинатор сорта см. на рис. 2, сорта расположены в порядке возрастания уровня их урожайности с м²

Наибольшую ценность для селекции представляют сорта: К 9996 (ВНИИОЗ 41, РФ) с урожайностью 405,5 г/м² и вегетационным периодом 114 сут. и К 10126 (Varsovie, Польша) – 434,3 г/м² и 106 сут., стандарт Сибирячка – 336,6 г/м² и 108 сут. (рис. 2). Эти сорта имеют лучшее, по сравнению со стандартом, количество бобов на узле и потенциал до 4-х семян в бобе, но прикрепление нижних плодов не выше 6 см недостаточно для обеспечения технологичности при уборке. Положительным моментом является также хорошо выраженная детерминантность стебля, а у сорта К 9996 (ВНИИОЗ 41, РФ) – отсутствие окраски рубчика на семенах.

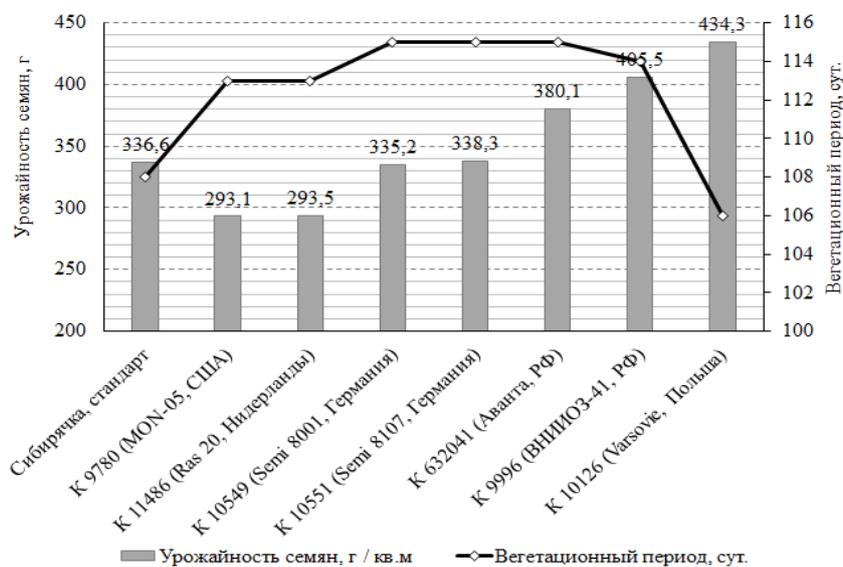


Рисунок 2. Урожайность семян и продолжительность вегетационного периода у лучших коллекционных образцов ВИР, 2022 г.

Заключение. При испытании в естественных погодных условиях 2022 г. 54-х новых образцов коллекции ВИР, подтвердились результаты ранее проведенных нами исследований [4]. Не сформировали кондиционных семян до заморозков (29 сентября) сорта: Beiliang N 8 (К 11070, Китай) и Shirofusa (К 11577, Япония). Для повторного изучения в 2023 г. получены семена 40 сортов, из них лишь 24 можно отнести к сравнительно скороспелым, вызревающим в условиях южной лесостепи Омской области на широте 55° за 105 – 115 сут. Наибольшую ценность для включения в гибридизацию с местными образцами сибирского экотипа представляют детерминантные сорта К 9996 (ВНИИОЗ 41, РФ) и К 10126 (Varsovie, Польша).

Список источников

1. Вавилов Н.И. Растениеводство СССР в третьей пятилетке (1937 г.). / Н.И. Вавилов // Академик Н.И. Вавилов. Избранные труды в пяти томах. – Москва-Ленинград: «Наука», 1965. – Т. 5. – С. 658 - 669.
2. Вавилов Н.И. Учение о происхождении культурных растений после Дарвина (1939 г.). / Н.И. Вавилов // Академик Н.И. Вавилов. Избранные труды в пяти томах. – Москва-Ленинград: «Наука», 1965. – Т. 5. – С. 157 - 176.
3. Сеферова И.В. Генофонд сои из коллекции ВИР для продвижения агрономического ареала культуры к северу / И.В. Сеферова, М.А. Вишнякова // Научно – производственный журнал «Зернобобовые и крупяные культуры». – 2018. – №3(27). – С. 41 – 47. DOI: 10.24411/2309-348X-2018-11030
4. Асанов А.М. Достижения омской селекции по акклиматизации сои в Западно-Сибирском регионе на широте 55°С / А.М. Асанов, Л.В. Омелянюк, О.А. Юсова, А.Ю. Кармазина // Достижения науки и техники АПК. – 2020. – № 3. – С. 50 – 55. DOI: 10.24411/0235-2451-2020.-11007
5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Изд-во «Колос», 1965. – Табл. 4 приложений. – С.407.

© Омелянюк Л.В., Нуяндина А.А., Асанов А.М., 2022

Научная статья
УДК 575.222.78; 575.222.52

Применение ISSR-PCR и IRAP-PCR маркеров с целью контроля гетерозиготности у сельскохозяйственных видов животных

Дмитрий Владимирович Попов, Глеб Юрьевич Косовский

ФГБНУ «Научно-исследовательский институт пушного звероводства и кролиководства имени В.А. Афанасьева»,
Московская область, пос. Родники

Аннотация. Представлены результаты оценки полиморфизма геномных фрагментов, фланкированных инвертированными повторами наиболее полиморфных геномных элементов - участков микросателлитов (ISSR-PCR маркеры) и фрагментов ретротранспозонов (IRAP-PCR маркеры) у трёх сельскохозяйственных видов, крупного рогатого скота, домашнего кролика и американской норки. Обнаружены сходство и различия полиморфизмов ISSR-PCR и IRAP-PCR маркеров у исследованных видов. Оказалось, что наибольшая гетерозиготность у кроликов отмечалась по праймеру (AGC)₆C, у крупного рогатого скота по праймеру (CTC)₆C, а у американской норки по (ACC)₆G ISSR-PCR маркеру. У кроликов и норок отмечалась высокая гетерозиготность спектров, полученных при использовании в качестве праймеров фрагментов ретротранспозонов Berv-LTR-K. Полученные результаты позволяют

рекомендовать в селекционном процессе анализ рассмотренных спектров у родительских групп для предупреждения повышения гомозиготности в потомстве.

Ключевые слова: ДНК-маркеры, мобильные генетические элементы, гетерозиготность, полиморфное информационное содержание

Study of the possibility of using ISSR-PCR and IRAP-PCR markers to control heterozygosity in farm animals

D.V. Popov, G.Yu. Kosovsky

Afanas'ev Research Institute of Fur-Bearing Animal Breeding and Rabbit Breeding,
Moscow Province, pos. Rodniki

Abstract. We present the results of an assessment of the polymorphism of genomic fragments flanked by inverted repeats of the most polymorphic genomic elements - microsatellite sites (ISSR-PCR markers) and retrotransposon fragments (IRAP-PCR markers) in three agricultural species, cattle, domestic rabbit and American mink. We found similarities and differences in the polymorphisms of ISSR-PCR and IRAP-PCR markers in the studied species. It turned out that the highest heterozygosity in rabbits was noted for the (AGC)₆C primer, in cattle for the (CTC)₆C primer, and in American mink for the (ACC)₆G ISSR-PCR marker. In rabbits and mink, high heterozygosity of the spectra obtained using Berv-LTR-K retrotransposon fragments as primers was observed. The results obtained allow us to recommend the analysis of the spectra in the parental groups in the breeding process to prevent the increase of homozygosity in the progeny.

Key words: DNA markers, mobile genetic elements, heterozygosity, polymorphic information content

Введение. С появлением, разработкой и совершенствованием методов молекулярной биологии в сельскохозяйственном животноводстве открылись новые возможности для оценки, прогнозирования и планирования селекционных программ [2, 11.]. Современные геномные технологии позволяют селекционерам выявлять животных с хозяйственно-полезными признаками не только по фенотипическим параметрам, но и определять их генетическую предрасположенность к продуктивной специализации: высокое содержание белка или жира в молоке для молочного скотоводства; мраморность или постубойная нежность мяса для мясного животноводства [3,7], размер, качество, цвет шкурки или шерсти в пушном звероводстве или овцеводстве и, наоборот, делают возможным выявление особей с носительством различных генетических нарушений и синдромов [1]. Это стало доступным с широким применением ДНК-маркеров, ассоциированных с хозяйственно-полезными или, наоборот, негативными признаками [10]. Кроме того, многочисленные исследования свидетельствуют о том, что при длительном отборе по какому-то конкретному хозяйственно-полезному признаку практически у любых видов возникает высокий риск инбредной депрессии, связанный с гомозиготизацией неблагоприятных аллельных вариантов, увеличению генетического груза [12]. В этой связи, в целях предупреждения таких последствий, необходимо развитие методов прямого контроля генетического разнообразия животных, используемых в селекционных процессах, что возможно осуществить при оценке наиболее полиморфных геномных элементов, таких как микросателлиты, транспозоны (TE) [6]. Установлено, что геном, крупного рогатого скота почти на 48% состоит из диспергированных повторов (вариантов TE) [13], у кролика – на 43%, у норки – только на 29% [5]. Высоко полиморфные, но короткие последовательности микросателлитов (тандемные повторы) занимают существенно меньшее количество нуклеотидов в геномах разных видов млекопитающих, примерно 1,2– 2%. TE и микросателлиты, благодаря их многокопийности и относительно высокому уровню полиморфизма, полностью соответствуют требованиям мультилокусного генотипирования и являются одними из наиболее подходящих ДНК-маркеров для оценки генетической изменчивости [8]. Для генотипирования разных видов

используют методы оценки полиморфизма участков геномной ДНК, основанные на использовании фланкированных инвертированными повторами либо микросателлитов (ISSR-PCR - Inter-Simple Sequence repeat; PCR - polymerase chain reaction), либо участков эндогенных ретровирусов (IRAP-PCR – Inter Retrotransposon Amplified Polymorphism) [8]. Для оценки гетерозиготности получаемых полилокусных спектров используют такой показатель, как усредненные значения полиморфного информационного содержания (Polymorphic Information Content - PIC) [4].

С целью подбора для каждого вида наиболее информативных в отношении полиморфизма ДНК маркеров для полилокусного генотипирования, в настоящей работе выполнен сравнительный анализ полиморфизма ISSR-PCR и IRAP-PCR маркеров у трёх сельскохозяйственных видов: крупного рогатого скота, домашнего кролика и американской норки с использованием в полимеразной цепной реакции (PCR) одних и те же праймеров.

Материалы и методы В работе использовали образцы ДНК, выделенные из цельной крови следующих видов, пород и типов окраски животных:

Кролики – кросс Родник (n=10); калифорнийская (n=10); белый великан (n=10); советская шиншилла (n=10); крупный рогатый скот - голштинизированная черно-пестрая (n=11); эстонская красная (n=13); айрширская (n=11); Казахская белоголовая (n=10); американская норка – цветные типы: Жемчуг (n=10); Махагон (n=10); Сергол (n=10).

Из всех образцов цельной крови геномная ДНК была экстрагирована набором «М-сорб» («Синтол», Россия). Концентрацию ДНК определяли визуально по маркеру (GeneRuler DNA Ladder 100bp, Thermo Scientific) после электрофоретического разделения в 1% агарозном геле в 1x трис-ацетатном (ТАЕ) буфере (40 mM Tris, 1 mM EDTA, 20 mM CH₃COOH) после окрашивания бромистым этидием (10 мг/мл) при постоянном напряжении 135В 40 минут. Гель фотографировали и анализировали под ультрафиолетовыми лучами в системе геледокументации Quantum-ST4 (Vilber Lourmat, Франция).

В качестве праймеров использовали тринуклеотидные микросателлиты – (СТС)₆С, (GAG)₆С и (ACC)₆G, (AGC)₆С для генотипирования крупного рогатого скота и кроликов, и (ACC)₆G, (AGC)₆С - для генотипирования американской норки, а также фрагменты длинных концевых повторов эндогенных ретровирусов – Berv-LTR-K1 (длинный концевой повтор эндогенного ретровируса бычьих K1) и LTR-SIRE-1 (впервые описанный у культурной сои) для генотипирования выбранных нами видов. Последовательность праймера - Berv-LTR-K1: 5' – GGA-CCT-TCT-CCT-TCA-AGG-C – 3'; последовательность праймера LTR-SIRE-1: 5' – GCA-GTT-ATG-CAA-GTG-GGA-TCA-GCA – 3'. Полимеразная цепная реакция (PCR) проводилась на амплификаторе Swift Maxi (Esco, Сингапур) с применением наборов HS-Taq Polymerase dNTP («Евроген», Россия) и ПЦР-РВ («Синтол», Россия). Реакционная смесь для амплификации на приборе Swift Maxi объемом 20 мкл содержала 5 нг/мкл ДНК-матрицы, смесь dNTP (содержащую 1мМ каждого нуклеотида), 0,5 ед. активности HS-Taq-полимеразы в соответствующем 10 x ПЦР буфере и 10 мкМ праймера. Разделение продуктов амплификации проводили в 1,5% агарозном геле при постоянном напряжении 135В 100-120 минут. Для приготовления геля использовалась Bio Grade агароза компании Helicon – 1,5 грамм и 100 мл 1-X TBE буфера. Раствор агарозы окрашивали 10 мкл бромистого этидия. Гель фотографировали и анализировали под ультрафиолетовыми лучами в системе фотогельдокументации Quantum-ST4 (Vilber Lourmat, Франция). Размеры фрагментов ДНК определяли при помощи маркера молекулярных масс 100 bp+1.5 Kb+3 Kb (12 фрагментов от 100 до 3000 bp) M27 (СибЭнзим, Россия).

На основе полученных ISSR- и IRAP-профилей фрагментов ДНК разной длины (каждый рассматривался как отдельный локус) составлены бинарные матрицы для каждого праймера отдельно и общие матрицы для ISSR-маркеров и IRAP-маркеров, отображающие присутствие, либо отсутствие конкретного продукта амплификации (ампликона). Бинарные матрицы использованы для вычисления значения полиморфного информационного содержания (Polymorphic Information Content – PIC). Полиморфное информационное содержание рассчитывали по формуле:

$$PIC = 2f(1-f), (1)$$

где f – частота одного из двух аллелей, рассчитанная как $f = \sqrt{R}$, где R – частота встречаемости животных, у которых отсутствовал фрагмент ДНК соответствующей длины, который рассматривался как гомозигота по «рецессивному» аллелю. Для статистической обработки данных полилокусного генотипирования использовали программы Microsoft Office Excel.

Результаты исследований и обсуждение

Результаты, полученные при расчёте информационного полиморфного содержания (PIC) по ISSR-маркерам исследуемых пород кроликов, крупного рогатого скота, норки представлены в таблице 1. У исследованных пород кроликов наивысшие показатели PIC выявлены в спектрах продуктов амплификации (ампликонов) праймера (AGC)₆C по сравнению с другими спектрами ампликонов других микросателлитов. Такие показатели полиморфного информационного содержания исследованных микросателлитов, позволяют сделать предположение, что праймер (AGC)₆C является высокополиморфным для кроликов, не проявляя при этом четкой породной дифференциации (табл.1), и его возможно использовать как унифицированный маркер для расчета ожидаемой гетерозиготности у кроликов при ведении селекционной работы на исследуемых породах. В тоже время показатели полиморфного информационного содержания исследованных ISSR-маркеров у пород крупного рогатого скота были наивысшими по спектрам ампликонов праймера (CTC)₆C и варьировали в диапазоне значений от 0,092 до 0,300. Однако относительно эстонской красной породы крупного рогатого скота наивысшее значение PIC выявлено в спектрах праймера (GAG)₆C и составило 0,223.

Таблица 1 - Полиморфное информационное содержание по ISSR-маркерам у крупного рогатого скота, кроликов и норки

Порода/цветовой тип	Праймер			
	(ACC) ₆ G	(CTC) ₆ C	(GAG) ₆ C	(AGC) ₆ C
	PIC _{ср}	PIC _{ср}	PIC _{ср}	PIC _{ср}
Кролики				
<i>кросс Родник</i>	0,134	0,210	0,113	0,439
<i>Калифорнийская</i>	0,122	0,172	0,125	0,381
<i>Белый великан</i>	0,134	0,278	0,223	0,343
<i>Советская шиншилла</i>	0,148	0,347	0,155	0,480
Крупный рогатый скот				
<i>Голлит. ч-п</i>	0,154	0,210	0,085	0,154
<i>Эстонская красная</i>	0,105	0,190	0,223	0,105
<i>Айрширская</i>	0,075	0,092	0,080	0,075
<i>Казахская белоголовая</i>	0,280	0,300	0,187	0,280
Американская норка				
<i>Жемчуг</i>	0,279	-	-	0,175
<i>Махагон</i>	0,298	-	-	0,154
<i>Сергол</i>	0,275	-	-	0,236

Наименьшие значения PIC по всем исследуемым праймерам отмечались у айрширской породы, что может свидетельствовать об ограниченности используемого племенного материала в данном стаде. Таким образом, как и у изученных пород кроликов, праймер (CTC)₆C для исследованных пород крупного рогатого скота также может послужить

унифицированным маркером для расчета ожидаемой гетерозиготности, за исключением эстонской красной и айширской пород коров.

По ожидаемой гетерозиготности у цветковых типов американской норки наивысшие значения полиморфного информационного содержания (PIC) отмечались в спектрах праймера (ACC)₆G и составили от 0,275 до 0,298 в тоже время наивысший показатель PIC в спектре праймера (AGC)₆C имел значение 0,236 и отмечался у американской норки цветовой тип сергол, а наименьший 0,154 у махагон.

Средние значения PIC среди всех исследуемых пород кроликов, крупного рогатого скота и цветковых типов американской норки представлен на рис.1.

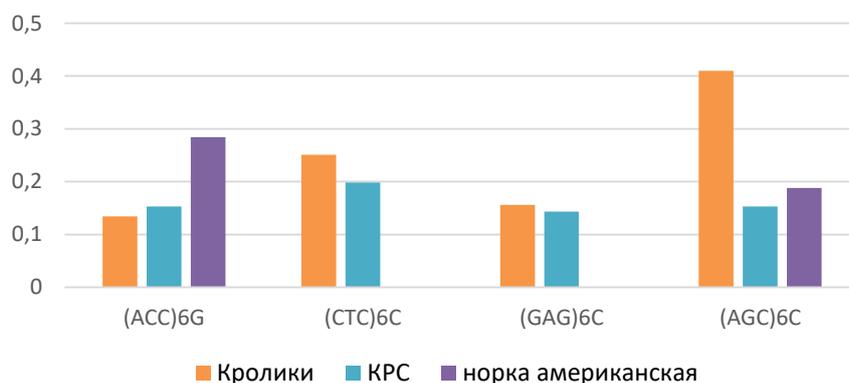


Рисунок 1. Значения PIC_{ср} по ISSR-маркерам кроликов, крупного рогатого скота и американской норки

В общем, можно отметить, что спектры ампликонов, полученные с использованием в качестве праймеров микросателлитов, кролики имели наивысший полиморфизм по спектрам праймера (ACC)₆G, крупный рогатый скот - праймера (CTC)₆C, а для американской норки наиболее полиморфным оказался спектр ампликонов праймера (ACC)₆G.

Показатели, полученные при изучении PIC IRAP-маркеров у исследованных пород кроликов, крупного рогатого скота и цветковых типов американской норки, представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Полиморфное информационное содержание (PIC) по IRAP-маркерам у крупного рогатого скота, кроликов и американской норки

Порода/цветовой тип	Праймер	
	Berv-LTR-K	LTR-sire-1
	PIC _{ср}	PIC _{ср}
Кролики		
<i>Кросс Родник</i>	0,392	0,344
<i>Калифорнийская</i>	0,425	0,382
<i>Белый великан</i>	0,475	0,341
<i>Советская шиншилла</i>	0,188	0,347
Крупный рогатый скот		
<i>Голшт. ч-п</i>	0,118	0,124
<i>Эстонская красная</i>	0,147	0,176
<i>Айришская</i>	0,093	0,214
<i>Казахская белоголовая</i>	0,165	0,140
Американская норка		
<i>Жемчуг</i>	0,279	0,139
<i>Мохагон</i>	0,298	0,141
<i>Сергол</i>	0,275	0,141

Значения по спектрам ампликонов IRAP-праймера Berv-LTR-K у исследуемых пород кроликов составили 0,475 у породы белый великан, 0,425 у породы калифорнийская, 0,392 у кросса Родник и наименьшее значение 0,188 выявлено у породы советская шиншилла. В тоже время, значения PIC спектров ампликонов праймера LTR-SIRE-1 у исследованных пород кроликов оказались относительно менее полиморфными и отмечались в диапазоне 0,341-0,382.

Показатели PIC IRAP-маркерам у пород крупного рогатого скота оказались существенно ниже, чем у кроликов, и их значения варьировали в спектрах праймера Berv-LTR-K в диапазоне 0,093-0,165, а праймера LTR-SIRE-1 0,124-0,214.

В тоже время, показатели праймера Berv-LTR-K у исследованных цветовых типов американской норки были выше, чем у пород крупного рогатого скота и несколько ниже, чем у кроликов. Наивысшие показатели PIC отмечались у цветового типа махагон и составили 0,298, у типов жемчуг и сергол эти показатели были равны 0,279 и 0,275. По праймеру LTR-SIRE-1 показатели PIC у исследуемых цветовых типов американской норки были в пределах от 0,139 до 0,141.

Средние показатели информационного полиморфного содержания представлены на рисунке 2. Полученные данные свидетельствуют о том, что IRAP-маркеры более полиморфны в геномах пород кроликов и цветовых типов американской норки, чем у исследованных пород крупного рогатого скота.

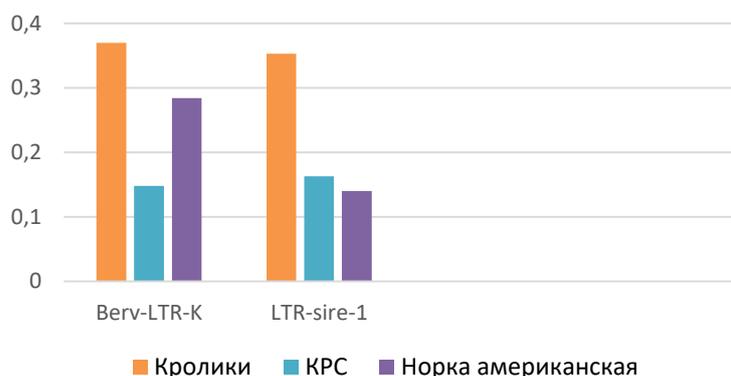


Рисунок 2. Значения PIC_{cp} по IRAP-маркерам кроликов, крупного рогатого скота и американской норки

Заключение Таким образом, полученные данные свидетельствуют о возможности использования для прогноза потенциальной гетерозиготности таких показателей, как полиморфное информационное содержание спектров продуктов амплификации, полученных при применении в качестве праймеров в полимеразной цепной реакции таких последовательностей, как $(CTC)_6C$ у пород крупного рогатого скота, $(AGC)_6C$ кроликов и $(ACC)_6G$ у американской норки, а для кроликов и американской норки еще и фрагментов ретротранспозона Berv-LTR-K. С целью предупреждения повышения огомозиготности у потомства в закрытых популяциях поголовья целесообразно индивидуальное сравнение спектров ампликонов этих праймеров у родительских групп.

Список источников

1. Зиновьева Н.А. Гаплотипы фертильности голштинского скота// Сельскохозяйственная биология, 2016, том 51, № 4, с. 423-435. doi: 10.15389/agrobiology.2016.4.423rus
2. Календарь Р.Н., Глазко В.И. Типы молекулярно-генетических маркеров и их применение // Физиология и биохимия культурных растений. – 2002. – Т. 34. – № 4. – С. 279–296.

3. Столповский, Ю. А., Евсюков А. Н., Сулимова Г. Е. Геномное разнообразие по маркерам межмикросателлитного полиморфизма у пород крупного рогатого скота // Генетика. – 2013. – Т. 49. – № 5. – С. 641. – DOI 10.7868/S0016675813040152.
4. Чесноков Ю.В., Артемьева А.М. Оценка меры информационного полиморфизма генетического разнообразия // Сельскохозяйственная биология, 2015, том 50, № 5, с. 571-578. doi: 10.15389/agrobiology.2015.5.571ru.
5. Cai Z, Petersen B, Sahana G, Madsen LB, Larsen K, Thomsen B, Bendixen C, Lund MS, Guldbbrandtsen B, Panitz F. The first draft reference genome of the American mink (*Neovison vison*). *Sci Rep*. 2017 Nov 6;7(1):14564. doi:
6. Glazko VI, Zybaylov BL, Kosovskiy GYu, Glazko GV, Glazko TT. Domestication and microbiome. *The Holocene*, 2021, vol. 31, 10: pp. 1635-1645 (<https://doi.org/10.1177/09596836211025975>).
7. Ablondi M, Sabbioni A, Stocco G, Cipolat-Gotet C, Dadousis C, van Kaam JT, Finocchiaro R, Summer A. Genetic Diversity in the Italian Holstein Dairy Cattle Based on Pedigree and SNP Data Prior and After Genomic Selection. *Front Vet Sci*. 2022 Jan 13;8:773985. doi: 10.3389/fvets.2021.773985. PMID: 35097040; PMCID: PMC8792952.
8. Babii A, Kovalchuk S, Glazko T, Kosovskiy G, Glazko V. Helitrons and retrotransposons co-localized in *Bos taurus* genomes. *Curr Genomics* . 2017;18(3):278-286. doi: 10.2174/1389202918666161108143909.
9. Hajhosseinlo A, Nejati-Javaremi A, Miraei-Ashtiani SR. Genetic structure analysis in several populations of cattle using SNP genotypes. *Anim Biotechnol*. 2021 Sep 30:1-13. doi: 10.1080/10495398.2021.1960360. Epub ahead of print. PMID: 34591729.
10. Khan MYA, Omar AI, He Y, Chen S, Zhang S, Xiao W, Zhang Y. Prevalence of nine genetic defects in Chinese Holstein cattle. *Vet Med Sci*. 2021 Sep;7(5):1728-1735. doi: 10.1002/vms3.525.
11. Li, H. W., Wang, R. J., Wang, Z. Y., Li, X. W., Wang, Z. Y., Yanjun, Z., Rui, S., Zhihong, L., & Jinquan, L. (2017). The research progress of genomic selection in livestock. *Yi chuan = Hereditas*, 39(5), 377–387. <https://doi.org/10.16288/j.ycz.16-342>.
12. Marras, G., Gaspa, G., Sorbolini, S., Dimauro, C., Ajmone-Marsan, P., Valentini, A., Williams, J. L., & Macciotta, N. P. (2015). Analysis of runs of homozygosity and their relationship with inbreeding in five cattle breeds farmed in Italy. *Animal genetics*, 46(2), 110–121. <https://doi.org/10.1111/age.12259>.
13. Smit, AFA, Hubley, R. & Green, P "RepeatMasker" at <http://www.repeatmasker.org>.

© Попов Д.В., Косовский Г.Ю., 2022

Научная статья

УДК 631.11 «321»: 631.527

Перспективы «цветной пшеницы» для функционального питания

Потоцкая Инна Владимировна¹, Нардин Дмитрий Сергеевич¹, Юркинсон Александр Валерьевич¹, Потоцкая Анастасия Алексеевна², Шаманин Владимир Петрович¹

¹ФГБОУ ВО «Омский государственный аграрный университет имени

П.А. Столыпина», г. Омск

²ФГАОУ ВО «УрФУ имени первого президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург

Аннотация. В статье представлена сравнительная оценка содержания фенольных соединений и антиоксидантных свойств фиолетовозерного сорта ЭФ 22 и линии с голубым зерном Line 11(1)-Blue в сравнении с красноезерным стандартом Элементом 22. Проведен анализ экономической эффективности производства сорта фиолетовозерной пшеницы с

улучшенными функциональными свойствами для Западно-Сибирского и Уральского регионов.

Ключевые слова: пшеница, функциональное питание, экономическая эффективность

Prospects of the «colored wheat» for functional nutrition

Pototskaya Inna Vladimirovna¹, Nardin Dmitriy Sergeevich¹, Yurkinson Aleksandr Valerievich¹, Pototskaya Anastasiya Alekseevna², Shamanin Vladimir Petrovich¹

¹FSBEI P.A. Stolypin Omsk State Agrarian University, Omsk

²FSAEI Ural Federal University named after first President of Russia B.N. Yeltsin, Ekaterinburg

Abstract. A comparative assessment of the phenolic compounds content and antioxidant properties of the purple-grained variety EF 22 and the line blue-grained Line 11(1)-Blue in comparison with the red-grained check Element 22 was presented. An analysis of the economic efficiency of the production of the purple-grained variety of wheat with improved functional properties for the Western Siberian and Ural regions was carried out.

Key words: wheat, functional nutrition, economic efficiency

В последние годы приоритетной стала ориентация на здоровый образ жизни и спрос на продукты питания с повышенным содержанием фитохимических соединений, пищевых волокон, витаминов и минеральных веществ возрастает. Пшеница является культурой, занимающей около 50% посевных площадей и обеспечивающей продовольственную безопасность Российской Федерации. Продукты из зерна пшеницы – одни из основных и дешевых источников питания человека, которые можно использовать для придания им функциональных свойств (Барабанщиков, 2019).

«Цветная пшеница» (голубая, фиолетовая и черная) содержит большое количество фитохимических соединений – антоцианов и фенольных кислот, которые в основном находятся во внешних оболочках зерновки. Различными исследованиями доказано, что антоцианы и фенольные кислоты оказывают терапевтическое воздействие на такие заболевания, как кровеносная, нервная, эндокринная, пищеварительная, сенсорная, мочевыводящая и иммунная системы. Кроме того, фитохимические соединения обладают противораковым действием благодаря широкому спектру противовоспалительного и антиоксидантного эффектов (Beta et al., 2011; Liu et al., 2021a). Зерно «цветной пшеницы» в сравнении с обычной (красно- или белозерной) содержит значительное количество микроэлементов (Zn и Fe), которые полезны для здоровья человека (Saini et al., 2020). Исследования, проведенные в Китае показали, что содержание белков и микроэлементов в отдельных линиях чернозерной пшеницы (BGW) было существенно выше, чем у сортов белозерной пшеницы (WGW) (Li et al., 2006; Liu et al., 2021b). Это обуславливает дополнительный потенциал пшеницы с голубым, фиолетовым и черным зерном для производства пшеничной муки и зерновых продуктов с добавленной стоимостью. В этой связи одним из направлений современной селекции является создание сортов «цветной пшеницы» для производства функциональных цельнозерновых продуктов (Khlestkina et al., 2017; Gordeeva et al., 2020; Shamanin et al., 2022).

Цель исследований – оценить экономическую эффективность производства сорта фиолетовозерной пшеницы с улучшенными функциональными свойствами.

Исследования проведены на опытном поле Омского ГАУ в 2016–2020 гг. Материалом исследований служили среднепоздние сорта яровой мягкой пшеницы Элемент 22 и ЭФ 22. Сорт Элемент 22 включен в Госреестр селекционных достижений по Уральскому и Западно-Сибирскому регионам РФ, сорт ЭФ 22 в 2021 г. передан в ГСИ для испытания в указанных регионах. Норма высева 4,5 млн всхожих зерен на га. Учётная площадь делянки 25 м². Повторность – четырёхкратная. Все наблюдения, учёты, оценки и анализы проводили по методике Госсорсетей. Уборка урожая однофазная комбайном «Сампо 130».

Анализ содержания фенольных соединений и антиоксидантных свойств сорта ЭФ 22 и линии с голубым зерном Line 11(1)-Blue в сравнении с красnozерным стандартом Элемент 22 проведен в лаборатории пищевой инженерии в Yildiz Technic University (г. Стамбул, Турция) в 2022 г.

При осуществлении расчетов во внимание были приняты следующие факторы и допущения: курс доллара 53,77 руб. (официальный курс Центрального Банка РФ на 02.07.2022 г., <https://cbr.ru/>); цена 1 тонны пшеницы 348,51 долл. (на 1 июля 2022 г., по данным площадки <https://www.zol.ru/worldprice/>); затраты на 1 га рассчитаны в текущих внутренних ценах Российской Федерации на 02.07.2022 г.).

Сорт ЭФ 22 был создан с помощью маркер-ориентированной селекции за 6 лет, при создании которого использован способ отбора линий с повышенным содержанием антоцианов в перикарпе зерна. Донором гена биосинтеза антоцианов послужила изогенная фиолетовозерная линия яровой пшеницы на основе сорта Саратовская 29 (i:S29^{PF}), содержащая участки хромосом 2A и 7D от сорта Purple Feed с доминантными аллелями регуляторных генов биосинтеза антоцианов в перикарпе *Pp-D1* и *Pp3*. На базе института ИЦиГ СО РАН было проведено двухступенчатое скрещивание с рекуррентным сортом селекции Омского ГАУ Элементом 22. Отбор перспективных фиолетовозерных линий осуществлен с помощью фенологических маркеров антоциановой окраски зерна и колеоптилей, а также с помощью молекулярных SSR маркеров, фланкирующих регуляторные гены *Pp-D1* и *Pp3* (Gordeeva et al., 2020). Селекционная оценка выделенных растений с фиолетовой окраской зерна, с последующим объединением однотипных по морфологическим признакам, и испытание в КСИ проводились на опытном поле Омского ГАУ.

В Омском ГАУ изучается коллекция «цветных пшениц» с различной окраской зерна: голубой, фиолетовой, светло-коричневой и черной (рис. 1).



Рисунок 1. Зерна рекуррентного родительского сорта Элемент 22, фиолетовозерного сорта ЭФ 22 (Element 22-Purple^{PF}(7)) и голубозерной линии Line 11(1)-Blue

Сорт ЭФ 22 и линия пшеницы с голубым зерном являются потенциальными источниками фенольных соединений и природных антиоксидантов (рис. 2). Голубозерная пшеница содержит 170,8 и 1180,3 мг GAE / 100 г свободных и связанных фенолов; фиолетовозерная пшеница – 160,5 и 1054,9 мг GAE / 100 г. Сорт ЭФ 22 и голубозерная линия характеризуются высокой антиоксидантной активностью в ингибировании свободных радикалов DPPH и катион-радикалов ABTS (207,5–239,9 и 1622,8–1784,7 мг TE / 100 г, соответственно) в сравнении с красnozерным стандартом Элементом 22.

Зерно с фиолетовой окраской и повышенными антиоксидантными свойствами может быть востребовано на внутреннем и международном рынке для производства зерновых продуктов функционального питания. Рыночная премия за функциональные свойства продукта может достигать 30–40% к рыночной цене традиционной продукции (табл. 1).

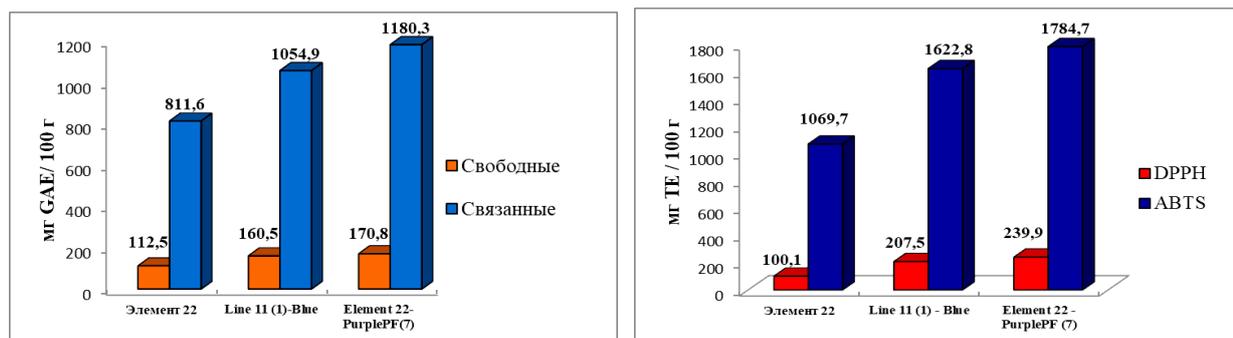


Рисунок 2. Содержание фенольных соединений и антиоксидантной способности пшениц с различной окраской зерна, 2022 г.

Данные таблицы указывают на высокую эффективность производства зерна с функциональными свойствами (сорт ЭФ 22) по сравнению с краснозерным сортом Элементом 22. Рентабельность продаж выше, чем по зерну стандарта на 10,9 процентных пункта.

Таблица 1 – Расчет экономической эффективности производства сорта пшеницы с функциональными свойствами, 2022 г.

Показатель	Элемент 22, стандарт	ЭФ 22
1. Себестоимость 1 тонны зерна, долл.	154,30	151,10
2. Урожайность, т/га (в среднем за 2016–2020 гг.)	3,89	3,12
3. Затраты на 1 га посева всего, долл. в т.ч.:	599,61	471,43
3.1. Материальные затраты	333,74	267,77
топливо, энергия и семена	305,56	179,14
расходы на фунгициды	0,00	48,09
расходы на гербициды	28,18	40,54
3.2. Оплата труда с начислениями	56,36	44,31
3.3. Амортизация основных средств	71,23	52,33
3.4. Прочие затраты	138,28	107,02
работы и услуги сторонних организаций	55,06	46,20
общепроизводственные и общехозяйственные расходы	83,23	60,81
4. Цена реализации 1 т., долл. (на 1 июля 2022 г., https://www.zol.ru/worldprice/)	348,50	348,50
Премия к цене за функциональные свойства, %		30,00
5. Выручка от реализации пшеницы с 1 га, долл.	1354,27	1413,52
6. Валовая прибыль с 1 га, долл.	754,66	942,08
7. Рентабельность продаж, %	55,72	66,65

Для активного внедрения сортов «цветной пшеницы» в производство в Западно-Сибирском и Уральском регионах необходимо формирование потребительского спроса на функциональные зерновые продукты. Широкий спектр информации о пользе для здоровья пшеницы с фиолетовой, голубой и черной окраской зерна в средствах массовой информации, разработка конкурентноспособных зерновых продуктов и активный маркетинг на рынке во многом будут способствовать формированию спроса на пшеницу с функциональными свойствами. Ученые и селекционеры должны тесно сотрудничать с предприятиями по производству хлебопекарной продукции, чтобы предоставить необходимые научные доказательства и аргументировать пользу «цветной пшеницы» для здоровья потребителей.

Благодарности. Анализ функциональных свойств зерна выполнен при поддержке Министерства науки и высшего образования РФ (соглашение № 075-15-2021-534 от 28.05.2021 г.); полевые исследования при поддержке Министерства сельского хозяйства РФ.

Список источников

1. Барабанщиков М.О. Использование пророщенного зерна в хлебопечении. Совершенствование методологии познания в целях развития науки: материалы междунар. науч.-практ. конф. (3 ноября 2019 г., Саратов). Саратов: МЦИИ ОМЕГА САЙНС, 2019: 58-60.
2. Beta T., Qiu Y., Liu Q., Borgen A. Extracts from purple wheat (*Triticum* spp.) and their antioxidant effects. In: Nuts and Seeds in Health and Disease Prevention. Academic Press, 2011: 959-966. doi: 10.1016/B978-0-12-375688-6.10113-6.
3. Gordeeva E., Shamanin V., Shoeva O., Kukoeva T., Morgounov A., Khlestkina E. The strategy for marker-assisted breeding of anthocyanin-rich spring bread wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars in Western Siberia. *Agronomy*, 2020, 10: 1603. doi: 10.3390/agronomy10101603.
4. Khlestkina E.K., Usenko N.I., Gordeeva E.I., Stabrovskaya O.I., Sharfunova I.B., Otmakhova Y.S. Evaluation of wheat products with high flavonoid content: justification of importance of marker-assisted development and production of flavonoid-rich wheat cultivars. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*, 2017, 21 (5): 545-553. doi: 10.18699/VJ17.25-o.
5. Liu J., Zhou H., Song L., Yang Z., Qiu M., Wang J., Shi S. Anthocyanins: promising natural products with diverse pharmacological activities. *Molecules*, 2021a, 26 (13): 3807. doi: 10.3390/molecules26133807.
6. Liu Y., Liu M., Huang S., Zhang Z. Optimisation of the extrusion process through a response surface methodology for improvement of the physical properties and nutritional components of whole black-grained wheat flour. *Foods*, 2021b, 10: 437. doi: 10.3390/foods10020437.
7. Saini P., Kumar N., Kumar S., Mwaurah P.W., Panghal A., Attkan A.K., Singh V.K., Garg M.K., Singh V. Bioactive compounds, nutritional benefits and food applications of colored wheat: a comprehensive review. *Crit. Rev. Food Sci.*, 2020, 20: 1-14. doi: 10.1080/10408398.2020.1793727.
8. Shamanin V.P., Tekin-Cakmak Z.H., Gordeeva E.I., Karasu S., Pototskaya I.V., Chursin A.S., Pozherukova V.E., Ozulku G., Morgounov A.I., Sagdic O., Koxsel H. Total Antioxidant capacity and profiles of phenolic acids in various genotypes of purple wheat. *Foods*, 2022, 11 (16): 2515. doi: 10.3390/foods11162515.

© Потоцкая И.В., Нардин Д.С., Юркинсон А.В., Потоцкая А.А., Шаманин В.П., 2022

Научная статья
УДК 633.854.78

Агробиологическая оценка гибридов подсолнечника на черноземных почвах Саратовского Правобережья

Сидорцов Антон Иванович

Садовая Анастасия Алексеевна

Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии
и инженерии имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов

Башинская Оксана Сергеевна

Бабушкин Денис Дмитриевич

Маслова Галина Андреевна

ФГБНУ РосНИИСК «Россорго», г. Саратов

Agrobiological assessment of sunflower hybrids on chernozem soils of the Saratov Right bank

Sidortsov Anton Ivanovich

Gardener Anastasia Alekseevna

Saratov State University of genetics, biotechnology and engineering
named after N.I. Vavilov, Saratov

Bashinskaya Oksana Sergeevna

Babushkin Denis Dmitrievich

Maslova Galina Andreevna

FSBI RosNIISK "Rossorgo", Saratov

Аннотация. В статье изучили влияние нормы высева, гербицидов и фунгицидов на продуктивность гибридов подсолнечника.

Ключевые слова: гибрид, подсолнечник, гербицид, фунгицид

Abstract. The article studied the effect of seeding rates, herbicides and fungicides on the productivity of sunflower hybrids.

Keywords: hybrid, sunflower, herbicide, fungicide

Российский рынок семян подсолнечника и продуктов их переработки характеризуется дальнейшим расширением посевных площадей в 2022 году. По предварительным данным Росстата, по итогам посевной кампании, площади под подсолнечником в России в 2022 году достигли 10 032,8 тыс. га, что является новым рекордом для данной культуры.

По отношению к 2021 году они выросли на 2,9%. В АБ-Центр отмечают, что расширение площадей произошло главным образом за счет Приволжского, Уральского и Южного федеральных округов. При этом в Центральном ФО, где традиционно отмечается наиболее высокая урожайность, площади заметно снизились (главным образом за счет сокращения площадей посевов в Воронежской и Тамбовской областях). Это, по оценкам АБ-Центр, в свою очередь окажет влияние на итоги уборочной кампании. [6]

Наращиванием поставок семян подсолнечника для посева в Россию. Рост инвестиционной привлекательности выращивания масличных культур, расширение посевных площадей в 2022 году потребовали существенных объемов семян подсолнечника для посева. Их импорт в январе-июле 2022 года, по оценкам АБ-Центр, вырос более чем на 20%. Экспорт семян подсолнечника для посева из России, в условиях высокого спроса на внутреннем рынке, напротив, существенно сократился (более чем на 90% к январю-июлю прошлого года).

Ожидаемым ростом объемов сборов в 2022 году. В исследовании представлено 4 возможных прогнозных сценария с итогами уборочной кампании 2022 года. В случае, если урожайность подсолнечника в рамках федеральных округов будет на уровне годичной давности, то сборы достигнут 15 786,9 тыс. тонн в весе после доработки, что на 0,8% больше, чем годом ранее. Рост сборов будет несколько ниже роста площадей по причине структурных региональных изменений (сокращение площадей в некоторых регионах с высокой урожайностью). В результате этого средняя урожайность по стране, даже в условиях сохранения урожайности в региональном разрезе на уровне значений прошлого года, сократится до 15,9 ц/га в весе после доработки против 16,2 ц/га годом ранее. [6]

Подсолнечник является одной из самых доходных полевых культур. По разным данным средние показатели рентабельности возделывания подсолнечника на маслосемена составляют 57-60%, против 20-25% у яровых зерновых культур.

Также общеизвестно широкое народно-хозяйственное значение подсолнечника в нашей стране. Однако, анализ статистических данных показывает, что его средняя урожайность по

России за период с 2010 по 2021 гг. была в пределах 1,25-1,75 т/га, что гораздо ниже потенциала современных гибридов.

В связи с этим, мы поставили перед собой цель: сравнить два разных гибрида для выявления наибольшей урожайности в данных условиях, а также изучить эффективность почвенных гербицидов и фунгицидов ООО «Сингента» в посевах гибрида подсолнечника «Алькантара».

Опыты проводились в 2021 году в ООО «Агро-Проект». Хозяйство расположено в Аркадакском районе. Площадь хозяйства 970 га.

Аркадакский район находится в западной микроне Правобережной зоны, обладая сравнительно благоприятными климатическими условиями.

Почвы ООО «Агро-проект» Аркадакского района Саратовской области представлены чернозёмом типичным среднесильным глинистым по гранулометрическому составу.

В нашем опыте использовались 2 гибрида подсолнечника:

Алькантара – классический гибрид подсолнечника компании «Сингента». Среднеранний заразиоустойчивый гибрид с максимальной устойчивостью к засушливым условиям. Быстрый старт на начальных этапах развития растения. Раннее цветение позволяет избежать стресса высоких температур. Порог стерилизации пыльцы равен 35°C, что на 2-3°C выше стандартов рынка.

СИ Розета КЛП – среднеранний, оптимизированный под производственную систему Clerfield Plus, заразиоустойчивый гибрид от компании «Сингента». Гибрид обладает ярко выраженной засухоустойчивостью. Быстрый старт на начальных этапах развития.

Таблица 1 – Схема опыта № 1

Норма высева	Название гибрида
55 тыс. штук на 1 га	СИ Розета КЛП (ООО «Syngenta»)
65 тыс. штук на 1 га	Алькантара (ООО «Syngenta»)

Таблица 2 – Схема опыта № 2

№	Вариант, наименование препарата	Норма расхода препарата	Вредные объекты
1	Контроль	Без обработки	Двудольные, однолетние злаковые сорняки, в том числе горец (виды), марь белая, щирица запрокинутая, просо куриное.
2	Гезагард – прометрин 500 г/л	3,5 л/га	
3	Дуал Голд – с- металохлор 960 г/л	1,6 л/га	

Таблица 3 – Схема опыта №3

№	Вариант, наименование препарата	Норма расхода препарата	Вредные объекты
1	Контроль	Без обработки	Ложная мучнистая роса, фомоз, септориоз, альтернариоз, ржавчина.
2	Амистар Голд – азоксистробин 125 г/л, дифеноконазол 125 г/л.	1,0 л/га	

Обработка почвы: осенью лущение ЛДГ-10 и вспашка плугом ПЛН-5-35 на глубину 25–27 см, весной – ранневесеннее боронование БЗСС-1,0, предпосевная культивация Lemken Kround 8/600 на 4-6 см, посев сеялкой Monosem NC8.

Площадь делянок -100 м², размещение делянок систематическое, количество повторностей - 4.

Технология применения изучаемого препарата. Срок обработки: 15 мая 2021 г. Кратность обработок: однократно. Способ применения: опрыскивание до всходов культурного растения. Обработка производилась прицепным опрыскивателем ОП-200-2-01 агрегируемым с МТЗ 80. Расход рабочей жидкости соответствовал 200 л/га.

Посев подсолнечника проводился 13 мая 2021 г. Единичные всходы на 2 вариантах были отмечены 17 мая, фаза полных всходов отмечена на гибриде Алькантара 19 мая, гибрид СИ Розета КЛП 21 мая.

Наступление фаз развития подсолнечника отличаются друг от друга и варьирует в диапазоне 2 - 7 дней. Нормы высева повлияли на продолжительность периодов. В итоге период вегетации гибридов составил – от 105 у гибрида Алькантара и до 115 дней у гибрида СИ Розета КЛП.

При той и другой норме высева наиболее короткий вегетационный период был у гибрида Алькантара, более продолжительный у СИ Розета КЛП. При норме высева 55 тыс. шт. на 1 га период вегетации был длиннее на 8 дней у гибрида СИ Розета КЛП и на 4 дня у гибрида Алькантара.

При норме высева 55 тыс. шт/га высота подсолнечника меньше чем при норме в 65 тыс.шт./га, но при этом увеличивается диаметр корзинок у гибридов: СИ Розета КЛП – на 2,8 см; гибрид Алькантара – на 3,3 см.

Таблица 4 – Биометрические показатели подсолнечника

Норма высева	Вариант опыта	Высота растений, при созревании, см	Диаметр корзинок, см	Число семян в корзинке, шт.	Диаметр пустозерности, см	Масса 1000 семян, г	Масса семян с 1 корзинки	Урожай т/га
55 тыс. шт. на 1 га	Гибрид СИ Розета КЛП	159	17,7	466	2,6	78,9	39,1	1,91
	Гибрид Алькантара	157	18,3	504	1,9	83,6	45,2	2,48
65 тыс. шт. на 1 га	Гибрид СИ Розета КЛП	165,5	14,9	370	3,2	70,2	29,6	1,75
	Гибрид Алькантара	168,7	15,0	390	2,7	72,1	33,1	2,23
	НСР ₀₅	-	-	-	-	-	-	0,03

При уменьшении нормы высева увеличилась урожайность гибридов и масса 1000 семян, у гибрида СИ Розета КЛП урожайность увеличилась на 0,16 т/га; наивысшую урожайность показал гибрид Алькантара его разность между нормами составила 0,25 т/га.

Полевой опыт по изучению биологической эффективности гербицидов ООО «Сингента» в посеве подсолнечника «Алькантара» проводился на участке, где на момент закладки опыта наиболее многочисленным представителем злаковых сорных растений было просо куриное, двудольных – марь белая, подмаренник цепкий и щирца запрокинутая. Из многолетних двудольных сорняков во время последующих учетов встречались бодяк полевой и осот полевой. Общая засорённость посева подсолнечника составила 81 экземпляр сорных растений на 1 м².

Гербицид Гезагард – Прометрин 500 г/л - почвенный довсходовый гербицид против однолетних злаковых и некоторых двудольных сорняков на посевах сахарной свеклы, сои, кукурузы, подсолнечника, рапса и капусты.

Гербицид Дуал Голд (с-метолахлор 960 г/л) - Селективный довсходовый гербицид, эффективен против однолетних двудольных и злаковых сорняков в посевах подсолнечника и других культур. Уничтожает сорные растения в момент их прорастания, проникая через колеоптиль у злаковых и семядоли у двудольных сорняков или через корни и листья, если в период обработки сорные растения имели достаточное развитие.

Учет засорённости посевов проводился через 30 дней после обработки гербицидами и показал, что наиболее эффективным в борьбе с двудольными сорняками был Гезагард с нормой расхода 3,5 л/га, на варианте с которым численность обозначенных сорных растений снизилась на 81% относительно контроля. Гербицид Дуал Голд показал меньшую, эффективность в борьбе с двудольными сорными растениями по отношению к контрольному варианту она снизилась на 37 %.

Через 30 дней после применения в борьбе со злаковыми сорняками наиболее эффективным был эталонный гербицид Дуал Голд здесь было обнаружено только 2 шт./м² растений куриного проса. Общая гибель злаков на указанном варианте составила 76,3 %. Испытуемый препарат за этот период был мало эффективен в борьбе с щетинником сизым, так как численность этого сорняка была 2 шт/м², а конкурента Гезагард составила 12 шт/м².

Таблица 5 – Засорённость посевов подсолнечника гибрида Алькантара в зависимости от применяемого гербицида, шт./м²

Вариант опыта	<i>Марь белая</i>	<i>Щирца запрокинутая</i>	<i>Ярутка полевая</i>	<i>Подмаренник цепкий</i>	<i>Осот полевой</i>	<i>Бодяк полевой</i>	<i>Щетинник сизый</i>	<i>Пырей ползучий</i>	<i>Просо куриное</i>
Контроль, без обработки	13	11	5	4	2	3	13	2	19
Гезагард – Прометрин 500 г/л – 3,5 л/га	3	4	3	2	1	2	8	1	6
Гардо Голд – С металохло 960 г/л – 1,6 л/га.	12	9	4	2	1	2	2	0	2

Как показали результаты учёта урожая, применение гербицидов способствовало достоверному росту урожайности культуры относительно контроля, причём максимальным, 0,8 т/га или 53,0 %, он был при обработке посевов Гезагард.

Таблица 6 – Влияние гербицидов на урожай подсолнечника гибрида Алькантара

Вариант опыта	Влажность при уборке, %	Урожайность, т/га	Отклонение от контроля	
			в т/га	в %
1. Гезагард – Прометрин 500 г/л	9,0	2,3	+0,8	53,0
2. Дуал Голд – С металохлор 960 г/л	9,5	2,0	+0,5	33,0
3. Контроль, без обработки	11	1,5	—	—
НСР ₀₅		0,15		

Урожайность при 7% влажности семян.

На варианте с внесением гербицида Дуал Голд 1,6 л/га прибавка в сборе маслосемян была ниже и составила 0,5 т/га или 33,0 %. Урожай культуры на контрольном варианте был равен 1,5 т/га.

Для определения эффективности работы фунгицида Амистар Голд 1 л/га на подсолнечнике целевым объектом была выбрана ржавчина. Опыт закладывался на гибриде СИ Розета КЛП. Способ учета количественный. Анализируют 40 растений в 10 местах по диагонали поля. Учет болезни проводят в фазу цветения.

Обработка фунгицидом Амистар Голд была проведена в фазу образования корзинки 4 июля на гибриде СИ Розета КЛП.

Амистар Голд - высокоэффективный системный комбинированный фунгицид для защиты пропашных культур от комплекса болезней.

Таблица 7 – Учет эффективности применения препарата

Вариант опыта	Развитие болезни 4 июля	Развитие болезни 25 июля
Контроль	1 балл	3 балла
Амистар Голд 1 л/га	1 балл	1 балла

Через 21 день после обработки были проведены учеты эффективности, в результате которых можно сказать, что развитие ржавчины на посевах обработанных Амистар голд осталось на уровне до обработки, однако на контроле увеличилось значительно.

Таблица 8 – Влияние фунгицида на урожай подсолнечника гибрида Си Розета КЛП

Вариант опыта	Влажность при уборке, %	Урожайность при 7% влажности семян, т/га	Отклонение от контроля	
			в т/га	в %
Контроль, без обработки	11	1,91	–	–
Амистар Голд 1л/га	11	2,35	0,44	23
НСР ₀₅		0,15		

На варианте с внесением фунгицида Амистар Голд 1 л/га прибавка в сборе маслосемян была выше и составила 0,44 т/га или 23%. Урожай культуры на контрольном варианте был равен 1,91 т/га.

Возделывание подсолнечника рентабельно, т. к. она по всем вариантам более 100%. В наших опытах гибрид подсолнечника Алькантара показал лучшие результаты, при норме высева в 55 тыс.шт./га. Урожай при этом составил 2,48 т/га, а рентабельность 337%. Следовательно, производству рекомендовано расширить его площадь посева.

На основании данных опыта можно сделать заключение о том, что эффективность гербицида Гезагард при его использовании с нормой внесения 3,5 л/га была выше, чем на варианте с гербицидом Дуал Голд с нормой внесения 1,6 л/га. Однако исходя из результатов оценки видового состава сорняков после применения гербицидов, можно предположить, что при совместном применении двух данных гербицидов в баковой смеси возможно добиться контроля более широкого спектра сорных растений. Использование препаратов было безопасным для защищаемой культуры.

Применение фунгицида Амистар Голд в посевах СИ Розета КЛП также позволило культуре сформировать высокий урожай, который значительно превышал показатель контрольного варианта.

Список источников

1. Пустовойт, В.С. Приемы выращивания высокомасличных семян подсолнечника. – «Селекция и семеноводство». №1. - 1961. – С.24-25.
2. Растениеводство //Под.ред. акад. Г.С. Посыпанова. – М.: Колос, 1997. – С.230-231.
3. Субботин А.Г., Нарушев В.Б. Зерновые культуры // ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ. 2020.
4. Шевцова Л.П., Шьюрова Н.А., Башинская О.С. Зерновые культуры Степного Поволжья // ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ. 2015.
5. Шевцова, Л.П. Полевые культуры Поволжья: Учебное пособие с грифом УМО / Л.П. Шевцова, Н.И. Кузнецов и др. – Саратов: Изд-во ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ», 2004. Ч.1 – 362 с.
6. <https://agrovesti.net/lib/industries/oilseeds/rynok-podsolnechnika-v-2022-godu-tendentsii-i-prognozu.html>

© Сидорцов А.И., Садовая А.А., Башинская О.С., Бабушкин Д.Д., Маслова Г.А., 2022

Научная статья
УДК 631.8:633.174

Влияние микроудобрений на селекционно-ценные признаки сорго

Денис Александрович Степанченко
ФГБНУ РосНИИСК «Россорго»,
г. Саратов

Аннотация. В современной земледелии для получения высоких урожаев качественной продукции необходимо применение ресурсосберегающих технологий возделывания сельскохозяйственных культур. К элементам этих технологий относится применение хелатных микроудобрений. Анализ источников научной литературы выявил высокую отзывчивость зерновых, пропашных, овощных и других полевых культур на применение хелатных микроудобрений. Однако, влияние хелатных удобрений на продуктивность зернового сорго в условиях Саратовского Поволжья изучено недостаточно, что подтверждает актуальность данных исследований [1,2].

В настоящее время в сельскохозяйственной практике широко применяется большое количество препаратов, использование которых направлено на повышение устойчивости растений к изменяющимся условиям окружающей среды. Поэтому изучение особенностей

влияния хелатных форм микроудобрений на посевные качества и прорастание семян зернового сорго является актуальным.

Ключевые слова: хелаты, удобрения, сорго, высота, метелка

The effect of micronutrients on the breeding and valuable characteristics of sorghum

Denis Alexandrovich Stepanchenko

FSBI RosNIISK "Rossorgo",
Saratov

Annotation. In modern agriculture, in order to obtain high yields of high-quality products, it is necessary to use resource-saving technologies for cultivating agricultural crops. The elements of these technologies include the use of chelated micronutrients. Analysis of the sources of scientific literature revealed a high responsiveness of cereals, row crops, vegetables and other field crops to the use of chelated micronutrients. However, the effect of chelated fertilizers on the productivity of grain sorghum in the conditions of the Saratov Volga region has not been studied enough, which confirms the relevance of these studies.

Currently, a large number of drugs are widely used in agricultural practice, the use of which is aimed at increasing the resistance of plants to changing environmental conditions. Therefore, the study of the peculiarities of the effect of chelated forms of micronutrients on the sowing qualities and germination of grain sorghum seeds is relevant.

Keywords: chelates, fertilizers, sorghum, height, panicle

Материал и методика. Полевые исследования закладывались и проводились в 2021 году на полях ФГБНУ РосНИИСК «Россорго». Объектами исследований являлись новые сорта зернового сорго селекции института – Бакалавр, Ассистент, Магистр, Гарант, РСК Каскад, РСК Локус, РСК Оникс и РСК Партизан, а также хелатные микроудобрения производства НПО «СИЛА ЖИЗНИ» – Reasil Micro Amino Zn и Reasil Forte Carb Ca/Mg/B-Amino. Измерения признаков растений сорго проводились согласно общепринятым методикам [3].

Результаты исследования. Результаты проведения опытов показали, что опрыскивание вегетирующих растений зернового сорго хелатными препаратами разной кратности применения оказало не равнозначное действие на морфометрические показатели. По факторам А и В выявлено существенное различие сортов по признаку «высота растений при созревании» (таблица 1).

Таблица 1 – Влияние хелатных микроудобрений Reasil micro Amino Zn и Reasil Forte Carb Ca/Mg/B Amino на высоту растений сортов зернового сорго, см

Сорт	Контроль	Reasil micro Amino Zn			Reasil Forte Carb Ca/Mg/B Amino		
		1 л/га	2 л/га	3 л/га	1 л/га	2 л/га	3 л/га
Бакалавр	122,8	120,9	116,3	125,4	119,5	116,1	119,5
Ассистент	120,3	119,1	124,3	121,0	117,9	124,9	119,6
Магистр	97,8	95,5	102,8	105,7	103,5	102,9	106,5
Гарант	114,7	118,6	117,7	125,1	116,8	118,7	111,3
РСК Каскад	106,4	120,3	125,3	121,7	124,4	120,5	125,3
РСК Локус	113,3	120,3	121,5	115,7	112,2	113,9	119,8
РСК Оникс	115,5	127,6	118,2	119,9	120,7	129,2	123,1
РСК Партизан	115,9	125,8	130,5	130,6	125,1	126,2	121,5

$F_{0.05}(A)=22,45^*$; $F_{0.05}(B)=2,87^*$; $F_{0.05}(AB)=1,11$; $HCP_{0.05}(A)=4,12$; $HCP_{0.05}(B)=3,85$

Существенное влияние препаратов отразилось на высоте растений сортов РСК Каскад и РСК Партизан. Следует отметить, что на всех концентрациях применяемых препаратов данный показатель оказался выше контрольного значения. Высота растений сорта РСК Каскад варьировала от 120,3 до 125,3 см, превысив контроль на 13,1-17,8%. У сорта РСК Партизан – от 125,1 до 130,6 см, что превысило контроль на 7,9-12,7%.

В наибольшей степени на величину изучаемого признака повлияла двукратная обработка этих сортов зернового сорго Reasil micro Amino Zn: разница с контролем составила 12,6-16,8%, соответственно. Наибольшее влияние на эти же сорта оказала обработка вегетирующих растений удобрением Reasil Forte Carb Ca/Mg/B Amino дозой 1 л/га: разница по отношению к контрольному варианту составила 7,9-16,9%.

Средние показатели высоты растений по вариантам опыта с применением хелатных микроудобрений изменялись в пределах от 113,3 см до 120,6 см и достоверно отличались от варианта без применения удобрений (рисунок 1). Вместе с тем, между собой варианты опыта значимо не различались.

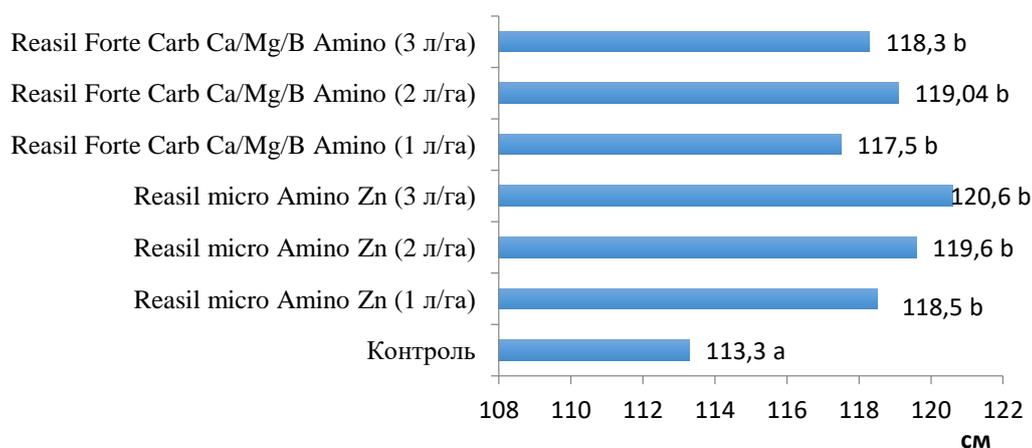


Рисунок 1. Влияние хелатных удобрений на высоту растений зернового сорго (в среднем по сортам в опыте)

При изучении признака «длина соцветия» дисперсионным анализом установлено существенное влияние фактора А. Интервал варьирования в среднем по сортам в опыте составил от 17,2 до 25,9 см. Наибольшим соцветием характеризовались сорта Бакалавр и Ассистент: изменчивость величины признака в опыте составила 24,0-27,7 см и 23,3-28,1 см, соответственно (таблица 2).

Таблица 2 – Влияние хелатных микроудобрений на длину соцветия сортов зернового сорго, см

Сорт	Контроль	Reasil micro Amino Zn			Reasil Forte Carb Ca/Mg/B Amino		
		1 л/га	2 л/га	3 л/га	1 л/га	2 л/га	3 л/га
Бакалавр	26,3	24,0	24,6	24,4	24,9	27,7	27,1
Ассистент	25,3	27,9	25,5	28,1	24,9	26,3	23,3
Магистр	17,9	17,7	18,7	17,0	20,5	19,1	17,1
Гарант	24,1	23,9	21,6	26,8	23,7	22,9	23,3
РСК Каскад	20,0	20,9	22,9	20,5	21,7	21,6	23,8
РСК Локус	22,3	24,2	25,1	23,7	25,3	25,1	22,6
РСК Оникс	19,6	19,9	18,7	20,6	19,9	21,7	21,9
РСК Партизан	14,0	18,5	18,9	16,6	18,0	16,7	17,8
$F_{0.05}(A)=41,29^*$; $F_{0.05}(B)=0,91$; $F_{0.05}(AB)=1,12$; $HCP_{0.05}(A)=1,11$							

Доля сорта в общей изменчивости признака составила 63,9%, условий опыта – 1,2 %, а взаимодействие факторов АВ – 10,4 %.

Выявлена тенденция увеличения показателя «длина соцветия» в результате применения хелатных микроудобрений. Самым отзывчивым на применение хелатных микроудобрений оказался сорт РСК Партизан: варьирование признака составило 16,6-18,9 см в разных вариантах, что превысило контроль на 18,6-35,0%. Наибольшее увеличение показателя «длина соцветия» отмечено на варианте Reasil Forte Carb Ca/Mg/B Amino дозой 2 л/га (рисунок 2).

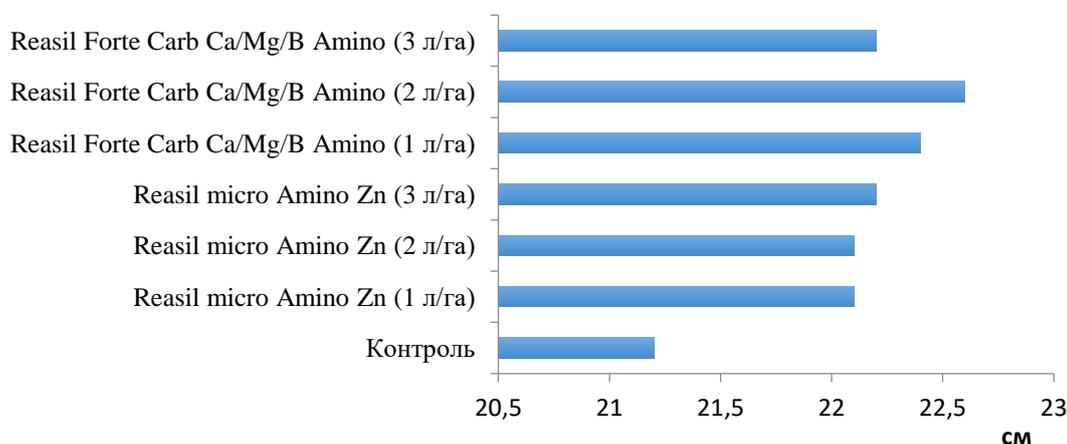


Рисунок 2. Влияние хелатных удобрений на длину соцветия сортов зернового сорго (в среднем по сортам в опыте)

Вывод. Таким образом, листовые обработки сортов зернового сорго хелатными препаратами оказали существенное влияние на морфометрический показатель высота растений. Наиболее эффективным оказалось применение препаратов на сортах РСК Каскад и РСК Партизан превысив контрольный вариант на 13,1-17,8% и на 7,9-12,7% соответственно. Обработка растений зернового сорго хелатными удобрениями не оказало существенного влияния на длину. Однако, выражена тенденция к увеличению данного признака.

Список источников

1. Степанченко Д.А., Кибальник О.П., Ефремова Е.Г. Валовая энергия урожая зернового сорго с применением микроудобрений // В сборнике: Стратегия и приоритеты развития земледелия и селекции в Беларуси. достижения науки - производству. Материалы научно-практической конференции, посвященной 15-летию Научно-практического центра НАН Беларуси по земледелию/ Минск, 2021. С. 110-112.
2. Степанченко Д.А., Старчак В.И., Бочкарева Ю.В., Кибальник О.П., Ерохина А.В. Эффективность применения хелатных микроудобрений на формирование зелёной биомассы зернового сорго возделываемого в засушливых условиях Саратовской области // Электронный научно-производственный журнал «АгроЭкоИнфо», 2022, № 5 (53).
3. Якушевский Е.С., Варадинов С.Г., Корнейчук В.А. и др. Широкий унифицированный классификатор СЭВ и международный классификатор СЭВ возделываемых видов рода *Sorghum Moench*. ВНИИР им. Н.И. Вавилова (ВИР). Рекомендации. Ленинград. 1982. 34 с.

© Степанченко Д.А., 2022

Научная статья
УДК 633.854.78:631.52 (571.5)

Скороспелость крупноплодного подсолнечника – важное условие возделывания в южной лесостепи Западной Сибири

Юлия Николаевна Суворова

Сибирская опытная станция – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр «Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур имени В.С. Пустовойта»
г. Исилькуль

Аннотация. В статье представлена хозяйственная характеристика крупноплодных сортов Баловень и Сибирский 12 кондитерского назначения селекции СОС – филиала ВНИИМК в южной лесостепи Западной Сибири. Скороспелость – определяющий признак селекции подсолнечника в Западной Сибири. Основные показатели ценности крупноплодного подсолнечника – масса 1000 семян и масса 1000 ядер. Из сорта Сибирский 12 выделен перспективный образец 1028 с периодом от всходов до массового физиологического созревания 93 суток, с массой 1000 семян 100,3 г, масса 1000 ядер 75,1 г и урожайностью семян 2,82 т/га.

Ключевые слова: крупноплодный подсолнечник, селекция, сорт, скороспелость, Западная Сибирь

The precocity of large-fruited sunflower is an important condition cultivation in the southern forest-steppe of Western Siberia

Yulia Nikolaevna Suvorova

Siberian Experimental Station, a branch of the V.S. Pustovoit All-Russian Research Institute of Oil crops,
Isilkul

Annotation. The article presents the economic characteristics of large-fruited cultivars Baloven and Sibirsky 12 for confectionery purposes of the SOS selection - a branch of VNIIMK in the southern forest-steppe of Western Siberia. Early maturity is a defining feature of sunflower breeding in Western Siberia. The main indicators of the value of large-fruited sunflower are the weight of 1000 seeds and the weight of 1000 kernels. A promising sample 1028 was isolated from the Sibirsky 12 variety with a period from germination to mass physiological ripening of 93 days, with a weight of 1000 seeds of 100.3 g, a weight of 1000 kernels of 75.1 g and a seed yield of 2.82 t/ha.

Keywords: large-fruited sunflower, selection, variety, early ripeness, Western Siberia

«Селекция представляет собой эволюцию, направляемую волей человека» – это емкое и точное определение дал выдающийся селекционер Н.И. Вавилов [1]. Его огромной заслугой является создание в стране мощной сети исследовательских учреждений и крупнейшего генетического фонда культурных растений. Диапазон его творческой деятельности удивляет – путешественник, ботаник и географ, теоретик и практик растениеводства. Он жаждал «...огня научной мысли, мысли зажигающей и увлекающей за собой...» [2].

Селекция подсолнечника (*Helianthus annuus* L.) в Западной Сибири направлена, прежде всего, на создание скороспелых высокопродуктивных генотипов разного хозяйственного назначения, устойчивых к патогенам. Эта культура прошла большой путь из Америки в Россию и Сибирь. Преобразованная в нашей стране она вернулась в Европу и Америку. По утверждению академика В.С. Пустовойта (1963) Советский Союз в научном познании подсолнечника как масличного растения, изучении особенностей его биологии, биохимии, наследования важнейших признаков, разработке приемов агротехники, механизации, методов

селекции и семеноводства среди всех стран мира выполнил наиболее значимую работу. Международное признание подсолнечник приобрел только после выведения советских высокомасличных сортов [3]. В Сибири – подсолнечник интродуцированная культура, насчитывающая более вековую историю возделывания и почти столько селекционного улучшения – создание генотипов адаптированных к суровым условиям. Завозимый в регион подсолнечник с новыми ценными характеристиками благодаря селекции адаптируют к местным условиям.

В настоящее время подсолнечник – одна из ведущих масличных культур мира, а в России главный источник получения растительного масла [4]. В 2021 г. мировая площадь его посевов по данным ФАО превысила 27 млн. га, в Российской Федерации по данным Росстата составила 9,6 млн. га. Из них в Сибирском Федеральном округе 842,5 тыс. га, в том числе в Алтайском крае – 787,1 тыс. га, в Омской области – 34,0 тыс. га, в Новосибирской области – 19,7 тыс. га и др.

Одним из современных перспективных направлений в селекции подсолнечника является создание крупноплодных генотипов кондитерского назначения. Многие государственные научно-исследовательские учреждения и селекционно-семеноводческие фирмы страны уделяют большое внимание этому направлению, востребованному производством. Созданы высокопродуктивные крупноплодные сорта (Белочка, Джинн, СПК, Донской крупноплодный, Хуторок, Крупняк и другие), способные при густоте стояния растений 30 тыс. шт./га показывать массу 1000 семян 120-140-150 г [5]. Основные требования, предъявляемые к такому подсолнечнику – хорошая обрушиваемость (коэффициент 0,6-0,7), крупноплодность (масса 1000 семян не менее 80 г), пониженная масличность семян (не более 50%), выход чистого ядра не менее 65% [6].

Цель исследований – показать, что в южной лесостепи Западной Сибири ведется селекция скороспелого крупноплодного подсолнечника.

Материал и методика. Исследования проводились в 2020-2022 гг. на селекционном поле Сибирской опытной станции – филиала ФГБНУ «Федеральный научный центр «Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур имени В.С. Пустовойта» (СОС – филиала ВНИИМК), в южной лесостепи Западной Сибири (Омская область, г. Исилькуль). Подсолнечник изучался в 5-и польном зернопаровом (селекционном) севообороте. На прежнее место культура возвращалась через 10 лет. Объект исследований – сортообразцы подсолнечника селекции СОС – филиала ВНИИМК.

Почва опытного участка – чернозем обыкновенный, тяжелосуглинистый, средняя мощность гумусового горизонта – 43 см. По своим агрофизическим и агрохимическим свойствам эта почва благоприятна для выращивания подсолнечника. Погодные условия в годы исследований в течение вегетационного периода подсолнечника (май-сентябрь) оказались схожими – жаркими и засушливыми. В 2021 и 2022 гг. в районе исследований отмечены ночные заморозки в III декаду сентября, а в 2022 г. еще и выпадение снега, который лежал несколько дней.

Подсолнечник возделывали по адаптивной технологии, разработанной специалистами СОС – филиала ВНИИМК для южной лесостепи Западной Сибири [7]. Предшественник – черный пар. Дата посева – 16-18 мая. Норма высева – 40 тыс. шт./га. Уборку осуществляли при достижении семян хозяйственной спелости, когда у 90% растений корзинки желто-бурые, бурые и сухие с влажностью семян не более 12-14%. Семена высушены до кондиционной влажности с помощью сушилки платформенной «СП-12». Закладка опытов, фенологические наблюдения, биометрические измерения, учет урожая семян и сбор масла определяли по методике, разработанной во ВНИИМК для конкурсного сортоиспытания [8]. Массу 1000 семян определяли по ГОСТу 12042-80. Для определения природы семян применяли однолитровую пурку, отбирая две пробы одного образца [9]. Масличность и влажность семян определяли методом ядерно-магнитного резонанса на экспресс-анализаторе АМВ-1006 М по ГОСТу Р 8.620-2006 в 4-х кратной повторности. Математическую обработку

экспериментальных данных проводили по методике полевого опыта в изложении Б.А. Доспехова (1973) [10].

Результаты исследований. Селекционным улучшением подсолнечника в СОС – филиале ВНИИМК занимаются с 1961 г. Первый крупноплодный сорт Баловень кондитерского назначения создан из сорта Лакомка селекции ВНИИМК. А из сорта Баловень получен более скороспелый сорт Сибирский 12. Созданы эти сорта методом многократного индивидуального отбора скороспелых биотипов и направленного переопыления лучших семей при свободном цветении. Они включены в Государственный реестр селекционных достижений и допущены к использованию по Западно-Сибирскому (10) региону с 2010 г. и 2015 г. соответственно. В настоящее время эти сорта активно вовлечены в селекцию нового более скороспелого исходного материала. Создание крупноплодных генотипов подсолнечника, адаптированных к Западно-Сибирскому региону – это, прежде всего, целенаправленная селекция на скороспелость для того, чтобы вовремя и без потерь убрать производственные посева, что бы сокращать затраты на досушивание семян и успешно вести первичное семеноводство по улучшающей схеме.

Из сорта Сибирский 12 выделен более скороспелый продуктивный материал, наиболее перспективным из которого является образец 1028. Хозяйственная характеристика сортов Баловень, Сибирский 12 и образца 1028 приведена в таблице 1. В среднем за 2020-2022 гг. в районе исследований у него период от всходов до массового цветения составил 55 суток, от всходов до массового физиологического созревания 93 суток. При этом масса 1000 семян – 100,3 г, масса 1000 ядер 75,1 г, масличность семян 49,4% и урожайность семян 2,82 т/га. Он низкорослый (133 см) с диаметром корзинки 19 см. Получен образец 1028 методом самоопыления сорта Сибирский 12 с последующим отбором более скороспелых продуктивных биотипов. Отмечена низкая завязываемость семян крупноплодного подсолнечника в районе исследований. Для работы использовали образцы с количеством семян 102-470 шт. Образец 2346 выделялся скороспелостью, низкорослостью, высоким абсолютным весом семян и хорошей продуктивностью.

В 2022 г. крупноплодный образец 1028 продемонстрировал в условиях Краснодарского края (в рамках обмена между головным институтом и его филиалами) период всходы-массовое цветение – 50 суток, всходы-массовое физиологическое созревание 89 суток. У образца оказалась масса 1000 семян 94,0 г, урожайность семян 2,46 т/га, масличность 45,2%, натура 373 г/л, высота растения 125 см и диаметр корзинки 14 см.

Таблица 1 – Характеристика крупноплодных сортообразцов подсолнечника кондитерского назначения (2020-2022 гг.)

Сорт, образец	Вегетационный период, сутки		Высота растения, см	Диаметр корзинки, см	Масса 1000 семян, г	Масса 1000 ядер, г	Масличность, %	Урожайность семян, т/га
	всходы – 75 % цветения	всходы-75 % физиолог. созревание						
Баловень *	59	102	158	21	94,6	70,3	48,9	3,19
Сибирский 12	57	96	154	20	89,5	67,0	49,7	2,99
1028	55	93	133	19	100,3	75,1	49,4	2,82
НСР ₀₅	-	-	-	-	-	-	-	0,26

* – данные приведены за 2020-2021 гг.

Проведен в районе исследований сравнительный анализ продолжительности межфазных периодов сорта Сибирский 12 и образца 1028 (рис. 1). В качестве контроля взят сорт Иртыш местной селекции. Он относится к очень ранней группе спелости, масличного назначения,

высокоурожайный, хорошо адаптирован к почвенно-климатическим условиям Западной Сибири и Урала. У образца 1028 в сравнении с сортом Сибирский 12 продолжительность была меньше: от всходов до начала цветения – на 3 суток; от массового цветения до массового физиологического созревания – на 3 суток. И в целом период от всходов до хозяйственной спелости – на 6 суток короче. Сравнивая крупноплодные сорт Сибирский 12 и образец 1028 с сортом Иртыш, разница составила: от всходов до начала цветения – 3 и 0 суток; от начала до массового цветения – 2 суток; от массового цветения до массового физиологического созревания – 4 и 1 сутки; от массового физиологического созревания до хозяйственной спелости – 4 суток соответственно.

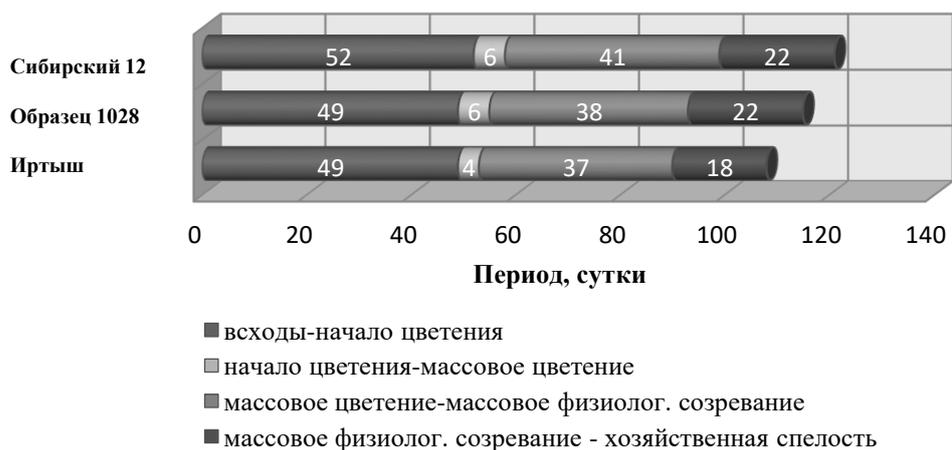


Рисунок 1. Продолжительность межфазных периодов вегетации сортообразцов подсолнечника в среднем за 2020-2022 гг.

Основным показателем ценности крупноплодного подсолнечника является масса 1000 семян. В СОС – филиале ВНИИМК выявлена доля влияния на нее факторов генотип и среда. Лимитирующим фактором оказался генотип (85,44 %) в общей изменчивости при влиянии условий года (8,71 %) и взаимодействии факторов генотип и год (5,60 %).

Селекционная стратегия крупноплодного подсолнечника в СОС – филиале ВНИИМК следующая. Оценку и отбор перспективных образцов проводятся в полевых и лабораторных условиях. В полевых, прежде всего, оценивается их способность сформироваться, созреть и получить семена хорошего качества. То есть продолжительность фаз от всходов до массового цветения должна быть не более 60 суток, от всходов до массового физиологического созревания не более 110 суток и от всходов до хозяйственной спелости не более 130 суток. Отбирают образцы, хорошо выровненные по высоте, срокам цветения и созревания. Это однокорзинчатые растения высотой не более 200 см с оптимальным размером плотной, тонкой (быстро высыхающей), слабовыпуклой или плоской корзинки. Наклон корзинки под углом 45-135°. В Сибири с неблагоприятным осенним периодом при наклоне 225° корзинки в большей степени подвержены заражению гнилями, т.к. медленно высыхают, близко располагаются к почвенной инфекции и слабо проветриваются. Стебель должен быть прямостоячим, не склонным к ветвистости, надламыванию и полеганию. В условиях Сибири важно оптимальное соотношение урожая семян и вегетативной массы, дружность созревания и быстрое высыхание на корню.

Современная селекция невозможна без селекции на устойчивость к болезням и вредителям. В Западной Сибири наибольший экономический вред урожаю подсолнечника наносят корзинчатые формы болезней белой и серой гнилей (*Sclerotinia sclerotiorum* de Baru, *Botrytis cinerea* Pers.). В полевых условиях учитываются развитие и распространение этих опасных заболеваний. Делянки, пораженные на 50% и более, выбраковывают в поле.

В лабораторных условиях образцы подсолнечника с массой 1000 семян менее 80 г выбраковывают. Важно учитывать не только массу 1000 семян, но и массу 1000 ядер, так как невыполненные семянки могут при высокой крупности иметь шуплое ядро и низкую натуру. Предпочтение отдается семянкам удлинненной и овально-удлинненной формы (с такой формой больше помещается в корзинке), черной окраски, возможно с серыми полосками по краям и между краями. Семянки кондитерского назначения должны обладать и высокими вкусовыми характеристиками. При селекции на скороспелость отмечено некоторое уменьшение надземной вегетативной части растения (высота растения, диаметр корзинки). Необходим разумный баланс между скороспелостью и семенной продуктивностью. Селекционный отбор направлен на сохранение масличности семян в диапазоне 44-49 %. На разных этапах селекционного процесса в оценки семенной продуктивности учитываются вес семян с одной корзинки; количество семян в одной корзинки; масличность, урожайность и сбор масла в пересчете на 1 га.

Выводы

Таким образом, в СОС – филиале ВНИИМК идет целенаправленная селекционная работа по созданию скороспелого продуктивного крупноплодного подсолнечника кондитерского назначения для южной лесостепи Западной Сибири. На всех этапах селекционного процесса изучаются перспективные образцы с параметрами крупноплодных сортов. Созданные в филиале крупноплодные сорта Баловень и Сибирский 12 не нашли широкого распространения в производстве из-за продолжительного вегетационного периода, который не всегда в районе исследований позволяет достичь хозяйственной (уборочной) спелости до наступления дождливой погоды осенью и заморозков, производящих эффект десикации. Необходимо больше затраты на досушивание семян. И их первичное семеноводство по улучшающей схеме здесь затруднено. Однако они являются источником нового исходного селекционного материала, адаптированного к сибирским условиям. Из сорта Сибирский 12 выделен и находится в селекционной проработке перспективный образец 1028 с периодом от всходов до 75 % физиологического созревания 93 суток, массой 1000 семян 100,3 г, масса 1000 ядер 75,1 г и урожайностью семян 2,82 т/га.

Список источников

1. Интернет-источник: <https://agroportal-ziz.ru/articles/nasledie-vavilova>. Дата обращения: 5.12.2021 г.
2. Наша история. 100 великих имен. Николай Вавилов. – ООО «Де Агостини». – 2011. – Вып. 69. – 31 с.
3. Пузиков А.Н. Путь подсолнечника из Америки в Сибирь / А.Н. Пузиков, Ю.Н. Суворова // Аналитический научно-производственный журнал «Агротайм». – 2019. – № 5 (67). – С. 28-30.
4. Лукомец В.М. Научное обеспечение производства масличных культур в России / В.М. Лукомец. – Краснодар, ООО «Просвещение-юг», 2006. – 100 с.
5. Каталог 2018 ВНИИМК. – Краснодар, 2018. – С. 12-50.
6. Частная селекция полевых культур / Под ред. В.В. Пыльнева. – М.: Колос, 2005. – 552 с.
7. Рекомендации по возделыванию масличных культур в Омской области / И.А. Лошкормойников и др. – Исилькуль, 2019. – 108 с.
8. Лукомец В.М. Методика проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами / В.М. Лукомец, Н.М. Тишков, В.Ф. Баранов и др. – Краснодар, 2007. – 113 с.
9. Практикум по селекции и семеноводству полевых культур / Под ред. А.П. Горина. Изд. 4-е, перераб. и доп. – М., Колос. – 1976. – С. 70-72.
10. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. – М.: Колос. – 1973. – 336 с.

© Суворова Ю.Н., 2022

**Оценка редких видов пшеницы *Triticum aethiopicum* и *Triticum carthlicum*
в условиях Московского региона**

Диана Дмитриевна Таранова, Валентина Сергеевна Рубец, Михаил Игоревич Попченко
ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева,
г. Москва

Аннотация. В статье приведены результаты изучения 8 образцов пшеницы эфиопской и 12 образцов пшеницы карталинской в коллекционном питомнике первого года в условиях Московского региона в 2021 году.

Ключевые слова: пшеница эфиопская, пшеница карталинская, *Triticum aethiopicum*, *Triticum carthlicum*, коллекционный питомник, урожайность, устойчивость к листовой ржавчине

**Evaluation of rare species of wheat *Triticum aethiopicum* and *Triticum carthlicum*
in the Moscow region**

Diana Dmitrievna Taranova, Valentina Sergeevna Rubets, Mikhail Igorevich Popchenko
Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy,
Moscow

Abstract. The article presents the results of evaluation of 8 samples of *Triticum aethiopicum* and 12 samples of *Triticum carthlicum* in the collection nursery of the first year in the Moscow region in 2021.

Key words: *Triticum aethiopicum*, *Triticum carthlicum*, collection nursery, productivity, resistance to leaf rust

Основным фактором потенциального повышения урожайности и качества продукции является генетическое разнообразие культуры. С каждым годом растет потребность в новых генетических источниках устойчивости к различным патогенам и вредителям. В связи с этим было начато создание и изучение коллекции эндемичных видов рода *Triticum* L. В перспективе предполагается получить из изученных образцов линии, которые являлись бы источниками хозяйственно полезных признаков и свойств. *T. aethiopicum* и *T. carthlicum* потенциально являются наиболее интересными видами пшениц, поскольку массово еще не использовались в селекции, что дает надежду найти среди них доноры хозяйственно ценных признаков и свойств.

Целью работы является оценка коллекции *T. aethiopicum* и *T. carthlicum* в коллекционном питомнике первого года для выделения линий – источников хозяйственно полезных признаков и свойств для условий Центрального района Нечерноземной зоны.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи: 1) провести фенологические наблюдения и проанализировать их; 2) оценить устойчивость изучаемых образцов к полеганию, поражению болезнями (бурая ржавчина, мучнистая роса, пыльная и твердая головня) на естественном инфекционном фоне; 3) провести анализ структуры урожая; 4) проанализировать урожайность изучаемых образцов; 5) определить показатели качества зерна (процент проросших зерен, массу 1000 зерен, натуру, стекловидность, содержание белка и клейковины); 6) выделить сортообразцы пшениц с высокой продуктивностью и комплексом хозяйственно-полезных признаков.

Материалом послужили 20 сортообразцов (8 образцов пшеницы эфиопской и 12 образцов пшеницы карталинской), полученные из Института общей генетики имени Н.И. Вавилова

Таблица 1 – Образцы *T. aethiopicum* и *T. carthlicum*, включенные в изучение в 2021 г.

№ п/п	Вид	Разновидность	Номер по каталогу	Характеристика
1	<i>T. aethiopicum</i>	<i>var. albiviolaceum</i>	28а-7480 (Amhara)	Черные ости, фиолетовое зерно, сильно прорастает
2	<i>T. aethiopicum</i>	<i>var. nigriviolaceum, pseudoschimperi</i>	47а-7610 (Oromia)	Фиолетовое зерно, сильно прорастает
3	<i>T. aethiopicum</i>	<i>var. harraricum</i>	50б-7655 (Oromia)	Красное зерно, сильно прорастает
4	<i>T. aethiopicum</i>	<i>var. purpureum</i>	49а-7634 (Oromia)	Фиолетовое зерно, слабо прорастает
5	<i>T. aethiopicum</i>	<i>var. rufescens</i>	40б-7567 (Amhara)	Колос белый, зерно красное, слабо прорастает
6	<i>T. aethiopicum</i>	<i>var. brownii</i>	58б-7719 (Amhara)	Колос белый, зерно белое, сильно прорастает
7	<i>T. aethiopicum</i>	<i>var. nigrimarginatum</i>	21а-7417 (Amhara)	Зерно фиолетовое, слабо прорастает
8	<i>T. aethiopicum</i>	<i>var. pseudorubescens</i>	42б-7589 (Amhara)	Зерно белое
9	<i>T. carthlicum</i>	<i>var. rubiginosum</i>	к-13382 (Южная Осетия)	Колос красный, неопушенный, зерно красное
10	<i>T. carthlicum</i>	<i>var. rubiginosum</i>	к-13989 (Армения)	Колос красный, неопушенный, зерно красное
11	<i>T. carthlicum</i>	<i>var. fuliginosum</i>	к-13768 (Армения)	Колос черный, опушенный, зерно красное
12	<i>T. carthlicum</i>	<i>var. fuliginosum</i>	к-1694 (Грузия)	Колос черный, опушенный, зерно красное
13	<i>T. carthlicum</i>	<i>var. fuliginosum</i>	к-26828 (Дагестан)	Колос черный, опушенный, зерно красное
14	<i>T. carthlicum</i>	<i>var. osseticum</i>	к-13938	Колос черный, опушенный, зерно белое, килевой зубец короче, чем у других представителей вида
15	<i>T. carthlicum</i>	<i>var. fuliginosum</i>	к-7106 (Грузия)	Колос черный, опушенный, зерно красное
16	<i>T. carthlicum</i>	<i>var. stramineum</i>	к-6429 (Грузия)	Колос белый, неопушенный, зерно красное, устойчива к болезням

№ п/п	Вид	Разновидность	Номер по каталогу	Характеристика
17	<i>T. carthlicum</i>	<i>var. stramineum</i>	к-47794 (Ленинградская обл.)	Колос белый, неопушенный, зерно красное
18	<i>T. carthlicum</i>	<i>var. osseticum</i>	к-27494 (Северная Осетия)	Колос черный, опушенный, зерно белое, килевой зубец короче, чем у других представителей вида
19	<i>T. carthlicum</i>	<i>var. stramineum</i>	к-49456 (Канада)	колос белый, неопушенный, зерно красное
20	<i>T. carthlicum</i>	<i>var. fuliginosum</i>	к-19726	колос черный, опушенный, зерно ярко- красное

Исследования проводили на полях Полевой опытной станции. Селекционные посевы яровой пшеницы в 2021 г. размещали на запольном участке селекционного севооборота. Предшественник – горчица белая. Обработка почвы включала зяблевую вспашку осенью, закрытие влаги весной, внесение удобрений («Азофоска») в дозе 200 кг/га (N₃₀P₃₀K₃₀). Агротехника – принятая для зоны. Посев производили кассетной селекционной сеялкой СКС-6-10. Норма высева 400 шт./м² (4 млн. всхожих семян на га). Семена имели лабораторную всхожесть 95-100%. Учетная площадь делянки составляет 1 м², число рядков на делянке 6. Повторность двукратная, размещение вариантов систематическое. Посев опытов в 2021 г. был произведен 11 мая. В фазу 3-го листа – начала кущения проведена подкормка аммиачной селитрой в дозе 60 кг д.в./га обработка посевов инсектицидом «Децис» от шведской мухи и гербицидом «Секатор» от двудольных сорняков.

Вегетационный период 2021 году характеризовался температурой, близкой к среднемноголетним значениям, и неравномерным выпадением осадков. Сразу после посева погодные условия благоприятствовали появлению всходов. Однако в 3 декаде июня и 1 декаде июля на фоне повышенной температуры и обильных осадков наблюдалось ускоренное выколашивание растений.

По результатам исследования был получен комплекс признаков для каждого сортообразца. Для того, чтобы упростить задачу и выделить среди множества образцов только те, которые максимально будут удовлетворять потребностям селекции, был применен метод индексов (таблица 2) [1].

Анализируя полученные данные, можно сделать следующие предварительные выводы:

1. Среди анализируемых самыми раннеспелыми оказались образцы №№ 2, 3, 5, 6, 9, 10, 11 и 20. Остальные выколосились на 3-10 дней позже.

2. У образцов №№ 16, 19, 20 обнаружена комплексная устойчивость к бурой ржавчине и полеганию.

3. Максимальная урожайность среди образцов *T. aethiopicum* выявлена у образца № 5 (138 г/м²), среди образцов *T. carthlicum* – у образцов № 9 (224,7 г/м²), № 11 (235,8 г/м²) и № 12 (249,6 г/м²).

4. Самый маленький процент проросших семян у *T. aethiopicum* – у образца № 5 (16 %), у *T. carthlicum* – у образцов № 6 и № 7 (0%).

5. Максимальной массой 1000 зерен у *T. aethiopicum* обладают образцы № 1 (40,4 г), № 2 (39,4 г) и № 6 (41,6 г), у *T. carthlicum* – образцы № 3 (32 г), № 5 (33,1 г) и № 10 (31 г).

6. Самый высокий показатель натуре у *T. carthlicum* – у образца № 9 (805 г/л), у *T. aethiopicum* – у образца № 5 (761,3 г/л).

Таблица 2 – Индексная селекционная оценка образцов *T. aethiopicum* и *T. Carthlicum*

№ п/п	Частные селекционные индексы								Комплексный индекс селекционной ценности генотипа
	Название сорта, линии	Процент проросших семян	Масса 1000 зерен	Нагура	Стекловидность	Содержание белка	Содержание клейковины	Урожайность	
1	<i>T. aethiopicum</i> № 11	1,06	1,09	0,99	0,92	1,06	1,09	0,69	0,839
2	<i>T. aethiopicum</i> № 12	1,11	1,07	1	0,68	1,01	0,99	1,03	0,832
3	<i>T. aethiopicum</i> № 13	0,93	0,96	1,01	1,24	1,01	1,01	0,8	0,912
4	<i>T. aethiopicum</i> № 14	0,98	0,96	1,03	0,96	1,04	1,07	1,01	1,046
5	<i>T. aethiopicum</i> № 15	0,8	0,88	1,08	1,14	0,84	0,81	1,42	0,837
6	<i>T. aethiopicum</i> № 16	1,06	1,13	1	1,14	1,03	1,01	0,89	1,264
7	<i>T. aethiopicum</i> № 17	0,98	0,99	0,94	0,72	1,02	1,01	1,2	0,812
8	<i>T. aethiopicum</i> № 18	1,08	0,94	0,96	1,21	0,99	1	0,96	1,121
9	<i>T. carthlicum</i> № 1	0,83	0,85	1	1	0,85	0,8	0,83	0,398
10	<i>T. carthlicum</i> № 2	1,24	1,02	1,03	1	0,84	0,8	1,14	0,998
11	<i>T. carthlicum</i> № 3	2,07	1,11	0,99	0,99	1,09	1,09	0,96	2,569
12	<i>T. carthlicum</i> № 4	2,48	0,99	0,96	1	1,03	1,02	1,11	2,749
13	<i>T. carthlicum</i> № 5	1,24	1,15	0,98	1	1,09	1,11	1,11	1,877
14	<i>T. carthlicum</i> № 6	0	1,01	1	1,02	1,07	1,13	0,68	0
15	<i>T. carthlicum</i> № 7	0	0,98	0,99	0,99	0,99	1,01	1,11	0
16	<i>T. carthlicum</i> № 8	0,41	0,89	1,01	1	1,02	1,04	0,86	0,336
17	<i>T. carthlicum</i> № 9	0,41	1	1,05	1	0,96	0,95	1,21	0,475
18	<i>T. carthlicum</i> № 10	0,41	1,08	0,97	0,99	1,13	1,18	0,38	0,215
19	<i>T. carthlicum</i> № 11	1,65	0,97	1,01	1,02	0,97	0,97	1,27	1,970

№ п/п	Частные селекционные индексы								Комплексный индекс селекционной ценности генотипа
	Название сорта, линии	Процент проросших семян	Масса 1000 зерен	Нагура	Стекловидность	Содержание белка	Содержание клейковины	Урожайность	
20	<i>T. carthlicum</i> № 12	1,24	0,94	1,02	1,02	0,94	0,92	1,34	1,405

7. Максимальными значениями стекловидности у *T. aethiopicum* выделились образцы № 3 (96 %), № 5 (87,8 %), № 6 (88 %) и № 8 (93,8 %), у *T. carthlicum* – образцы № 2 (99,8 %), № 6 (100 %), № 8 (99,8 %), № 9 (99,8 %), № 11 (100 %) и № 12 (100 %).

8. Содержание белка у всех образцов *T. aethiopicum* и *T. carthlicum* находится на очень высоком уровне (19,2-23,1 %).

9. Содержание клейковины у всех образцов *T. aethiopicum* и *T. carthlicum* так же находится на высоком уровне (29,9-46,3 %).

10. Среди образцов *T. carthlicum* наиболее высокие значения комплексного индекса селекционной ценности генотипа показали образцы №№ 11, 12, 13, 19, 20, среди образцов *T. aethiopicum* – №№ 4, 6, 8. Они нуждаются в дальнейшем изучении для вовлечения в селекционный процесс.

Список источников

1. Ворончихин В.В., Пыльнев В.В., Рубец В.С., Ворончихина И.Н. Использование метода индексов при комплексной оценке генетической коллекции озимой тритикале // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2019. №7. С. 92-100.

© Таранова Д.Д., Рубец В.С., Попченко М.И., 2022

Научная статья
УДК 929

Консервативность синтении генов вовлеченных в социальную активность животных Полина Геннадьевна Таргош^{1,2}

¹Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева», Москва

Валерий Иванович Глазко²

²Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт пушного звероводства и кролиководства имени В.А. Афанасьева», Московская область

Аннотация. В статье представлена информация о 2 генах, входящих в синдром Виллиамса-Берена, *nsun5* и *pot121*, которые ассоциированы с изменением проявления социальности у животных. Изучение влияния вхождения их в общие метаболические пути, а также время включения в развитие, предполагает определить их генетическую особенность наследования у таких животных, как рыбы-Данио, собака, человек.

Ключевые слова: консервативность, экспрессия, метаболические пути, социальность

Conservation of Synteny of Genes Involved in Social Activity of Animals

Polina Gennadievna Targosh^{1,2}

¹Russian State Agrarian University MAA named after K.A. Timiryazev, Moscow

Valeriy Ivanovich Glazko²

²Federal State Budget Scientific Institute «Scientific Research Institute of Fur – Bearing Animal Breeding and Rabbit Breeding named after V.A. Afanas`ev», Moskovskaya oblast

Abstract. The article provides information about 2 genes included in the Williams-Beren syndrome, *nsun5* and *pom121*, which are associated with changes in the manifestation of sociality in animals. The study of the influence of their entry into common metabolic pathways, as well as the time of inclusion in development, suggests determining their genetic inheritance in animals such as zebrafish, dogs, and humans.

Key words: conservatism, expression, metabolic pathways, sociality

Поведенческие черты социальности животных часто демонстрируют сложность, полигенный контроль и восприимчивость к воздействию окружающей среды. Известно, что у собак, проявление таких признаков, как повышенная привязанность, агрессия, обучаемость – являются высоко наследственными чертами [1].

Комплекс генов, связанных с Синдромом Виллиамса-Берена (СВБ) у человека, локализуется у псовых на 6-ой хромосоме. Проведенное исследование на биологически более примитивно-устроенном объекте, рыбах Данио-рерио, показало, что комплекс этих генов располагается на 3-х хромосомах, однако было выявлено тесное сцепление у рыб, собаки и человека, между генами *nsun5* и *pom121*, входящих в блок генов СВБ [2]. Эти 2 гена, кодирующие факторы регуляции транскрипции из всего рассматриваемого блока генов, ассоциированного с повышенной социальностью у собак, наследуются генетически сцеплено.

Таким образом, особый интерес представляет изучение генной экспрессии *nsun5* и *pom121* в онтогенезе, для определения точки возникновения экспрессии, а также их вовлеченность в метаболические пути, с целью нахождения общих путей. Работа выполнялась с использованием программы BLAST, где изучалось расположение генов относительно друг друга у 3 объектов, и полученный результат говорит о консервативности наследования этих генов, в частности у таких видов как рыбы, собаки и человек. Ранее отмечалось, что семейство *Nsun* высококонсервативно от архей до эукариот и имеет тесный контакт с метилированием РНК [3]. Для определения вхождения генов в метаболические пути, в которых задействованы гены *nsun5* и *pom121*, мы использовали программу Ensembl [4]. Ген *nsun5* отмечен в участии пролиферации клеток, дифференцировке стволовых клеток, регуляции клеточного цикла. Нами была изучена тканеспецифичность исследуемых генов, а также уровень их экспрессии в течение развития, где в качестве модельного объекта был выбран человек, основываясь на широкой изученности вида. С помощью программы Expression Atlas, выявлено, что *nsun5* требуется для развития, в первую очередь, коры головного мозга, где высоко экспрессируется с 8 недель после зачатия [5]. Именно на 8 неделе происходит развитие головного и спинного мозга. Нами была определена максимальная экспрессия гена в диэнцефалоне, отдел ГМ (головной мозг), содержащий гипоталамус и гипофиз, с 8 недели развития, где она составила 31 TPM (*stands for transcript per million*). Уровень изучался с помощью программы до 16 недель, где на этом периоде экспрессия гена в диэнцефалоне, составила 26 TPM, и максимальное значение экспрессии на этом этапе развития было в коре головного мозга – 29 TPM (рис. - 1,2).

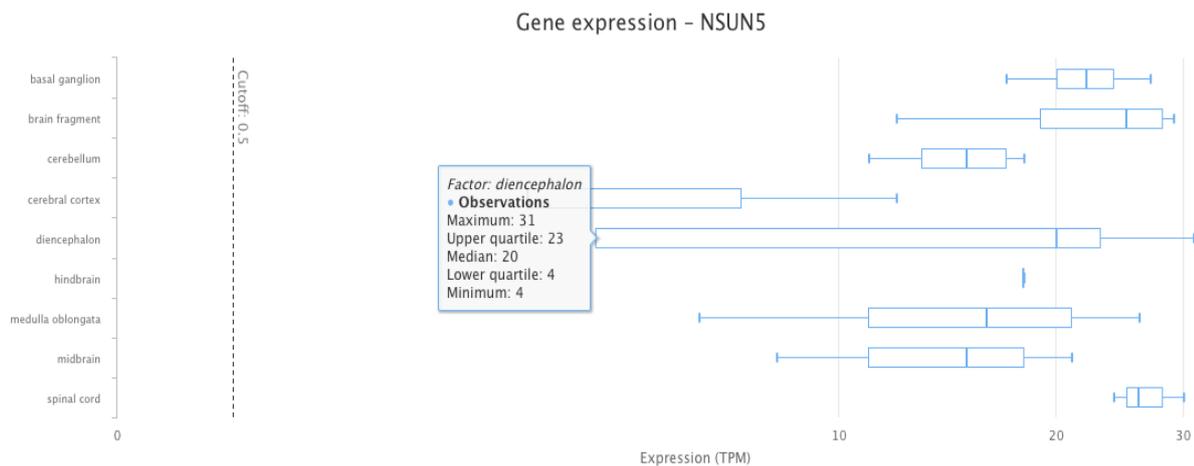


Рисунок 1. Экспрессия гена *nsun5* на 8 неделе после оплодотворения. По оси абсцисс обозначен уровень экспрессии в TPM, по оси ординат – отделы головного мозга и спинной мозг

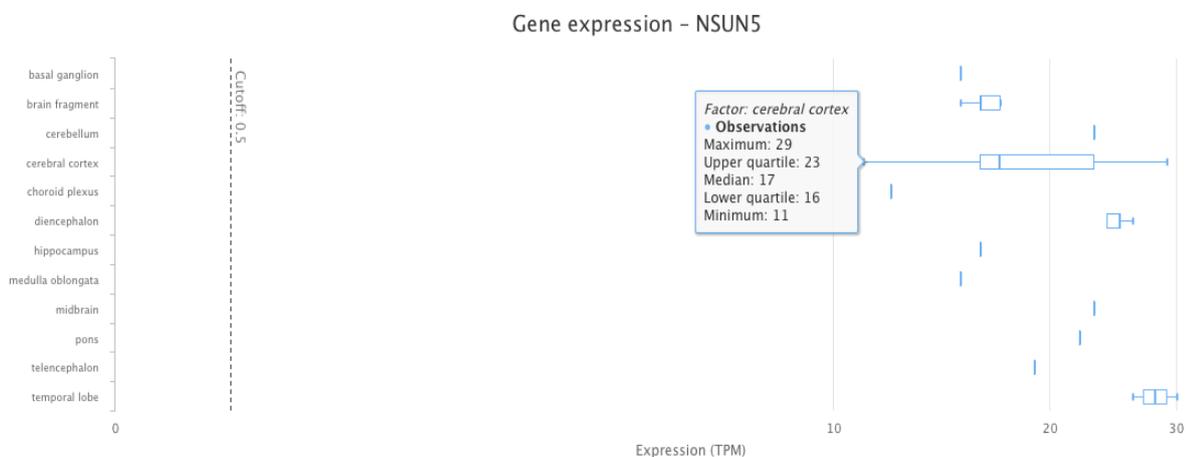


Рисунок 2. Экспрессия гена *nsun5* на 16 неделе после оплодотворения. По оси абсцисс обозначен уровень экспрессии в TPM, по оси ординат – отделы головного мозга и спинной мозг

Pom121 участвует в нуклеоцитоплазматическом транспорте и транспортировке мРНК, клеточном цикле, транскрипции. Включение этого гена в развитие определялось по максимальному значению экспрессии, наблюдаемое на 8 неделе после зачатия, как и у гена *nsun5*. Ген экспрессируется в базальном ганглии, мозжечке, отделе среднего мозга, спинном мозге в средне-равных значениях – 20-22 TPM (рис. 3). На 16 неделе максимальная экспрессия гена *pom121* наблюдается в мозжечке – 17 TPM (рис. 4), коре головного и спинном мозге – 14 TPM.

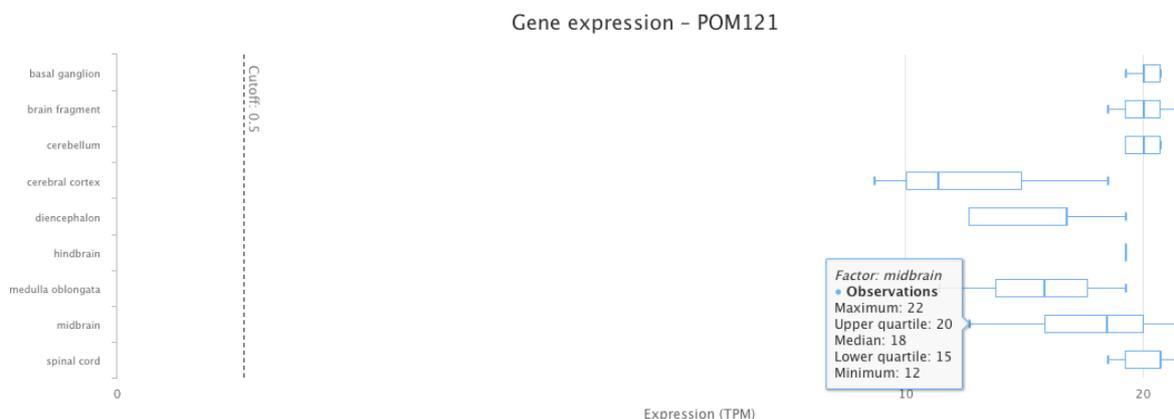


Рисунок 3. Экспрессия гена *rom 121* на 8 неделе после оплодотворения.

**По оси абсцисс обозначен уровень экспрессии в ТМР,
по оси ординат – отделы головного мозга и спинной мозг**

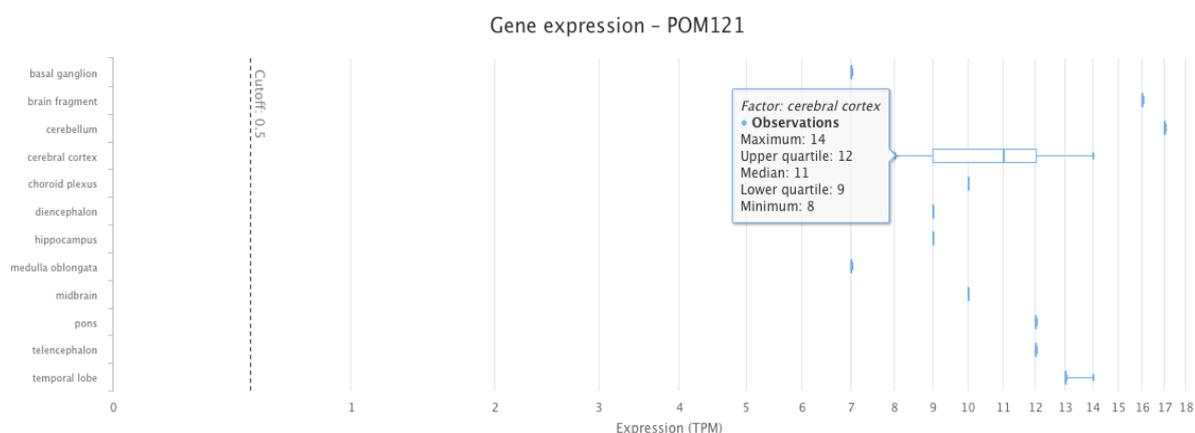


Рисунок 4. Экспрессия гена *rom 121* на 16 неделе после оплодотворения. По оси абсцисс обозначен уровень экспрессии в ТМР, по оси ординат – отделы головного мозга и спинной мозг

Исследования, показывающие нарушения развития нервной системы человека, проецируются и на животных, влияя на проявление их безусловных рефлексов. Эти два гена, *nsun5* и *rom121*, обладающие не только сходными рисунками генной экспрессии с точки зрения времени начала экспрессии и вовлеченностью в общие метаболические пути, но и функциональная реализация этих генов имеет много общего, поэтому может объяснять консервативность синтении генов *nsun5* и *rom121*.

Список источников

1. Shan S., Xu F., Brenig B. Genome-Wide Association Studies Reveal Neurological Genes for Dog Herding, Predation, Temperament, and Trainability Traits//Frontiers in Veterinary Science, 2021, T. 8, C. 693290.
2. Таргош П.Г., Глазко В.И. Ранние Элементы Социального Поведения И Их Генетические Основы//Актуальные Научные Исследования В Современном Мире, 2021, N 10-8 (78).
3. Jiang Z., Li S., Han M.-J., Hu G.-M., Cheng P. High expression of NSUN5 promotes cell proliferation via cell cycle regulation in colorectal cancer//American Journal of Translational Research, 2020, T. 12, N 7, C. 3858-3870.
4. Howe K.L., Achuthan P., Allen J., Allen J., Alvarez-Jarreta J., Flicek P., и др. Ensembl 2021//Nucleic Acids Research, 2021, T. 49, N D1, C. D884-D891.
5. Papatheodorou I., Moreno P., Manning J., Fuentes A.M.-P., George N., Fexova S., Fonseca N.A., Füllgrabe A., Green M., Huang N., Huerta L., Iqbal H., Jianu M., Mohammed S., Zhao L., Jarnuczak A.F., Jupp S., Marioni J., Meyer K., Petryszak R., Prada Medina C.A., Talavera-López C., Teichmann S., Vizcaino J.A., Brazma A. Expression Atlas update: from tissues to single cells//Nucleic Acids Research, 2020, T. 48, Expression Atlas update, N D1, C. D77-D83.

© Таргош П. Г., Глазко В.И., 2022

Морфометрическое исследование пыльцы у тетраплоидных форм кукурузы

Кристина Рубеновна Теккозьян¹, Людмила Петровна Лобанова¹, Алла Юрьевна Колесова²

¹ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского», г. Саратов

²ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Юго-Востока», г. Саратов

Аннотация. Получены данные о размере пыльцы двух тетраплоидных форм кукурузы. Установлено сходство разных тетраплоидов по величине пыльцевых зерен и их незначительная изменчивость по данному признаку.

Ключевые слова: кукуруза, тетраплоиды, размер пыльцы

Morphometric pollen study of tetraploid forms of maize

Kristina Rubenovna Tekkozyan¹, Lyudmila Petrovna Lobanova¹, Alla Yuryevna Kolesova²

¹ Saratov State University, Saratov

² Federal Centre of Agriculture Research of the South-East Region, Saratov

Abstract. The data is received about pollen size of two tetraploid forms of maize. The similarity of different tetraploids by the size of pollen grains and their slight variability on this feature has been established.

Key words: maize, tetraploids, pollen size

Тетраплоиды широко применяются в селекции кукурузы. Наличие более двух аллелей в одном локусе у полиплоидов существенно увеличивает возможности как внутрилукусных, так и межлукусных взаимодействий, что может привести к увеличению гетерогенности и возникновению ряда селекционно-ценных признаков. Однако практическому применению тетраплоидных форм кукурузы, как и большинству других полиплоидов, препятствует их сниженная семенная плодовитость. [1, 2].

Изучение развития и строения пыльцы позволяет выявить цитогенетическую причину мужской стерильности у полиплоидов и является основой для селекционного отбора по цитогенетическим признакам экспериментально созданных тетраплоидных растений [3, 4]. Пыльцевой анализ по характерным морфологическим особенностям пыльцевых зерен: (клеточному строению, размеру, фертильности и др.) позволяет определять репродуктивный потенциал растений и является обязательным при оценке фертильности полиплоидных растений, в том числе кукурузы [4, 5].

Цель данной работы заключалась в сравнении двух тетраплоидных форм кукурузы по признаку «размер пыльцевых зерен».

Материалом исследования послужили зрелые пыльцевые зерна двух тетраплоидных форм кукурузы краснодарской селекции: КрП-1 (Краснодарская популяция 1) и ЧТ (Черная Тетра). Фиксация пыльцевых зерен проводилась с 3-4 тетраплоидных растений в течение двух лет. В качестве контроля использовалась пыльца двух диплоидных линий ГПЛ и Кр-440. Измерение диаметра проводили только на выполненных пыльцевых зернах, дегенерирующие и пустые пыльцевые зерна не учитывались. Выполненные пыльцевые зерна имели округлую форму и хорошо окрашенную цитоплазму (рисунок 1). Такие пыльцевые зерна не имели внешних дефектов и с высокой степенью вероятности могли быть отнесены к фертильным. Измерение диаметра пыльцевых зерен проводилось на временных препаратах окрашенных ацетокармином на микроскопе Аxioskop с помощью программного обеспечения «Аxiovision».

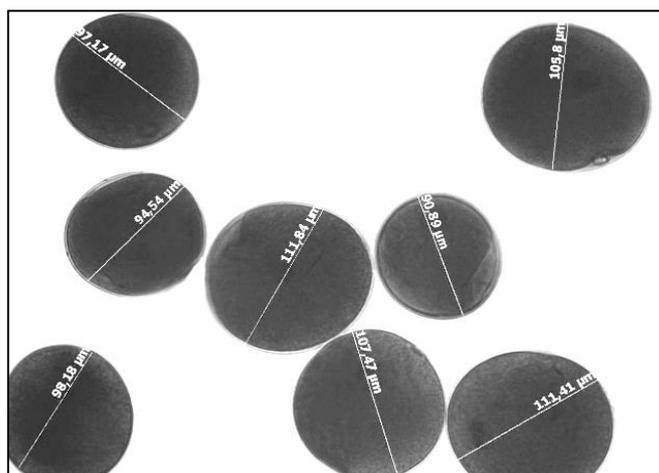


Рисунок 1. Измерение диаметра пыльцы кукурузы в произвольно выбранном поле зрения

Результаты исследований показали, что у всех изученных растений независимо от их пloidности размеры пыльцевых зерен варьировали в определенных пределах (таблица 1). Однако зарегистрированная изменчивость диаметра пыльцы у отдельных растений незначительна, что подтверждается коэффициентами вариации, значения которых не превышают 7-8 %. Эти данные свидетельствуют о значительной выравненности размера пыльцы, как у диплоидных, так и тетраплоидных растений.

Во всех тетраплоидных вариантах пыльца была заметно крупнее и ее средние размеры превышали размеры пыльцы диплоидных вариантов на 10-20 мкм. У тетраплоидов размер пыльцы варьировал значительно в больших пределах, чем у диплоидных растений, что отражено значениями ее минимальных и максимальных размеров. У тетраплоидов зарегистрированы также единичные крупные пыльцевые зерна, диаметр которых достигал 160 мкм. Это указывает на возможность образования у тетраплоидов пыльцевых зерен с большим, чем в норме ($2n=20$) числом хромосом.

Определение достоверности различий между средними арифметическими разных вариантов проводилось с помощью критерия Стьюдента (доверительные интервалы рассчитывались на уровне значимости 0,95). Показано, что зарегистрированные различия между средними размерами пыльцевых зерен тетраплоидных вариантов не достоверны, что свидетельствует о несущественных различиях изученных вариантов КрП-1 и ЧТ по этому признаку. Однако все тетраплоидные варианты достоверно отличаются по размеру пыльцы от диплоидной линии (рисунок 2).

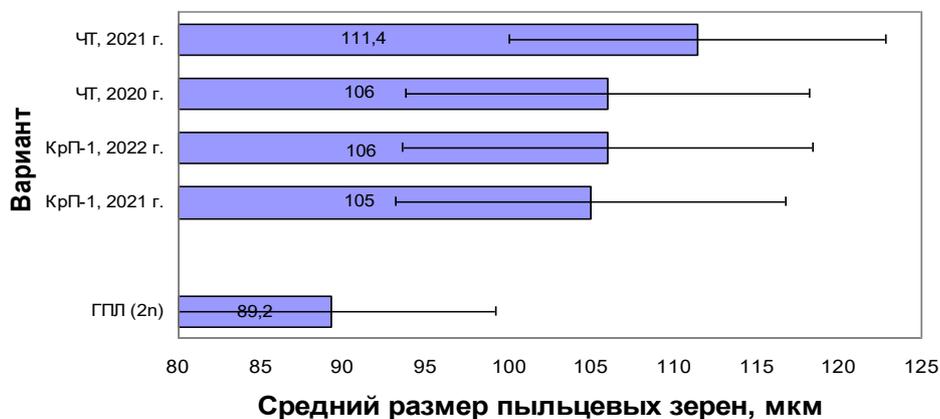


Рисунок 2. Средний размер пыльцевых зерен у тетраплоидных форм и диплоидной линии ГПЛ

Таблица 1 – Результаты морфометрического анализа пыльцевых зерен у диплоидных и тетраплоидных растений кукурузы

Вариант	№ расте-ния	Число проанали-зированных ПЗ	Диаметр ПЗ, мкм			Кoeffи-циент вариации , %
			средний размер – $\bar{x} \pm m$	мини-мальный	макси-мальный	
Диплоиды						
ГПЛ	1-5	500	89,20±0,72	70,47	111,68	5,47
Кр-440	1-5	498	92,9±0,67	68,90	119,17	7,92
Тетраплоиды						
КрП-1, 2021	1	120	105,53±0,57	90,89	126,00	6,87
	2	110	108,54±0,52	93,78	120,02	5,76
	3	112	100,86±0,59	84,67	114,66	7,32
КрП-1, 2022	1	113	102,64±0,51	86,00	117,88	5,26
	2	114	111,11±0,49	92,26	121,24	4,74
	3	103	108,67±0,82	90,66	160,65	7,64
	4	114	101,14±0,56	88,89	124,16	5,90
ЧТ, 2020	1	103	109,56±0,59	93,68	133,08	5,50
	2	115	108,68±0,52	92,18	119,19	5,21
	3	113	101,08±0,63	84,33	120,25	6,62
ЧТ, 2021	1	104	109,53±0,59	92,42	124,03	5,50
	2	104	110,36±0,59	93,22	123,89	5,45
	3	107	105,32±0,56	94,25	120,20	5,42
	4	106	109,24±0,50	97,75	125,35	4,72

Изменение соотношения классов пыльцевых зерен по размеру представлено на рисунке 3. Суммарные вариационные кривые показывают, что тетраплоидные формы практически не различаются доминирующими классами. У всех тетраплоидов большая часть пыльцы располагается в интервале от 95 до 115 мкм. В диплоидных вариантах доминируют пыльцевые зерна меньшего размера (от 80 до 105 мкм).

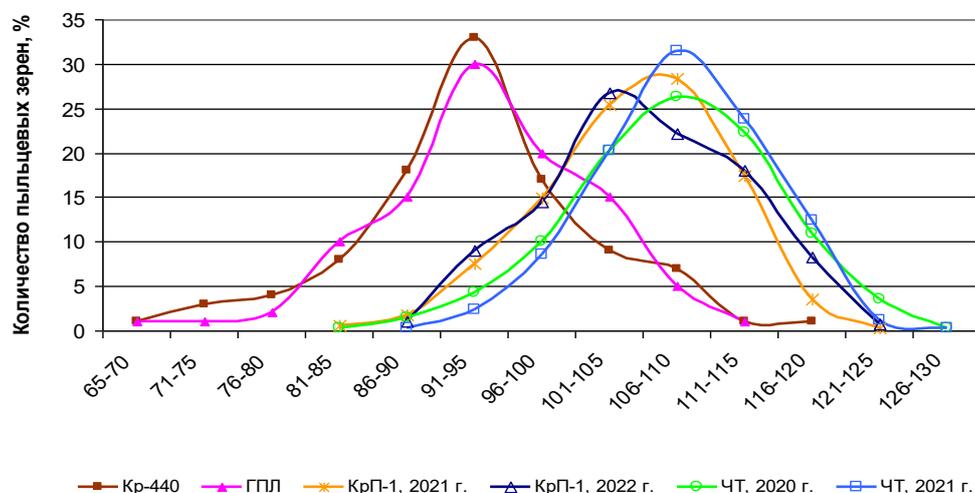


Рисунок 3. Варьирование размера пыльцевых зерен у тетраплоидных и диплоидных форм кукурузы

Многие авторы отмечают, что тетраплоиды имеют значительно более крупную пыльцу, чем диплоидные формы одного и того же вида [1, 2, 6, 7]. Часто особенностью пыльцы у полиплоидов является ее высокая изменчивость по размеру, что, вероятно, является следствием ее генетической неоднородности. Такие пыльцевые зерна легко визуально делятся на три размерных класса: мелкие, средние и крупные. Изученные тетраплоиды КрП-1 и ЧТ интересны тем, что их пыльцевые зерна характеризуются низкой изменчивостью размера. В исследованных выборках растений не зарегистрированы микрозерна, а крупная пыльца единична. Обнаруженная закономерность проявилась у растений, цветение которых проходило в разные годы. Вероятно, это свидетельствует о высокой стабильности признака «диаметр пыльцевых зерен» у исследованных тетраплоидов, которые подвергались многолетнему отбору на повышение фертильности.

Список источников

1. Лаптев, Ю.П. Гетероплоидия в селекции растений / Ю.П. Лаптев. – М.: Изд-во Колос, 1984. – 248 с.
2. Хаджинов, М.И. Полиплоидия у кукурузы / М.И. Хаджинов, В.С. Щербак // Теоретические и практические проблемы полиплоидии. – М.: Наука, 1974. – С. 27-41.
3. Семенов, В.И. Изучение характера конъюгации хромосом и анеуплоидии в связи с плодовитостью автотетраплоидной кукурузы/ В.И.Семенов, В.Е.Семенова, Л.Ф.Капицина // Генетика. – 1969. – Т.V, №10. – С. 67-83.
4. Хатефов, Э. Б. Семенная продуктивность тетраплоидной кукурузы и пути ее повышения в условиях Кабардино-Балкарии: автореф. дис. ... докт. биол. наук / Э. Б. Хатефов. – Санкт-Петербург, 2012. – 45 с.
5. Цаценко, Л.В. Пыльцевой анализ в селекции растений / Л.В. Цаценко, А.С. Синельникова // Научный журнал КубГАУ. – 2012. – №77(03). – С. 88-98.
6. Поддубная-Арнольди, В.А. Цитоэмбриология покрытосеменных растений / В.А. Поддубная-Арнольди. – М.: Наука, 1976. – 507 с.
7. Юдакова, О.И., Особенности эмбриологии апомиктических злаков / О.И. Юдакова, Н.А. Шишкинская. – Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 2008. – С. 7-11.

© Теккозян К.Р., Лобанова Л.П., Колесова А.Ю., 2022

**Экологический подход к оценке генотипического разнообразия сосны
обыкновенной сухо-степной зоны Оренбуржья**

Ася Вячеславовна Филиппова¹, Мария Владимировна Рябухина², Наталья Григорьевна Карпова³

^{1, 3} Оренбургский государственный аграрный университет, г. Оренбург

² Экспертно-криминалистический центр МВД России, г. Москва

Аннотация. Разработка общей стратегии сбора генетической информации по биоресурсам растений в рамках государственной Программы развития генетических технологий 2019-2027г.г. продолжает формироваться. Авторами в статье затрагиваются вопросы организация работ по сбору данных о биоразнообразии сосны и предлагается в первую очередь экологически обосновать необходимость выделения растительных индивидуумов, которые могут стать объектами сбора биологического материала для генетических исследований на примере сосны обыкновенной (*P.sylvestris* L.), произрастающей на территории островных боров Восточно-Европейской равнины и южной окраины Уральской горной страны на территории Оренбургской области.

Ключевые слова: генетическое разнообразие, сосна обыкновенная, дивергенция признаков

**Ecological approach to the assessment of the genotypic diversity of the common pine
of the dry steppe zone of Orenburg region**

Asia Filippova¹, Maria Ryabukhina², Natalia Karpova³

^{1, 3} Orenburg State Agrarian University, Orenburg

² Forensic Center of the Ministry of Internal Affairs of Russia, Moscow

Abstract: The development of a general strategy for collecting genetic information on plant bioresources within the framework of the state Program for the development of genetic technologies 2019-2027 continues to be formed. The author of the article touches upon the organization of work on collecting data on plant biodiversity and suggests, first of all, to ecologically justify the need to isolate plant individuals who can become objects for collecting biological material for genetic research on the example of the common pine (*P.sylvestris* L.), growing on the territory of the island forests of the East European Plain and the southern outskirts of the Urals mountain country on the territory of the Orenburg region.

Keywords: genetic diversity, scots pine, divergence of traits

В рамках государственной Программы развития генетических технологий 2019-2027 г.г. [1] рассматривается вопрос создания Центров коллективного пользования в области генетических исследований, в которых в том числе планируется сосредоточить биоресурсные коллекции для последующей селекционной работы. Сложнейший пласт научных исследований, по структуре организационной работы сопоставимый с организацией экспедиционной работы для материала банков-семеновохранилищ, инициируемых в 1916 году Николаем Ивановичем Вавиловым. Его идея о сохранении генетического разнообразия культурных растений путем создания специальных «банков-семеновохранилищ» опередило время на столетие. Работа по сбору семян диких прародителей культурных растений, несущих генетическое разнообразие в зависимости от мест произрастания определило всю дальнейшую

селекционную работу в рамках экологической селекции. Открытый в 2008 году банк семян предназначен для защиты самой большой коллекции ценных культурных растений со всего мира. О всемирном семеновохранилище на Шпицбергене, своего рода гигантской морозилке, построенной в горном районе Арктики, знает каждый ученый. Это «памятник» великому ученому, мощному организатору, настоящему Человеку Николаю Ивановичу Вавилову.

В продолжение его работы ведутся исследования и создаются коллекции биологического материала генетических ресурсов растений, одна из известнейших это VIR plant genetic resources gene bank Всероссийского института растениеводства им. Н.И.Вавилова. Историю развития идеи хранения биоресурсного потенциала подробно рассмотрела Елена Константиновна Хлесткина в своей статье «Генетические ресурсы России: от коллекций к биоресурсным центрам» [8]

Геномные исследования растений оказались гораздо более сложными чем предполагалось ранее. Размер генома растений и число хромосом гораздо больше чем у животных. Когда речь заходит о размерах генома, то имеют в виду количество ДНК в гаплоидном клеточном ядре. Поскольку ДНК двухцепочная молекула, которая состоит из спаренных азотистых оснований нуклеотидов, то длину молекулы выражают в количестве этих пар (*base pair*). Отсюда пошли такие единицы измерения длины генома, как килобаза (Кб) — тысяча пар оснований, мегабаза (Мб) — миллион пар и гигабаза (Гб) — миллиард пар оснований. Общее содержание ДНК в геноме принято измерять в парах нуклеотидов (п.н.), а поскольку ДНК имеет вес, то можно также выразить и в пикограммах, и в дальтонах. Соотношение между этими величинами: $1 \text{ пкг} = 0,965 \times 10^9 \text{ п.н.} = 6,1 \times 10^{11} \text{ дальтон}$.

Размеры растительных геномов различаются более чем в две с половиной тысячи раз от животных. Для сравнения у человека 2,9 Гб (2,96 пг), а например у растения Японский вороний глаз (*Paris japonica*) 148,8 Гб (152,2 пг) ДНК. У растений есть ещё одна особенность наличие добавочных хромосом - это группа хромосом, различных по структурным и функциональным особенностям. Они встречаются как в половых клетках, так и в соматических. В-хромосомы описаны у 510 видов двудольных растений, 1007 видов однодольных растений [3]. Число В-хромосом изменяется от 1-2 до 12. Безусловно есть вариабельность у размера растительных геномов, например, у видов рода *Trillium* 5 пар хромосом примерно по 10 млрд.п.н. каждая, а у *Arabidopsis* 5 пар хромосом по 20 млн.п.н. на хромосому. Но все равно это значительно выше чем у животных, а соответственно работа по полногеномной расшифровке это сложнейшая задача, требующая больших финансовых затрат и большого числа исследователей. В связи с дороговизной исследований возникает проблема выбора объектов при заборе биологического материала и создания генетических «паспортов» для формирования базы «геномных хранилищ».

Организация работ по сбору данных о биоразнообразии растений и созданию банка данных генетического разнообразия требует разработки подходов, что собирать, как собирать, где собирать генетический материал. Как выбрать локации растений или индивидуума для коллекционирования наиболее широкого спектра генетических модификаций, которые можно будет использовать при получении новых линий растений с повышенной устойчивостью к болезням и вредителям, или к сложным климатическим условиям.

С экологических позиций иерархические уровни организации биологического разнообразия начинаются не с генетического, видового и экосистемного, как принимают генетики, а наоборот, с экосистемного, когда формирование новых признаков, новых реакций на изменение среды обитания закрепляются в генетике индивидуума в зависимости места произрастания. Точно так же как изучают процесс формообразования и видообразования ботаники, или генезис почвообразования - почвоведы, или как астрофизики начинают познание свойств нашей планеты с формирования солнечной системы от гравитационного коллапса небольшой части межзвездного молекулярного облака с образования Солнца и далее свойств планет и спутников. Часто формирование новых признаков и закрепление их в геноме может происходить под влиянием в целом биогеоценоза.

Стратегия развития растения и передача закрепленных признаков в поколении часто связана с ближайшими «соседями». Такие факты взаимовлияния давно известны биологической науке. Например для обеспечения процесса питания насекомое должно иметь адаптированные системы органов с определенным набором ферментов под определенное растение, при этом все структуры фитофага кодируются системой генов. В свою очередь строение растения, химический состав растения-хозяина определяемые наследственностью формируются в зависимости от организмов-опылителей или вредителей. Ряд исследований показывают, что растения распознают тип агрессора и выстраивают защиту, исходя из его слабостей и если это срабатывает, то закрепляет в следующем поколении. Аналогичное соответствие имеется во взаимоотношениях фитофага и его паразитов, а также бактериоценозах почвы. Происходит взаимодействие генов у всех участников цепи передачи вещества и энергии. Таким образом наблюдается адаптация генетических систем обеих сторон. Получается, что чем больше участников задействованы во взаимоотношения, тем больше генетических модификаций возможны. На культурных растениях работать с выбором объектов для изъятия биоматериала легче, в связи с ограничением возможностей контакта с другими организмами в агроэкосистеме при воздействии агротехнологий. В естественных биоценозах данный фактор не устраним. Для обеспечения стабильной, положительной жизнедеятельности организма в окружающей среде его строение, физиологические, биохимические системы должны быть адаптированы к определенным условиям и «соседям». Реализация адаптационных механизмов осуществляется через взаимодействие физиолого-биохимических систем каждого представителя трофической цепи и анатомо-морфологическое - при климатических особенностях [5]. Соответственно создается генетическое разнообразие-полиморфизм, который выражается в большом разнообразии свойств и форм организмов, создает основу для взаимной адаптации всех участников консорции. Схожие адаптационные процессы происходят и в системе бактериоценоза [4]. Это осложняет принятие решения о выборе объекта для занесения в генетические «банки»

Поэтому мы начали методологическую проработку общей концепции сбора биоматериала для биоресурсного генного банка на примере сосны обыкновенной (*P.sylvestris* L.) произрастающей на территории Восточно-Европейской равнины и южной окраины Уральской горной страны на территории Оренбургской области исходя из оценки внутри биома сосновых фитоценозов.

Сосна была выбрана как объект исследования из-за того, что данный вид ценная лесообразующая, долгоживущая и экономически перспективная порода, соответственно вопросы сохранения генофонда данного вида, позволит развивать технологии, предполагающие направленное изменение собственных генов для выбранных селекционерами признаков, например улучшения качества деловой древесины, устойчивости к жаркому сухому климату или увеличению семенной репродуктивности растений. Правильный выбор объекта отбора биологического материала позволит использовать их и в технологии микроклонального размножения.

Сосны в наших широтах составляют большой процент в экосистемах, по наблюдениям имеют широкий спектр модификационной изменчивости, что вероятно говорит о генетическом разнообразии. Дивергенция признаков выражается в морфологических и физиологических изменениях, которые мы отмечаем в своих наблюдениях. Изучение разных биотопов с сосной, оценка их устойчивости к факторам окружающей среды, оценка адаптационных реакций в сравнении с нормой реакции, позволило нам выделить объекты для сбора биологического материала, которые были зафиксированы как генетический материал, на колонках для дальнейшего генетического анализа. Интродукция сосны обыкновенной (*P.sylvestris* L.) носит повсеместный характер и идет не только за счет искусственных посадок, но и самостоятельно, расширяя, таким образом, ареал её обитания, при этом в разных климатических условиях формируется потенциал новых адаптационных реакций. Генотипирование выделенных биообъектов позволило бы сохранить в «банк» наиболее

полезные, генетический потенциал которых дает лучшие условия приспособлений к условиям, в которые попала сосна интродуцированная на новое место.

Анализ публикаций и в частности исследования Гнедаша Д.С. из Института степи Уральского отделения РАН позволяют говорить об островном расположении сосны, но в основном в южной части своего ареала [3]. Исследователь описывает Наурзумский государственный заповедник, который расположен в степной зоне Северного Казахстана, и ссылаясь на исследователя Сеницына Е.М. вводит понятие остепненных массивов сосны, считая их пока полностью неразрешенной загадкой природы из-за их уникальных приспособленческих реакций. По-видимому, именно такие биомы могут представлять генетический резерват, уникальных адаптационных реакций сосны, особенно если они уже закрепились в геноме. Выделение аборигенных старовозрастных сосен для сбора генетического материала, также может послужить важным условием хранения эволюционных резервов генетического потенциала.

Наши исследования были проведены на территории островных боров Восточно-Европейской равнины и южной окраины Уральской горной страны.

По своим географическим особенностям Оренбуржье отличается разнообразием рельефа, а соответственно и почв, и растительностью, что сказалось на условиях произрастания сосны обыкновенной. Оренбургская область представлена ландшафтами лесостепей похожими на среднюю полосу России, степей похожих на Заволжские и Тургайские, лесистых низкогорий Южного Урала, сосново-березового лесостепья Западной Сибири. Оренбургская область расположена, в основном, в пределах двух физико-географических стран - Русской равнины и Уральских гор. Граница между ними проходит по западной окраине хребта Малый Накас, далее идет параллельно долине Большого Ика, пересекает Сакмаро-Уральское междуречье по линии Кондуровка - устье Бурли и тянется на юго-восток, к верховьям реки Бурли. Это главный ландшафтный рубеж края. К западу от него преобладают сначала предгорные холмисто-увалистые, а затем равнинные местности, связанные с геологической основой Русской равнины и ее Предуральского прогиба. такая сложная геоморфологическая составляющая, оставила свой отпечаток на биогеоценозы и типы ценохор растений сосны. В связи со сложностью ландшафтного строения области и соответственно различием условий, сосны имеют особенности в морфометрии, в степени устойчивости к грибковым заболеваниям, в активности роста и качестве подроста, а также семенной продуктивности. Поэтому первоначально у нас возникла необходимость начать генетические исследования и выяснить что является главным при выживании сосны обыкновенной в экстремальных условиях сухостепного климата - генетический потенциал или приспособительные реакции,

Мы выделили устойчивые стабильные биоценозы с перестойными деревьями, в качестве примера выживаемости и устойчивости генотипа к местным условиям. Были собраны образцы хвои с реликтовых сосен возрастной категории от 100 лет и выше. Далее отобрали образцы в разных биотопах и биоклиматических районах Оренбургской области на молодых соснах и подросте. Реакции были проведены на хлоропластную и ядерную ДНК. Принимая во внимание климаксовый период развития реликтовых популяций, близкое расположение культурных насаждений *P.sylvestris*, значимым считаем выявление факта самовосстановления малочисленного реликтового древостоя как носителя закрепленной генетической информации уже в новом поколении. Все отобранные пробы подроста Бугурусланского и Бузулукского районов по молекулярно-генетическим признакам идентичны реликтовым соснам. Но полиморфизм все-таки проявился. Мы получили результат, который позволил выделить пять генотипических групп. Когда результаты нанесли на карту местности, то произошло совпадение с биоклиматическими зонами. Соответственно растения обретают необходимые свойства и закрепляют их. Следовательно, в результате эволюции прослеживается дифференциация популяции сосны на отдельные урочища, которые имеют четкие границы и приурочены к особенностям микроклимата. На сравнительно небольшой территории района исследования выявлено высокое генетическое внутривидовое разнообразие. Вероятно, можно говорить о том, что происходит закрепление признаков позволяющих адаптироваться к

конкретным условиям не только в популяции, но и в биогеоценозе. Исходя из этой научной гипотезы, для посадочного материала или селекционной работы, или микроклонального размножения рукотворных насаждений сосны мы должны использовать генетическую структуру реликтовых деревьев и их биоценологических соседей, как наиболее приспособленных к условиям биоклиматического потенциала.

Если нашей задачей станет сбор биологического материала для направленной селекционной работы по декоративности (например размер хвои, формы кроны) или деловым качествам древесины (прямой ствол, закрученный ствол), то выявленные анатомо-морфологические особенности, в так называемых географических культурах, может не потребовать определения конкретного гена, кодирующего признак. Например, в исследовательских работах Галдиной Т.Е., Хазовой Е.П. представлены данные по анатомии хвои, которая меняется в зависимости от географических условий произрастания. Авторы отмечают, что морфолого-анатомическая структура хвои перестраивается и становится схожа с местными экотипами, по их мнению, происходит структурная адаптация к новым условиям произрастания [6]. Если размер хвои является константным признаком, то при переброске экотипов из естественных мест произрастания в новые условия, они сохраняют индивидуальную приспособленность, обусловленную эволюционной адаптацией. Это значительно уменьшает объемы генетических анализов.

Таким образом, экологические исследования должны стать первым этапом работы для выбора биообъектов по забору биоматериала для генотипирования при создании генетических банков, что будет способствовать логистическому подходу к проведению дорогостоящих генетических исследований.

Список источников

1. *Постановление* от 22 апреля 2019 г. №479 «Об утверждении Федеральной научно-технической программы развития генетических технологий на 2019-2027 гг.»
2. *Бадаев С.Д., Салина Е.А.* Структура генома и хромосомный анализ растений // *Вавиловский журнал генетики и селекции*. Т.17. 2013. №4/2
3. *Бей-Биенко Г.Я.* Общая энтомология. М.: Высшая школа, 1966.
4. *Громов Б.В., Павленко Г.В.* Экология бактерий. Л.:Изд-во ЛГУ, 1989
5. *Гнедаш Д.С.* Особенности сосновых форпостов степной зоны. // *Журнал «Вопросы степеведения»*. 2011. №9
6. *Галдина Т.Е., Хазова Е.П.* Влияние генетических и экологических факторов на анатомо-морфологические показатели хвои. // *«Успехи современного естествознания»*. 2019. №4
7. *Немерешина О.Н., Гусев Н.Ф., Филиппова А.В., Рыженко Ю.В.* О механизмах адаптации и изменчивости анатомической структуры листа *Filipendula ulmaria* степной зоны Оренбуржья. // *Журнал Животноводство и кормопроизводство*. Т.104. 2021 №2. С. 142-154.
8. *Хлесткина Е.К.* Генетические ресурсы России: от коллекций к биоресурсным центрам. // *Труды по прикладной ботанике, генетике, селекции* Т.183. Вып. 1 Спб., 2022.

© Филиппова А.В., Рябухина М.В., Карпова Н.Г., 2022

Интродукция и перспективы использования сильфии пронзеннолистной

Марина Павловна Чупина

Александр Федорович Степанов

Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина,
г. Омск

Аннотация. Представлены итоги интродукции сильфии пронзеннолистной в условиях лесостепи Западной Сибири в качестве многолетней кормовой культуры. Дается научный обзор по перспективным направлениям использования этой культуры в хозяйственной деятельности.

Ключевые слова: сильфия пронзеннолистная, урожайность, кормовая и лекарственная культура, биоэнергетика

Introduction and prospects of use *silphium perfoliatum*

Marina Pavlovna Chupina

Alexsander Fedorovich Stepanov

Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin,
Omsk

Annotation. The article presents the results of the introduction of the cup plant in the conditions of the forest-steppe of Western Siberia as a perennial fodder crop. A scientific review is given on promising areas of use of this culture in economic activity.

Key words: cup plant, productivity, fodder and medicinal crops, bioenergy

В мировой науке величайшим открытием Н. И. Вавилова считается, что он предвидел значимость использования генофонда растительного мира в обогащении сельскохозяйственной науки и производства уникальными образцами культурных растений, которые сыграют большую роль в продовольственной безопасности страны, особенно при глобальных изменениях климата [1]. По мнению Н.И. Вавилова ведущая роль в этой работе принадлежит созданию мировой коллекции растений, в том числе посредством интродукции эндемических растений в генофонд страны.

В своих работах Н.И. Вавилов придавал особое значение проблеме новых культур, более полному использованию дикой мировой флоры, как в пределах нашей страны, так и за ее пределами [2]. Следуя этим идеям Н.И. Вавилова в 60-х годах XX века в СССР была начата всесторонняя научная работа по изучению новой кормовой культуры сильфии пронзеннолистной.

Сильфия пронзеннолистная или *Silphium perfoliatum* L. относится к семейству Asteraceae (Compositae), род *Silphium*, который включает более 30 видов, распространенных в Северной Америке и представленных травянистыми многолетними жизненными формами.

Естественный ареал ее распространения проходит от южной и центральной части Техаса на север вдоль южной границы восточной Канады, где она растет в долинах рек, по берегам озер и понижениям. В XVIII в. сильфия была ввезена в Европу, где ее можно было встретить как декоративное растение в парковых ландшафтах Германии, Австрии и Швейцарии [3].

В настоящее время в России и в мире отмечен большой научный интерес к сильфии. Эта культура всесторонне изучается в Республике Беларусь, Польше, Украине, Австрии, Германии, США, Канаде, Китае, Литве.

Селекционная работа с интродуцированными видами растений определяет успех культуры в сельскохозяйственном производстве. Так, в мире насчитывается около 20 сортов сильфии пронзеннолистной, где значительный вклад в селекционную работу с этой культурой внесли селекционеры Украины (семь сортов). В России в государственный реестр селекционных достижений включен сорт сильфии Алена, который рекомендуется использовать как медоносное и цветочно-декоративное растение. В 2018 г. в Республики Беларусь появился первый сорт сильфии пронзеннолистной кормового назначения – Первый Белорусский [3, 4].

В Российской Федерации и Республике Беларусь сильфия пронзеннолистная изучается и используется как ценное кормовое растение силосного направления обладающие высокой урожайностью зеленой массы, питательностью корма, продуктивным долголетием посевов (более 10 лет), высокой холодо- и зимостойкость, интенсивным ростом с ранней весны до глубокой осени, хорошей устойчивостью к патогенным организмам [3, 5].

Исследования, проведенные нами в течение 10 лет в условиях южной лесостепи Западной Сибири, показали, что в среднем урожайность зеленой массы сильфии за два укоса составила 51,2 т/га, что на 74 % превысило урожай кукурузы. При этом сбор сухого вещества у сильфии был 10,6 т/га, обменной энергии – 103,9 ГДж/га, кормовых единиц – 6,4 т/га, тогда как у кукурузы эти показатели были снижены на 42–48 %. Хорошая силосуемость сильфии объясняется тем, что в ее зеленой массе содержится 23,4 % клетчатки и сахара – 69,8 г/кг, что на 25% превышает их содержание в кукурузе.

В России сухую и зеленую массу сильфии, из-за высокого содержания сахара, предлагается использовать в качестве питательной среды при культивировании пекарских дрожжей. Так, использование вытяжки из сухой и зеленой массы сильфии взамен дрожжевой воды способствовало увеличению концентрации содержания редуцирующих сахаров в питательной среде до 14,5–16,1 г/л, увеличению концентрации клеток дрожжей в среде до 80 млн/мл и накоплению их биомассы до 18–23 г/л [6].

Исследования, проведенные в России и странах ЕС, выявили большой набор биологически активных веществ в различных частях растений сильфии, которые могут оказывать антиоксидантную, антибактериальную, регенерирующую, противоопухолевую активность, что позволяет рекомендовать ее в качестве ценной лекарственной культуры для фармацевтической промышленности. Так, по данным Э.С. Давидянц [7] надземная часть сильфии содержит до 22,05 мг/г олеановой кислоты, фенольные соединения, дубильные вещества, антроценпроизводные, эфирные масла. Микроэлементный состав у сильфии очень широк – это кальций, магний, калий, цинк, железо, селен и др. [8].

Надземная часть сильфии содержит около 5,4 % от воздушно-сухой массы тритерпеновых гликозидов, которые могут оказывать рострегулирующие воздействие на укоренение, рост корневой и надземной части древесно-декоративных и плодовых культур [7].

Наши исследования по изучению влияния экстракта из листьев сильфии на посевные качества семян зерновых и кормовых культур показали, что при предпосевной обработке семян пшеницы и овса водным раствором в концентрации 1г/200 мл и времени экспозиции 24 ч способствовало повышению их энергии прорастания и всхожести на 7–17 %. При этом урожайность зеленой массы этих культур повышалась на 16–35 %, сбор сухого вещества, кормовых единиц и обменной энергии на 19–35 % [3].

Сильфия пронзеннолистная во всем мире и в том числе в России считается одной из экономичных и экологичных культур. Экономические преимущества ее возделывания достигаются за счет исключения ежегодных затрат на предпосевную обработку и посев культуры, а также отсутствия мероприятий по уходу за посевами. Согласно нашим исследованиям в Западной Сибири, рентабельность производства 1 тонны кормовых единиц из зеленой массы сильфии составляет 120 %, тогда как из зеленой массы кукурузы лишь 50 %.

Сильфия за счет хорошего развития корневой системы и способности к проективному покрытию всей посевной площади из-за корневищного типа побегообразования оказывает противозерозионное действие на почву.

Возрастные посевы сильфии к концу их периода хозяйственного использования могут быть использованы в качестве сидерата для обогащения почвы органическим веществом, что позволит запахивать в почву около 7–12 т/га сухого вещества, при разложении которого обеспечится возврат азота до 300, фосфора до 30 и калия до 450 кг/га [9].

В США и странах ЕС видят большой потенциал использования сильфии как энергетической культуры для получения биогаза и твердого биотоплива. Выход метана из зеленой массы сильфии составляет 8589 м³/га, тогда как кукурузы 3127 м³/га. Причем, при сжигании биогаза из сильфии высвобождается минимальное количество вредных веществ [10].

Закключение. Таким образом, сильфия пронзеннолистная может стать дополнительным резервом для получения качественного силоса в Западно-Сибирском регионе при наименьших затратах материально-денежных средств и улучшении почвенного плодородия. Мировой опыт использования сильфии дает предпосылки для расширения исследований с этой культурой в России и, в частности, в Западной Сибири.

Список источников

1. Аманов А. Среднеазиатский центр – древнейший очаг произрастания культурных растений и их диких сородичей / А. Аманов и [др.] // Идеи Н. И. Вавилова в современном мире: тезисы докладов IV Вавиловской международной конференции, Санкт-Петербург, 20–24 ноября 2017 г. – СПб.: ВИР, 2017. – С. 9.
2. Горбатенко Л.Е. Н.И. Вавилов – основоположник теории интродукции растений / Л.Е. Горбатенко // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – СПб.: ВИР, 2007. – Т. 164. – С. 34–49.
3. Степанов А.Ф. Сильфия пронзеннолистная: биология, агротехника, использование: монография / А.Ф. Степанов, М.П. Чупина. – Омск: Изд-во ФГБОУ ВО Омский ГАУ, 2017. – 304 с.
4. Государственный реестр сортов сельскохозяйственных растений : сайт / Государственная инспекция по испытанию и охране сортов растений. – Минск, 2022. – URL: http://sorttest.by/img/gosudarstvennyy_reyestr_2022.pdf (дата обращения 10.11.2022).
5. Емелин В.А. Сильфия пронзеннолистная: хозяйственная ценность, биология и технология возделывания / В.А. Емелин, А.А. Турков – Витебск: ВГАВМ, 2012. – 36 с.
6. Цугкиева В.Б. Использование нетрадиционного растительного сырья в производстве хлебобулочных дрожжей / В.Б. Цугкиева и [др.] // Инновационные научные исследования. – 2021. – № 3–2 (5). – С. 49–55.
7. Давидянц Э.С. Перспективы хозяйственного использования сильфии пронзеннолистной (*Silphium perfoliatum* L.) / Э.С. Давидянц // Новости науки в АПК. – 2019. – №1–2. – С. 58–65.
8. Peni D. *Silphium perfoliatum* – a herbaceous crop with increased interest in recent years for multi-purpose use / D. Peni and [others.] // Agriculture. – 2020. – №10. – P. 640.
9. Чупина М.П. Влияние сильфии пронзеннолистной как предшественника на урожайность зерновых культур / М.П. Чупина, А.Ф. Степанов, В.В. Христич // Вестник КрасГАУ. – 2017. – №2. – С.21–27.
10. Cumplido-Marin L. Two novel energy crops: *Sida hermaphrodita* (L.) Rusby and *Silphium perfoliatum* L. – state of knowledge / L. Cumplido-Marin and [others.] // Agronomy. – 2020. – №10. – P. 928.

© Чупина М.П., Степанов А.Ф., 2022

Оценка замещенных линий яровой мягкой пшеницы, полученных на основе секции *Boeoticum*, по хозяйственно-полезным признакам

Шилова Ксения Олеговна, Рубец Валентина Сергеевна, Лаппо Анастасия Андреевна, Некрасов Андрей Романович

Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева,
г. Москва

Пухальский Виталий Анатольевич

Институт общей генетики им. Н.И. Вавилова РАН,
г. Москва

Аннотация. В статье представлены результаты оценки по хозяйственно-полезным признакам 18 замещенных линий яровой пшеницы, полученных путем отдаленной гибридизации мягкой пшеницы (*Triticum aestivum*) с видами секции *Boeoticum*: *T. timopheevii*, *T. militinae* и *T. kiharae*. Работы выполнены в РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева в 2022 году. Оценка проводилась по следующим показателям – масса зерна с делянки, масса 1000 зерен и натура зерна. В результате работы были выделены наиболее пригодные для дальнейшего использования замещенные линии яровой пшеницы. И установлено, что большинство изученных замещенных линий нуждается в дальнейшей работе над ними.

Ключевые слова: яровая пшеница, замещенные линии, устойчивость к бурой ржавчине, устойчивость к мучнистой росе, масса 1000 зерен, урожайность, натура зерна.

Characteristics of substituted lines spring wheat based on the section *Boeoticum* about economic traits

Shilova Ksenia Olegovna, Rubets Valentina Sergeevna, Lappo Anastasia Andreevna, Nekrasov Andrey Romanovich

Russian Timiryazev State Agrarian University,
Moscow

Pukhalskiy Vitaliy Anatolievich

Vavilov Institute of Genetics,
Moscow

Abstract. The article presents the results of a evaluation of 18 substituted lines spring wheat selected from of distant hybrids of common wheat (*Triticum aestivum*) with species of the *Boeoticum* section: *Triticum timopheevii*, *Triticum militinae* and *Triticum kiharae*. The work was carried out at the RSAU-MSCA named after K.A. Timiryazev in 2022. The following traits were evaluated – crop productivity, thousand grain weight and grain-unit. In results of the work the most suitable substituted lines spring wheat for further use were identified. It was established, majority studied substituted lines needs work on them.

Key words: spring wheat, substituted lines, leaf rust resistance, powdery mildew resistance, thousand grain weight, crop productivity, grain-unit.

Цицин писал о том, что отдаленная гибридизация является источником обогащения геномов (Цицин, 1981).

Но, далеко не все признаки и свойства, передающиеся сорту-реципиенту, способны его улучшить (Гончаров, 2009). В связи с этим, необходимо изучать влияние целенаправленно передаваемых генов на хозяйственно-полезные характеристики сорта (Лобачев, 2018). Информация об отрицательном или, напротив, положительном влиянии тех или иных генов

может различаться в публикациях. Есть данные по одной из работ по изучению линий, полученных от скрещивания *Triticum aestivum* – *Triticum timopheevii*/*Aegilops tauschii*, и согласно, им данные линии превосходили сорт-реципиент Саратовская 29 по продуктивности колоса, количеству белка и клейковины в зерне, а также хлебопекарным качествам (Леонова, 2016).

Также, отдаленная гибридизация часто генспецифична. Это выражается в про- и постгамной несовместимости, стерильности гибридов F₁ (Шишкова, 2006), появлении большого процента нежизнеспособных, стерильных растений в поздних поколениях (F₂, F₃ и так далее) (Войлоков, 2009), ограниченной или отсутствующей рекомбинации генов, а также длительности процесса стабилизации генома у гибридов (Шишкова, 2006). Как правило, формы с меньшим содержанием чужеродного генетического материала обладают более высокими показателями цитологической стабильности и фертильности (Леонова, 2018).

Учитывая данные проблемы при получении отдаленных гибридов, идут различные работы по изучению способов их преодоления (Першина, 2016), а также внедрения в использование образцов, несущих в себе чужеродный генетический материал (Леонова, 2016). Наши исследования посвящены оценке пригодности линий яровой пшеницы с фрагментами чужеродного генетического материала, отобранных односторонне – по фертильности пыльцы и устойчивости к болезням, для практического использования в селекции яровой пшеницы для Нечерноземной зоны.

Целью данной работы являлось оценка замещенных линий яровой пшеницы по хозяйственно-полезным признакам для выделения наиболее пригодных к практическому использованию в селекционном процессе и тех, которые нуждаются в дальнейшем улучшении своих признаков и свойств.

Материалом для работы являются замещенные линии яровой пшеницы, полученные путем отдаленной гибридизации мягкой пшеницы (*Triticum aestivum*) с видами секции *Boeoticum*: *T. timopheevii*, *T. militinae* и *T. kiharae*. Материнские формы в данных скрещиваниях – сорт мягкой яровой пшеницы Родина и озимой мягкой пшеницы Линия 353. Отбор из гибридных популяций был поздним (F₁₀-F₁₁) (Пухальский, 2003). Более подробное происхождение замещенных линий яровой пшеницы дано в таблице 1. В качестве стандарта использовался сорт яровой мягкой пшеницы Злата, созданный в ФИЦ «Немчиновка».

Таблица 1 – Происхождение замещенных линий яровой пшеницы

Гибридная комбинация	Номера линий
♀ Родина x ♂ <i>Triticum kiharae</i>	1, 2
B1 (♀ Родина x ♂ <i>Triticum kiharae</i>) x Родина	3, 4, 5, 6, 7, 8
♀ Линия 353 x ♂ <i>Triticum timopheevii</i>	9, 10, 11
♀ Линия 353 x ♂ <i>Triticum militinae</i>	12, 13
♀ Линия 353 x ♂ <i>Triticum kiharae</i>	14, 15
B1 (♀ Линия 353 x ♂ <i>Triticum kiharae</i>) x Родина	16, 18, 19
Злата (стандарт)	17

Опыт был заложен на Полевой опытной станции, лабораторный анализ был проведен на кафедре генетики, селекции и семеноводства РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева. Площадь делянки 1 м², повторность двукратная, агротехника общепринятая для зоны.

Вегетационный период 2022 г. был благоприятен для развития растений яровой пшеницы. Погода была умеренно теплой, с достаточным количеством осадков. Данные факторы привели к хорошему кущению, развитию вегетативной сферы растений и формированию высокой урожайности. Наблюдавшийся в период фаз молочной спелости – полной спелости недостаток влаги способствовал формированию стекловидного эндосперма. Особенностью 2022 г. явилось практически полное отсутствие инфекционного фона по мучнистой росе и бурой листовой ржавчине.

В ходе лабораторных анализов были получены данные урожайности замещенных линий, а также некоторые показатели качества зерна. Статистическая обработка полученных данных проводилась методом однофакторного дисперсионного анализа с помощью программы «DIANA».

Уровни показателей урожайности и качества зерна изучаемых замещенных линий яровой пшеницы представлены на рисунках 1 - 3. Сорт-стандарт Злата выделен серым цветом, зеленым – образцы на уровне стандарта, красным – ниже стандарта, синим – выше уровня стандарта.

Видно, что большинство замещенных линий были низкоурожайными – достоверно ниже стандарта. Только образцы № 9, № 13 и № 18 были на уровне стандарта (рис.1). Такие результаты показывают необходимость дальнейшей селекционной работы с линиями.

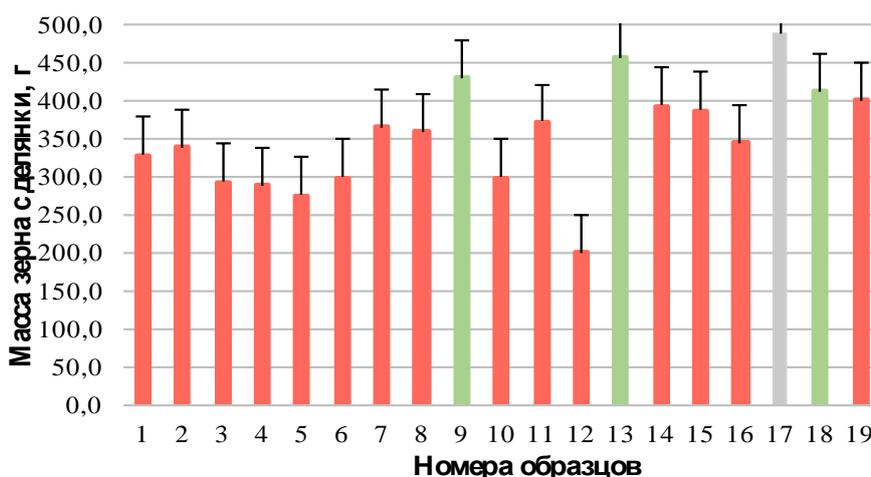


Рисунок 1. Масса зерна с делянки замещенных линий яровой пшеницы, г

У большинства образцов зерно мелкое (№ 1 и №№ 3 – 12), за исключением линии № 14, у которой выявлено очень высокое значение массы 1000 зерен, достоверно выше стандарта (рис. 2). При этом, у большинства образцов натура зерна оказалась очень высокой – выше 740 г/л. Но отдельные образцы (№1, №12 и №14-16) по данному показателю ниже уровня стандарта (рис. 3).

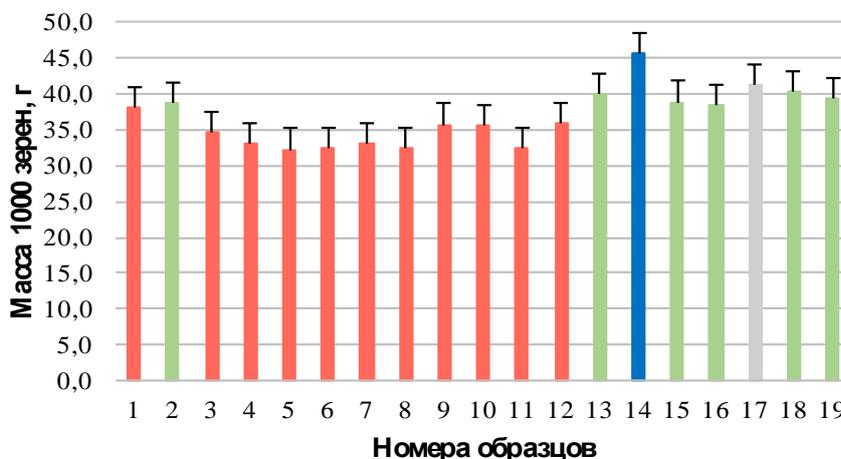


Рисунок 2. Масса 1000 зерен замещенных линий яровой пшеницы, г

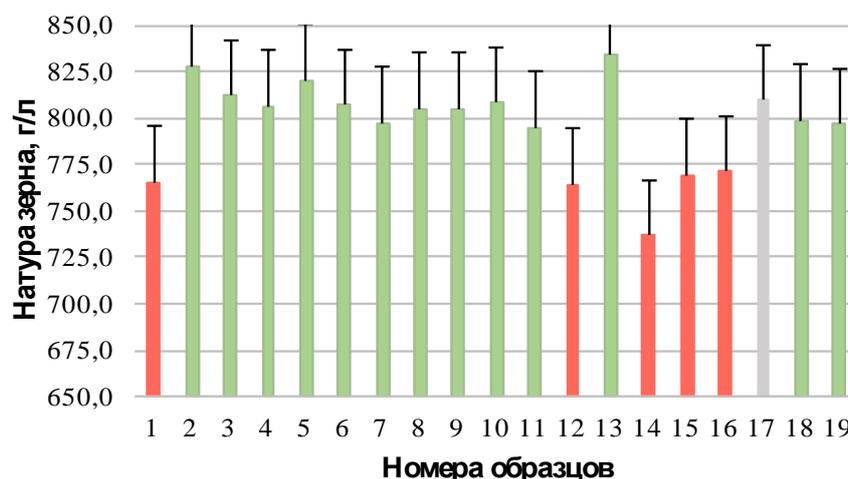


Рисунок 3. Натура зерна замещенных линий яровой пшеницы, г/л

Среди образцов, изученных в 2022 году, стоит выделить образец № 13, характеризующийся высокой урожайностью, крупным зерном (на уровне стандарта) и высокой натурой зерна. Это говорит о том, что данный образец характеризуется хозяйственно-полезными признаками, и он нуждается в дальнейшем изучении в качестве потенциального источника данных признаков.

Также хорошие показатели хозяйственно-ценных признаков, на уровне со стандартом, у образца № 18. У образца № 9 крупность зерна ниже уровня стандарта, остальные показатели - урожайность и натура зерна, на его уровне.

Большинство же изученных образцов нуждается в улучшении показателей признаков, что и проводится в настоящее время.

Список источников

1. Войлоков, А. В. Генетика постзиготической репродуктивной изоляции у растений / А. В. Войлоков, Н. Д. Тихенко // Генетика. – 2009. – Т. 45. – № 6. – С. 729-744.
2. Гончаров, Н.П. Методические основы селекции растений / Н.П. Гончаров, П.Л. Гончаров; отв. ред. В.К. Шумный. – Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2009. – 427 с.
3. Леонова, И.Н. Влияние чужеродного генетического материала на проявление хозяйственно важных признаков мягкой пшеницы (*T. aestivum* L.) / И.Н. Леонова // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2018. - №37 – С.321-328.
4. Леонова, И.Н. Изучение признаков продуктивности у интогрессивных линий *Triticum aestivum/Triticum timopheevii*, устойчивых к грибным болезням / И.Н. Леонова, Е.Б. Будашкина // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2016. - №3. – С. 311-319.
5. Лобачев, Ю. В. Использование генов устойчивости к листовой ржавчине в селекции пшеницы / Ю. В. Лобачев, С. Н. Сибикеев, Е. М. Панькова // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2014. – № 3-2. – С. 61-62.
6. Першина, Л.А. Межвидовая несовместимость при отдаленной гибридизации растений и возможности ее преодоления / Л.А. Першина, Н.В. Трубочеева // Вавиловский журнал генетики и селекции. - 2016. - № 4. – С. 416-425.
7. Пухальский, В.А. Использование молекулярно-генетических подходов при изучении устойчивости растений к фитопатогенам (материалы научного семинара) / В.А. Пухальский // Типы устойчивости растений к болезням, СПб. - 2003. - С. 10-16.
8. Цицин, Н. В. Теория и практика отдаленной гибридизации / Н.В. Цицин. – М.: Наука, 1981. – 160 с.
9. Шишкова, А. М. Проблемы отдаленной гибридизации злаковых культур / А.М. Шишкова // Инновационные технологии в селекции и семеноводстве сельскохозяйственных

культур, международная научно-практическая конференция : материалы / Всероссийский научно-исследовательский институт селекции и семеноводства овощных культур. – Москва, 2006. – Т.2. – с. 367–373.

© Шилова К.О., Рубец В.С., Лаппо А.А., Некрасов А.Р., Пухальский В.А., 2022

Научная статья
УДК 631.527.85

Селекционная оценка сортов озимой мягкой пшеницы

Оксана Николаевна Шкодина, Оксана Викторовна Ткаченко, Валерий Иванович Жужукин, Жанслу Навиуллаевна Мухатова

Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов

Аннотация. В статье представлена селекционная оценка образцов озимой мягкой пшеницы селекции ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской» и ФГБОУ ВО Вавиловский университет в условиях Левобережья Саратовской области. На основании полученных данных выявлены лучшие сорта по комплексу хозяйственно-ценных признаков.

Ключевые слова: озимая мягкая пшеница, сорта, комплекс хозяйственно-ценных признаков

Breeding evaluation of varieties of winter soft wheat

Oksana Nikolaevna Shkodina, Oksana Viktorovna Tkachenko, Valery Ivanovich Zhuzhukin, Zhanslu Naviullayevna Mukhatova

Saratov State University of Genetics, Biotechnology and engineering named after N.I. Vavilov, Saratov

Abstract. The article presents a selection evaluation of samples of winter soft wheat bred by FGBNU "Agrarian Research Center "Donskoy" and FGBOU VO Vavilov University in the conditions of the Left Bank of Saratov region. Based on the data obtained, the best varieties in terms of according to the complex of economically valuable features.

Key words: winter bread wheat, cultivars, complex of economically valuable features

Пшеница – одна из основных культур, обеспечивающих продовольственную безопасность страны и ее экспортный потенциал. Повышение ее урожайности является одной из главных хозяйственно-экономических задач во всех регионах возделывания, в том числе и в Саратовской области [1,2]. Современному сельскохозяйственному производству нужны сорта не только с высоким потенциалом урожайности, но и хорошо приспособленные к местным условиям, устойчивые к болезням и вредителям, способные переносить экстремальные условия выращивания [3].

Целью данного исследования являлась селекционная оценка и выявление наиболее высокоурожайных образцов озимой мягкой пшеницы с высокими хозяйственно-ценными признаками для условий Саратовской области.

Исследования проводились в 2021-2022 годах на полях ОВП «Покровское» и в УНИЛ «Селекция и экспериментальное семеноводство» ФГБОУ ВО Вавиловский университет.

В качестве объекта исследования использовали 19 сортов озимой мягкой пшеницы селекции ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской» и ФГБОУ ВО Вавиловский университет. Сорта Капитан, Танаис, Лидия, Ермак, Донкой сюрприз, Капризуля, Краса Дона,

Этюд, Юбилей Дона, Зерноградка 11, Донская степь, Лилит, Вольный Дон, а также АгроСП 23/2018, включены в Госреестр по Нижневолжскому региону. Сорты оценивали в мелкоделяночном опыте коллекционного питомника по комплексу селекционных признаков. Результаты исследований подвергли статистической обработке методом однофакторного дисперсионного анализа [4].

Морфологические показатели сортов озимой мягкой пшеницы приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Морфологические показатели сортов озимой мягкой пшеницы

№	Варианты	Количество побегов на растении всего, шт.	Количество продуктивных побегов, шт.	Длина колоса, см	Количество колосков в колосе, шт.
1.	АгроСП 23/2018	3,10hij	2,95j	6,23abc	13,02de
2.	Капитан	2,35de	2,10cd	6,93cdefgh	14,05defgh
3.	Танаис	2,70efghi	2,70hij	5,72a	14,20efgh
4.	Лидия	1,75bc	1,75bc	9,38m	14,10defgh
5.	Ермак	2,88fghi	2,80hij	7,42fghi	14,45fgh
6.	Донской сюрприз	3,12ij	2,78hij	6,10a	11,55a
7.	Изюминка	2,65efghi	2,53defghij	7,00defgh	14,97ghij
8.	Шеф	2,47defg	2,43defghi	7,50hi	13,75defg
9.	Капризуля	2,70efghi	2,60defghij	7,43ghi	13,47def
10.	Краса Дона	3,38j	2,90ij	5,95a	14,18efgh
11.	Аксинья	2,16cd	2,14cde	6,30abcd	12,90bcd
12.	Полина	2,65efghi	2,62efghij	8,05ijk	13,15de
13.	Этюд	2,38de	2,15cde	6,30abcd	11,70a
14.	Юбилей Дона	2,77efghi	2,67fghij	6,90bcdefgh	15,28hij
15.	Зерноградка 11	2,73efghi	2,15cde	5,68a	14,10defgh
16.	Донская степь	2,93ghi	2,70ghij	7,28efgh	12,95cde
17.	Вольница	1,12a	1,12a	8,65kl	15,72ij
18.	Лилит	2,55defg	2,33defgh	8,23jkl	11,70a
19.	Вольный Дон	1,00a	1,00a	8,88lm	15,95j
	F _{факт.}	18,246*	12,656*	23,225*	11,453*
	НСР _{0,005}	0,411	0,437	0,643	1,067

Количество побегов на растениях достоверно варьировало по сортам от 1,00 до 3,38 шт. Сорты Краса Дона, Донской сюрприз и АгроСП 23/2018 имели наивысшую кустистость, их показатели общей кустистости составили соответственно 3,38, 3,12 и 3,10 шт. Меньше всего кустились растения сортов Вольный дон и Вольница, средний показатель составил 1,00 шт. (табл.1).

По количеству продуктивных побегов сорта достоверно отличались друг от друга. Сорты Вольный Дон и Вольница достоверно уступили остальным сортам, их показатель продуктивной кустистости составили соответственно 1,00, 1,12 и 2,95 шт. (табл.1).

Наибольшая длина колоса обнаружена у сортов Лидия (9,38 см) и Вольный Дон (8,88 см). Наименьший размер колоса наблюдался у пяти сортов, в том числе у сорта АгроСП 23/2018 (6,23 см) (табл.1).

Наибольшее количество колосков в колосе было у сортов Вольный Дон, Вольница, Юбилей Дона и Изюминка, их показатели составили соответственно 15,95, 15,72, 15,28 и 14,97 шт. Меньше всего колосков в колосе формировалось у сортов Донской сюрприз, Этюд, Лилит, их показатели составили соответственно 11,55, 11,70 и 11,70 шт. (табл.1)

Урожайность и элементы ее структуры у сортов озимой мягкой пшеницы приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Урожайность семян и элементы ее структуры сортов озимой мягкой пшеницы

№	Варианты	Урожайность, т/га	Количество зерен в колосе, шт.	Масса зерна с колоса, г	Масса зерна с растения, г	Масса 1000 зерен, г
1.	АгроСП 23/2018	10,29fghi	24,45ab	1,15abcde	3,43fghi	44,86mno
2.	Капитан	7,02bcd	28,80abcde	1,11abcde	2,34bcd	37,86de
3.	Танаис	11,46hij	31,05cdefg	1,43fghij	3,82hij	46,08o
4.	Лидия	8,40bcdef	36,10hij	1,61jk	2,80bcdef	38,30e
5.	Ермак	12,73j	36,28ij	1,52hijk	4,24j	39,90fghi
6.	Донской сюрприз	7,80bcdef	23,80a	0,94a	2,60bcdef	39,93gh i
7.	Изюминка	9,89efgh	33,27efghij	1,30cdefghi	3,30efgh	40,87i
8.	Шеф	9,45defgh	28,10abcd	1,30defghi	3,15defgh	43,30jkl
9.	Капризуля	7,65bcde	28,75abcde	0,98a	2,55bcde	34,34a
10.	Краса Дона	8,29bcdef	28,24abcd	0,95a	2,76bcdef	33,73a
11.	Аксинья	8,26bcdef	27,80abcd	1,28bcdefghi	2,76bcdef	45,55no
12.	Полина	8,41bcdef	29,12bcdef	1,07abcde	2,80bcdef	37,60de
13.	Этюд	6,52b	25,08ab	1,01a	2,17b	40,14hi
14.	Юбилей Дона	12,37ij	36,45j	1,55ijk	4,12ij	43,32kl
15.	Зерноградка 11	11,22ghij	32,78defghij	1,45ghij	3,74ghij	43,40l
16.	Донская степь	9,44cdefgh	31,80defghij	1,16abcde	3,14cdefgh	36,99cde
17.	Вольница	5,90ab	33,85fghij	1,74k	1,97ab	49,39p
18.	Лилит	6,68b	27,75abcd	0,95a	2,22b	33,64a
19.	Вольный Дон	3,94a	34,45ghij	1,31efghi	1,31a	36,59bcd
	F _{факт.}	8,910*	6,832*	8,593*	8,910*	111,421*
	НСР _{0,005}	2,157	4,314	0,239	0,719	1,207

В условиях мелкоделяночного опыта по урожайности лидировали сорта Ермак (12,73 т/га), Юбилей Дона (12,37 т/га), Танаис (11,46 т/га), Зерноградка 11 (11,22 т/га), а также АгроСП 23/2018 (10,29 т/га). Наименьшая урожайность была у сорта Вольный Дон и составила 3,94 т/га. Остальные изучаемые образцы варьировали от 5,90 до 9,89 т/га (табл. 2).

Количество зерен в колосе было достоверно выше у сортов Юбилей Дона, Ермак и Лидия, и составило соответственно 36,45, 36,28 и 36,10 шт. Достоверно ниже значения отмечались у сортов Донской сюрприз, АгроСП 23/2018, Этюд и составляло 23,80, 24,45 и 25,08 шт. на колос (табл.2).

Наибольшая масса зерна с колоса наблюдалась у сортов Вольница (1,74 г) и Лидия (1,61 г). Наименьшая масса зерна с колоса обнаружена у сортов Донской сюрприз, Капризуля, Краса Дона, Лилит и Этюд, их показатели составили соответственно 0,94, 0,98, 0,95, 0,95, и 1,01 г. (табл. 2).

По массе зерна с растения сорта Лилит и Эюд, Лидия, Полина, Краса Дона, Аксиныя и Донской сюрприз не значительно отличались друг от друга. Достоверно превосходили изучаемые образцы сорта Ермак (4,24 г) и Юбилей Дона (4,12 г). Достоверно уступал изучаемым образцам сорт Вольный Дон, масса зерна с растения у него составила 1,31 г (табл.2).

По массе 1000 семян значительно превосходили все изучаемые образцы сорт Вольница (49,39 г). Высокая масса 1000 семян отмечена у сортов АгроСП 23/2018, Капитан и Аксиныя (соответственно 44,86, 46,08, 45,55 г). Значимо уступили изучаемым образцам сорта Лилит, Краса Дона и Капризуля, их показатели составили соответственно 33,64, 33,73 и 34,34 г. (табл.2).

По итогам комплексной селекционной оценки выявлены наиболее ценные сорта озимой мягкой пшеницы для условий Саратовского Левобережья: Ермак, Краса Дона, а также сорт местной селекции Агро СП 23/2018. Данные сорта характеризуются высокой продуктивностью и высокой урожайностью.

Список источников

1. Гольдварг, Б.А. Стабилизация производства зерна озимой пшеницы / Б.А. Гольдварг // Зерновые культуры. – 2000. – №4. – С.34-35.
2. Грициенко, В.Г. Продуктивность сортов озимой пшеницы местной селекции. / В.Г. Грициенко // Современный научный вестник Серия: Биологические науки. Сельское хозяйство. Ветеринария. – 2014. – № 1(1970). – С. 43-47.
3. Ефремова В. В. Адаптивность сортов озимой мягкой пшеницы в различных условиях выращивания / В. В. Ефремова, Ю. Т. Аистова // Сборник научных трудов в честь 90-летия КНИИСХ им. П. П. Лукьяненко. – 2004. – Т.2. – С. 87-94.
4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

© Шкодина О.Н., Ткаченко О.В., Жужукин В.И., Мухатова Ж.Н., 2022

Научная статья

УДК 631.527:633.112:631.559.2

Оценка коллекции полбы в условиях Центрального района Нечерноземной зоны России (*Triticum dicoccum*)

Данила Андреевич Щелканов

Анастасия Сергеевна Клепикова

Российский государственный аграрный университет - Московская сельскохозяйственная академия имени К.А. Тимирязева,
г. Москва

Аннотация. В статье представлены результаты исследования по оценке 25 наиболее устойчивых к полеганию сортообразцов полбы различного происхождения. Сравнение сортообразцов проводилось по таким признакам, как высота главного стебля, продуктивная кустистость, масса зерна с растения, масса 1000 зерен. На основе сравнительного анализа выделены наиболее ценные образцы для селекционной работы в условиях ЦРНЗ. Так, для селекции на урожайность наибольшую ценность представляют образцы №4, №27, №34, №56.

Ключевые слова: полба, коллекция, пленчатые виды пшеницы, *Triticum dicoccum*, устойчивость к полеганию

**Evaluation of the *Triticum turgidum* speices collection in the conditions of the Central region
of the Non-chernozem zone of Russia
(*Triticum dicoccum*)**

Danila Andreevich Shchelkanov

Anastasia Sergeevna Klepikova

Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy,
Moscow

Abstract. This article presents the results of a study of *Triticum turgidum* L. species. Material is 21 samples of *Triticum dicoccum* with resistant to lodging (4-5 point, except №30, №33), 3 samples of *Triticum ispahanicum*, 1 sample of *Triticum turanicum*. The comparison of samples was carried out according their heights, productive bushiness, grain weight per plant, mass of 1000 seeds. Based on the comparative analysis of Collection, the most valuable samples were distinguished as source material for selection in the conditions of Central region of the Non-chernozem zone of Russia. So, for selecting to increase the yields, the greatest value is represented in the samples №4, №27, №34, №56.

Key words: emmer, collection, wheat, *Triticum dicoccum*, resistant to lodging

Введение

Полба - группа пленчатых видов пшеницы с геномом A^uA^uBB, полный набор хромосом 2n = 28. Полба обыкновенная (двузернянка, *Triticum dicoccum*) широко возделывалась на Руси с X до XIX вв.

В глютене двузернянки отсутствуют некоторые глиадины, присутствующие в клейковине современной пшеницы, что делает эти злаки приемлемыми для людей, страдающих от аллергии - непереносимости широко распространенных видов пшеницы [5].

К положительным качествам полбы относится не требовательность к условиям возделывания, широкая экологическая пластичность, засухоустойчивость, холодоустойчивость и другие ценные признаки [6]. Большим достоинством зерна полбы является содержание в ней достаточно большого количества белка – в пределах 16-23 % [3].

На момент написания статьи в Государственном реестре селекционных достижений, допущенных к использованию, зарегистрировано семь сортов полбы: Руно, Гремме, Янтара, Гремме 2 У, Псковитянка, Здрава, Балда. Последние пять сортов включены в реестр в период 2019-2022 гг., что подтверждает интерес селекционеров к этой культуре.

Целью исследования является сравнительное изучение образцов полбы по хозяйственно-ценным признакам в условиях ЦРНЗ.

Задачи исследований:

- Провести полевую и лабораторную оценку сортообразцов полбы.
- Сравнить сортообразцы по хозяйственно-полезным признакам.
- Выделить лучшие сортообразцы для использования в качестве исходного материала для селекции.

Материалы и методы

Материал для оценки был представлен 3 образцами *Triticum ispahanicum* (№1, №2 - var. *ispahanicum*; №3 - var. *isphanoforum*), 1 образцом *Triticum turanicum* (№32), 21 образцом *Triticum dicoccum* (№4 - №30; №33-№77), полученными из Института общей генетики от Бадаевой Екатерины Дмитриевны. Стандартом служил сорт Здрава - №33.

Полевые опыты проводили на полях Полевой опытной станции РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева. Почва - дерново-подзолистая среднесуглинистая. Обработка почвы включала зяблевую вспашку осенью, закрытие влаги весной, внесение удобрения «Азофоска» в дозе 200 кг/га (N15%; P15%; K15), предпосевную культивацию. Агротехника – принятая для зоны. В

фазу 3-го листа – начала кущения была проведена подкормка аммиачной селитрой в дозе 60 кг д.в./га. Предшественник – горчица белая.

Делянка была представлена 1-2 рядками растений. Уборку проводили по растениям с последующим анализом структуры продуктивности. Посев опытов был произведен в 2021 г. 12 мая вручную. Норма высева 30 шт/м погонный.

Метеорологические условия 2021 г. характеризовались температурой, близкой к среднемуголетним значениям.

В период вегетации проводились фенологические наблюдения, после уборки была проведена лабораторная оценка всех растений каждого образца, количество растений каждого образца варьировало от 11 до 57.

Планка погрешностей представляет собой доверительный интервал на уровне значимости 95 % [4].

Таблица 1 – Образцы полбы

№	Образец	Номер по каталогу	Происхождение	Устойчивость к полеганию, балл
1	<i>Triticum ispahanicum</i> Heslot <i>var. ispahanicum</i>	TRI 6177	Иран	1
2	<i>Triticum ispahanicum</i> Heslot <i>var. ispahanicum</i>	TRI 7260	Советский Союз	1
3	<i>Triticum ispahanicum</i> Heslot <i>var. ispahanorufum</i>	TRI 19149	Иран	4
4	<i>Triticum dicoccum</i> (Schränk) Schübl. <i>var. serbicum</i>	к-12133	Болгария	4
5	<i>Triticum dicoccum</i> (Schränk) Schübl. <i>var. dicoccum</i>	к-12946	Швейцария	5
6	<i>Triticum dicoccum</i> (Schränk) Schübl. <i>var. vasconicum</i>	к-20410	Испания	5
7	<i>Triticum dicoccum</i> (Schränk) Schübl. <i>var. rufum</i>	к-20579	Испания	5
8	<i>Triticum dicoccum</i> (Schränk) Schübl. <i>var. dicoccum</i>	к-21582	Франция	5
9	<i>Triticum dicoccum</i> (Schränk) Schübl. <i>var. rufum</i>	к-36527	Швейцария	5
12	<i>Triticum dicoccum</i> (Schränk) Schübl. <i>var. rufum</i>	к-45926	Румыния	5
13	<i>Triticum dicoccum</i> (Schränk) Schübl. <i>var. miegei</i>	к-15840	Марокко	4
16	<i>Triticum dicoccum</i> (Schränk) Schübl. <i>var. arras</i>	к-44154	Индия	4
17	<i>Triticum dicoccum</i> (Schränk) Schübl. <i>var. haussknechtianum</i>	к-45543	Иран	5
19	<i>Triticum dicoccum</i> (Schränk) Schübl. <i>var. serbicum</i>	к-7356,	Россия	5
24	<i>Triticum dicoccum</i> (Schränk) Schübl. <i>var. aeruginosum</i>	к-37396	Кабардино-Балкария	5
26	<i>Triticum dicoccum</i> (Schränk) Schübl. <i>var. serbicum</i>	к-42065	Удмуртия	4

№	Образец	Номер по каталогу	Происхождение	Устойчивость к полеганию, балл
27	<i>Triticum dicoccum</i> (Schrank) Schübl. var. <i>dicoccum</i> сорт полба Кокчетавская	к-46995	Казахстан	4
28	<i>Triticum dicoccum</i> (Schrank) Schübl. var. <i>dicoccum</i> сорт Белка	к-64408	Ленинград	4
30	<i>Triticum dicoccum</i> (Schrank) Schübl. var. <i>dicoccum</i>	к-18774	Беларусь	3,5
32	<i>Triticum turanicum</i> Jakubz. var. <i>ininsigne</i> + var. <i>notabile</i> сорт Камут	Московское отделение ВИР	Россия	3
33	<i>Triticum dicoccum</i> (Schrank) Schübl. var. <i>rufum</i> сорт Здрава	КНИИСХ имени П.П. Лукьяненко	Краснодар	3
34	<i>Triticum dicoccum</i> (Schrank) Schübl. var. <i>tashkenticum</i> сорт Греммэ	Московское отделение ВИР	Россия	4
56	<i>Triticum dicoccum</i> (Schrank) Schübl. var. <i>rufum</i>	к-9934	Ленинградская обл.	5
75	<i>Triticum dicoccum</i> (Schrank) Schübl. var. <i>dicoccum</i> сорт Лукьян	КНИИСХ имени П.П. Лукьяненко	Краснодар	4
77	<i>Triticum dicoccum</i> (Schrank) Schübl. var. <i>dicoccum</i>	селекционный номер №056, ВНИИЗБК	Орёл	4

Результаты исследований

Исследуемые образцы варьировали по высоте от 60 до 115 см (рис. 1). Необычным представляется положительная корреляция ($r = 0,52^{**}$) между высотой и устойчивостью к полеганию.

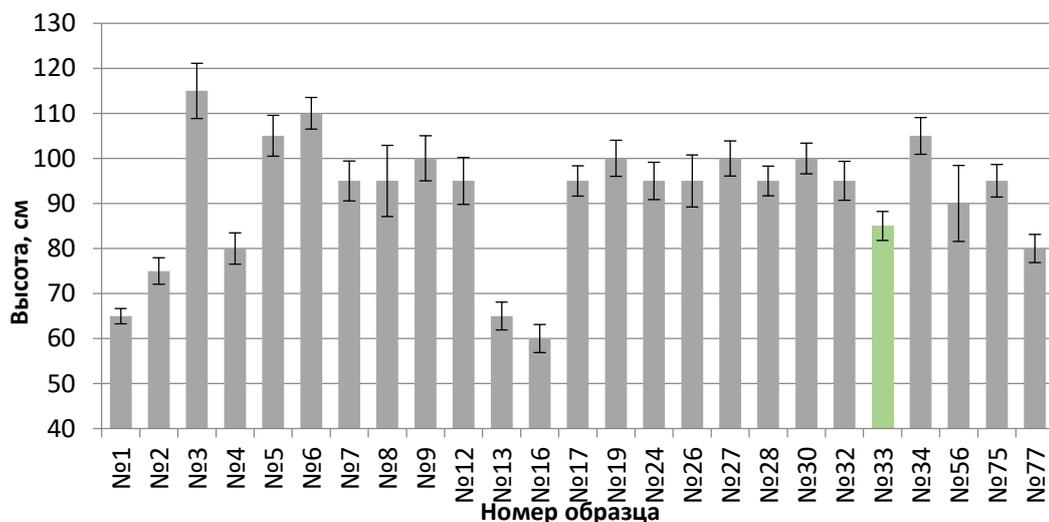


Рисунок 1. Высота растений изученных образцов

В условиях Нечерноземной зоны существует высокая положительная корреляция между урожайностью яровой пшеницы и числом продуктивных стеблей на 1 м². При этом на количество продуктивных стеблей на 1 м² влияют три основных фактора: полевая всхожесть, продуктивная кустистость и выживаемость растений в период вегетации [2]. В связи с этим при оценке коллекции важно уделять внимание продуктивной кустистости. Среди образцов наибольшую кустистость имеют №4, №27, №56, №75 (рис. 2).

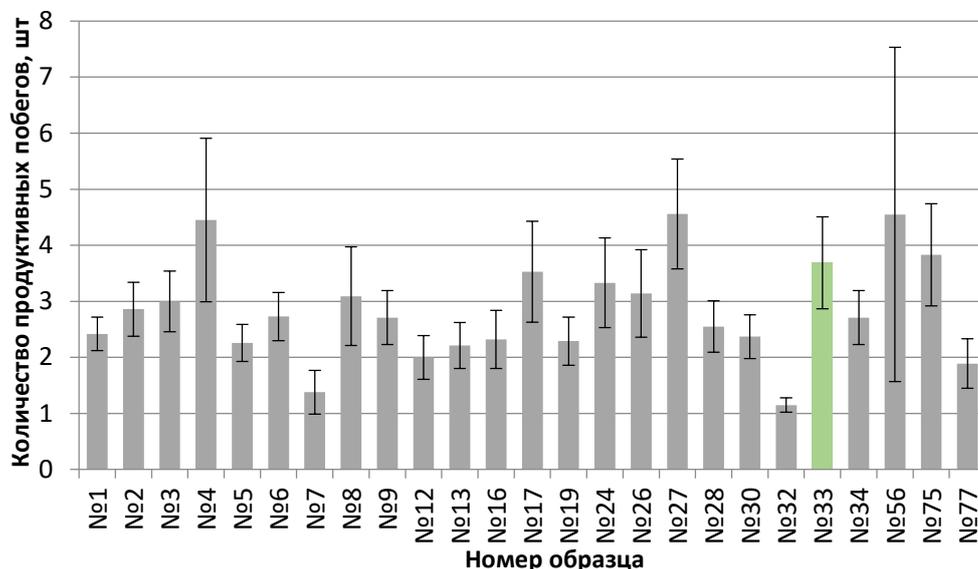


Рисунок 2. Продуктивная кустистость

По массе зерна с растения ни один из образцов не показал достоверного превышения над стандартом (рис.3), однако образцы №4, №27, №34, №56, №75 показали среднюю массу зерна с растения больше 2 г, что говорит об их высоком потенциале при селекции на урожайность.

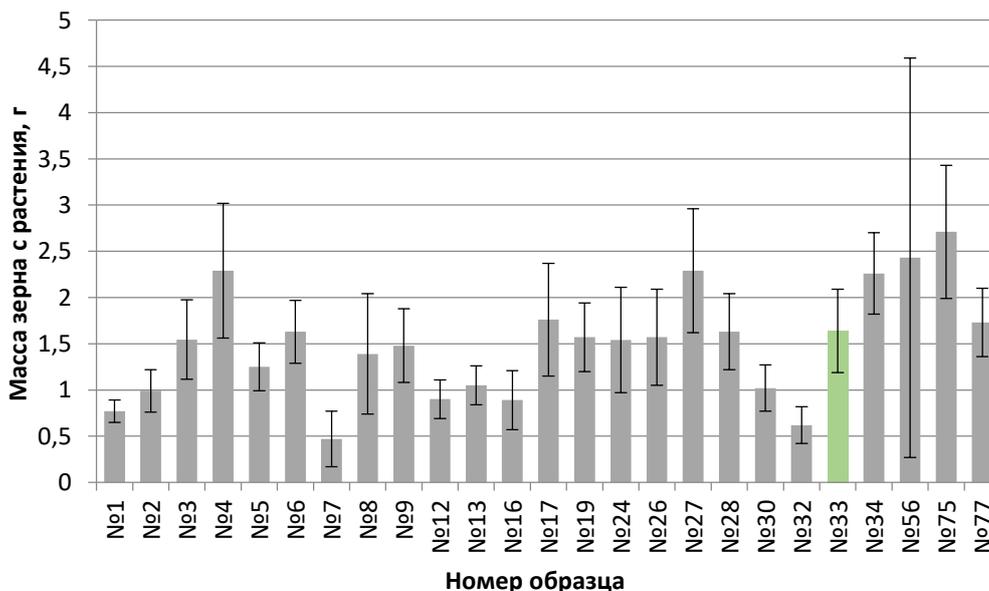


Рисунок 3. Масса зерна с растения

Зависимость массы зерна с растения от продуктивной кустистости подтверждается положительной корреляцией $r = 0,8^{**}$, коэффициент корреляции существенен на уровне значимости 1 %. Лучшими образцами по массе зерна на один продуктивный побег являются образцы №77, №34, №75 (рис.4 - выделены красным).

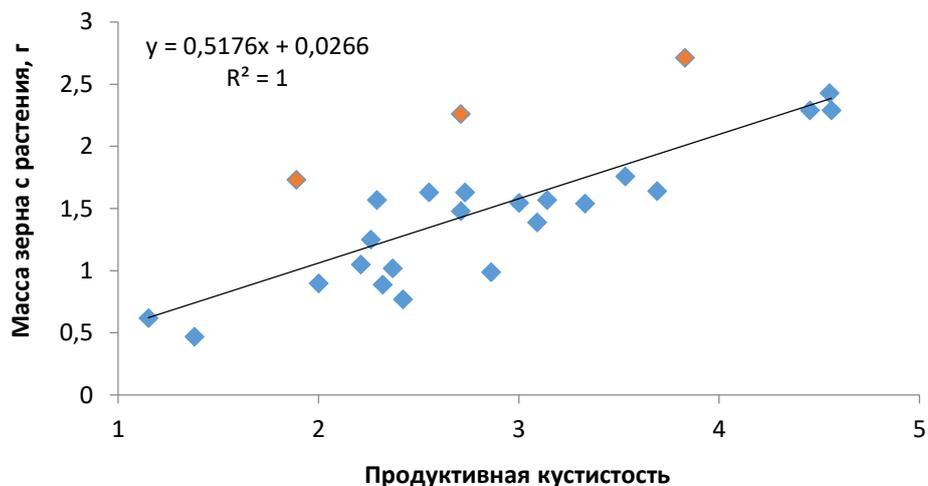


Рисунок 4. Взаимосвязь массы зерна с растения с продуктивной кустистостью

Масса 1000 зерен является важным показателем оценки сортообразца, поскольку она характеризует степень выполненности зерна. Хороший сорт должен иметь крупное, выполненное зерно [1]. Образец № 32 - сорт Камут пшеницы туранской, а также №7, №13, достоверно превышают стандарт по массе тысячи зерен, что позволяет отнести их к ценным для селекции в качестве доноров крупности зерна.

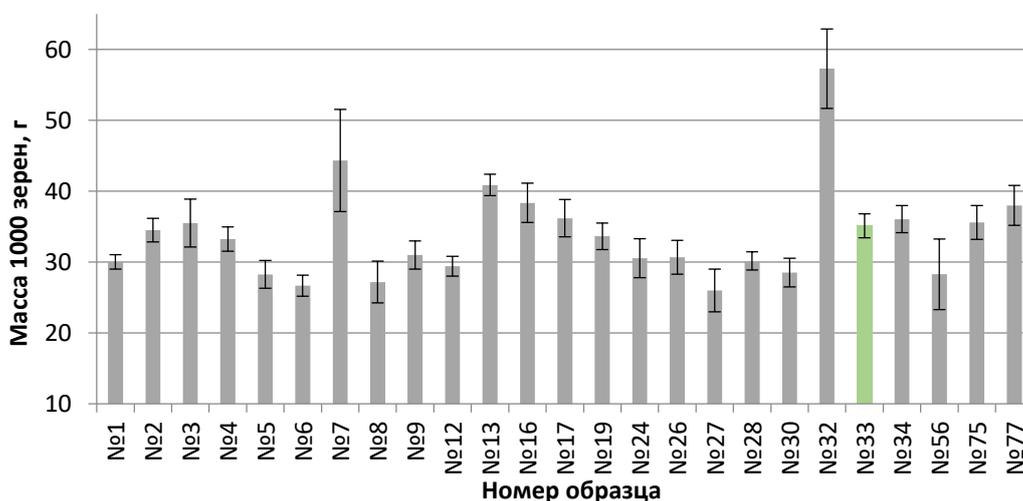


Рисунок 5. Масса 1000 зерен

Закключение

Исследуемые образцы широко варьируют по рассматриваемым признакам. Так, по высоте размах вариации = 55 см. Интересно, что с увеличением высоты увеличивается и устойчивость к полеганию, что подтверждается значимой положительной корреляцией $r = 0,52^{**}$.

Наибольшую продуктивную кустистость имеют №4; №27; №56; №75. Учитывая, что количество продуктивных стеблей играет важную роль в формировании урожая ($r = 0,8^{**}$), данные образцы представляют интерес для селекции в ЦРНЗ.

Образцы №4, №27, №34, №56, №75 являются лучшими по массе зерна с растения; №34, №75, №77 показали наибольшую массу зерна на один продуктивный побег. Данные образцы могут внести свой вклад в повышение урожайности при селекции полбы.

По массе 1000 зерен достоверное превышение над стандартом показали №7, №13, №32, рекомендуется использовать их в селекции для повышения крупности зерна.

Обобщая вышесказанное, для селекционного процесса в условиях ЦРНЗ наибольший интерес представляют образцы №4, №27, №34, №56. Образцы №75, №77 обладают рядом хозяйственно-полезных признаков и требуют дальнейшего изучения.

Список источников

1. Ворончихина И.Н. Оценка коллекции яровой мягкой пшеницы в условиях Центрального района Нечерноземной зоны России / Ворончихина И.Н., Ворончихин В.В., Рубец В.С., Пыльнев В.В., Клепикова А.С. // Аграрный научный журнал.,- 2021. - №8. - С. 13-18.

2. Давыдова Н.В. Формирование урожайности яровой мягкой пшеницы в условиях Центрального нечерноземья в зависимости от густоты стеблестоя / Давыдова Н.В., Казаченко А.О., Широколава А.В., Нардид В.А., Резепкин А.М., Грачева А.В., Романова Е.С. // Аграрная наука.,- 2019. - Вып. 7-8. - С. 32-34.

3. Дорофеев В.Ф. Пшеницы Закавказья // Тр. по прикл. ботан., ген. и селек., 1992. -Т.47. - Вып. 1.- С. 3-20.

4. Доспехов Б.Д. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). - М.: Альянс, 2014. – 351 с.

5. Зверев С.В. Полба и спельта: возвращение к истокам / Зверев С.В., Политуха О.В., Стариченков А. А., Абрамов П.С. // Хранение и переработка зерна.,- 2015. - № 6-7 (194). - С. 48-50.

6. Шайхутдинов Ф.Ш. Влияние приемов агротехники на урожай и качество зерна пшеницы полбы (двухзернянка) в условиях предкамья республики Татарстан / Шайхутдинов Ф.Ш., Сержанов И.М., Ибятков Р.И., Зиннатуллин Д.Х., Гараев Р.И., Аксакова В.В., Валиев А.А. // Вестник Казанского государственного аграрного университета, 2018. - №4 (51). - С. 103-108.

© Щелканов Д.А., Клепикова А.С., 2022

Научная статья

УДК 631.527:633. 111.1 (571.13)

Сравнительная оценка сортов различных этапов селекции и перспективные генотипы твердой яровой пшеницы для условий Западной Сибири

Вадим Станиславович Юсов, Михаил Григорьевич Евдокимов, Ирина Владимировна Пахотина, ФГБНУ «Омский аграрный научный центр», Омск

Аннотация. Селекция твердой яровой пшеницы в Омске прошла несколько основных этапов. В результате изучения сортов и линий яровой твердой пшеницы по этапам селекции выделены образцы экстенсивного и интенсивного типа с высоким потенциалом формирования урожайности, качества зерна и различными эффектами взаимодействия генотипа и сред. Показано что на каждом этапе селекции происходило улучшение качества твердой пшеницы соответствующие требованиям переработчиков и производителей зерна. Созданы перспективные сорта и линии с повышенным индексом глютена.

Ключевые слова: твердая пшеница, генотипы, экологическая пластичность, адаптивная способность, АММИ анализ

Comparative evaluation of varieties in various stages of breeding and promising genotypes of durum spring wheat for the conditions of Western Siberia

Vadim Stanislavovich Yusov, Mikhail Grigoryevich Evdokimov, Irina Vladimirovna Pakhotina

Omsk Agricultural Sciences Center, Omsk

Abstract. Breeding of durum spring wheat in Omsk has passed several main stages. As a result of the study of varieties and lines of spring durum wheat, samples of extensive and intensive type with high potential for yield, grain quality and various effects of the interaction of genotype and conditions were allocated at the stages of breeding. It is shown that at each stage of breeding there was an improvement in the quality of durum wheat corresponding to the requirements of processors and grain producers. Promising varieties and lines with an increased gluten index have been created.

Keywords: durum wheat, genotypes, ecological plasticity, adaptive capacity, AMMI analysis

Зерно твердой пшеницы (*Triticum durum* Desf.) – незаменимое сырье для производства высококачественных макарон, кондитерских изделий, круп, а также для получения ценного детского питания. Основной ареал возделывания твердой пшеницы в Западной Сибири – степная и южная лесостепная зоны. Это регион рискованного земледелия с дефицитом осадков и проявлением различных типов засухи [1,2]. Поэтому большое значение имеют адаптивные, засухоустойчивые сорта. Селекционная работа по твердые пшеницы прошла несколько этапов.

Первым сортом яровой твердой пшеницы, созданным на Западно Сибирской станции, был Гордеиформе 10 (Таланов В.В). Сорт был получен путем отбора из сорта Ноэ [3]. Гордеиформе 10 был районирован с 1929 года и долгое время оставался основным сортом в регионе и возделывался до 1960года. В довоенные годы площади его по стране достигали почти 1 млн. гектаров.

Второй сорт твердой пшеницы, созданный Вараксиным А. В., Высокосом Г.П. путем индивидуально-семейственного отбора из Кахетинской ветвистой пшеницы (разновидности церрулесценс), получил название Черноколоска 1. Сорт был районирован с 1960 года для степной зоны Омской области, но большого распространения не получил и находился в районировании до 1965 года.

После длительного перерыва начинается второй этап селекции твердой пшеницы, связанный с именем известного селекционера В.А Савицкой. В 1975 году в государственное испытание был передан сорт Алмаз. В 1979 году он был районирован в Омской области, а в период с 1980-1982 г.г. – в Алтайском Крае, Кокчетавской, Курганской, Кустанайской областях и в Татарии. Посевные площади в отдельные годы достигали до 340 тысяч гектаров. В 1991 был районирован сорт Омский рубин в Северо-Казахстанской области, а с 1992 года – Омской, Кустанайской, Пермской, Кокчетавской областях. В 1994 году был передан в государственное испытание сорт Ангел. По результатам двухлетнего испытания он был внесен в Государственный реестр с 1997 года по Западно-Сибирскому, а позднее и по Восточно-Сибирскому региону [4].

С 1999 года начался третий этап селекции яровой твердой пшеницы. В этот период стратегия селекции яровой твердой пшеницы в Западно–сибирском регионе предусматривала создание сортов различных типов спелости, с благоприятным сочетанием межфазных периодов, засухоустойчивых, с низким поражением или устойчивых к болезням и вредителям, способных в отдельные годы противостоять полеганию и прорастанию, отвечать требованиям ГОСТ по качеству зерна и макарон.

В 1999 году по результатам двухлетнего испытания был включен в Государственный реестр по Западно-Сибирскому, а с 2000 года - по Уральскому региону сорт Омская янтарная. [5]

После успешного изучения в 2003 году был районирован по Западно- Сибирскому региону, сорт Омский корунд, патент № 2051, зарегистрирован в Госреестре РФ 26.12.2003 г.

В 2006 году по 9,10,11 региону был районирован сорт Жемчужина Сибири, патент № 3087, зарегистрирован в Госреестре РФ 10.04.2006 г., с 2009 г. сорт районирован в Северо-Казахстанской области Республики Казахстан. Патент РК №763, 15.05.2017 [6]

С 2012 года включен в Государственный реестр РФ по (11 региону) сорт Омская степная, патент № 5355, зарегистрирован в Госреестре с 2018 г. Сорт районирован в Павлодарской области Республики Казахстан. Патент РК № 837 [7].

С 2014 г. в Государственный реестр РФ по (10 региону) районирован сорт Омский изумруд, патент № 6952. С 2016 г. этот сорт включен в Госреестр Республики Казахстан и рекомендован для возделывания в Северо-Казахстанской области. Патент РК № 838 [8].

В 2021 г. по (10 региону), был районирован сорт Омский коралл. Патент № 11525 [9].

С 2021 года проходит государственное испытание в РФ на ГСУ лесостепи и степи Урала и Сибири сорт Омский лазурит.

В настоящее время 6 сортов включено в Государственный реестр селекционных достижений. Получено 9 авторских свидетельств и 9 патентов на сорта в РФ и 4 патента Республики Казахстан.

С 2017 года начался четвертый этап селекции яровой твердой пшеницы в «Омском АНЦ». Внедрение европейскими макаронными фабриками, а в последние годы и Российскими переработчиками высокотемпературной и сверхвысокотемпературной сушки макарон стали предъявляет дополнительные требования к качеству клейковины. Переработчикам потребовались сорта с более сильной и эластичной клейковиной.

Цель исследований - Сравнить сорта различных этапов селекции, оценить и выделить новые перспективные линии яровой твердой пшеницы, адаптивные к условиям Западной Сибири.

Объектом исследований служили ранее созданные генотипы, реестровые сорта и перспективные линии конкурсного сортоиспытания, созданные в лаборатории селекции яровой твердой пшеницы ФГБНУ «Омский АНЦ». Полевые исследования выполнялись в 2019-2022гг. на базе селекционного севооборота данной лаборатории по методике Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [10]. Опыты были заложены по чистому пару в южной лесостепи Омской области. Оценка материала по качеству зерна и макарон была проведена в лаборатории качества Омского АНЦ. Параметры экологической пластичности рассчитывали по S.A. Eberhart, W.A. Russel [11]. Эффекты аддитивных и мультипликативных взаимодействий (АММИ анализ) и анализ главных компонент (Principal component analysis – PCA) был проведен с помощью пакета R version 4.1.2.

Погодные условия в течение вегетационного периода 2019-2022 гг. отличались контрастностью, как по осадкам, так и по температурному режиму. Не типичные метеорологические условия сложились в 2019г.: благоприятные в первый период вегетации и засушливые во второй (поволжский тип засухи). В 2020 и 2021гг. в Омской области засуха наблюдалась в первый (особенно в 2021 г.) и во второй период вегетации. Неблагоприятные погодные условия для формирования и налива зерна твердой пшеницы складывались в 2019 и 2020, 2022гг.

В среднем за изученный период все образцы формировали урожайность от 2,82 до 4,17 т/га (табл.1). В каждом последующем этапе селекции происходило увеличение урожайности. Между первым, вторым и третьим этапом прибавка составила 0,62 т/га, а между третьим и четвертым 0,29 т/га.

По методу S.A. Eberhart, W.A. Russell наиболее ценными следует считать сорта, у которых $B_i > 1$, а $\sigma^2 d_i \leq 0$. Такие сорта хорошо отзываются на улучшение условий выращивания и имеют стабильные показатели. К ним относятся Ангел, Омский изумруд, Омский коралл, Омский корунд, Г.12-11-5, Г.12-75-3, Г.12-16-9, Г.13-37-2, Г.12-54-3. Слабой реакцией на улучшение условий среды ($B_i < 1$) и высокой стабильностью урожайности, что свойственно сортам экстенсивного типа отличаются сорта: Гордеиформе 10, Алмаз, Омский рубин, Омская янтарная, Жемчужина Сибири, Омская степная, Омский лазурит, Г.11-70-7, Г.13-61-3.

В зарубежной практике, для получения информации о генотип-средовых взаимодействиях очень широко используется метод (АММИ), сочетающий в себе дисперсионный анализ для расчета аддитивных эффектов и анализ главных компонент для мультипликативных, неаддитивных эффектов. Он исключает не только остаточные отклонения или шумовые отклонения от взаимодействия генотипа и среды, но также генерирует оси главных компонент, которые сохраняют вариацию этого взаимодействия в порядке убывания, так что первая ось захватывает большую часть вариации. Кроме того, АММИ biplot обеспечивает графическое представление данных из нескольких сред и идентификацию генотипов с широкими и специфическими адаптациями [12].

Биplot АММИ показывает средний (основной эффект) стабильности генотипа и среды на выраженность признака (рис.1). Генотипы и среды, которые находятся параллельно линии ординаты, имеют одинаковую среднюю урожайность, а абсцисса показывает основные эффекты генотипов и среды. В нашем опыте 2021 и 2022 годы были самым неудачным, наиболее благоприятными годами оказались 2019 и 2020 гг.

Наибольшее средовое взаимодействие показали сорта первого и второго этапа селекции, меньшее взаимодействие в этих условиях показали сорта: Омская янтарная, Омский корунд, Омская степная, Омский лазурит, Г.13-37-2. Наиболее отзывчивыми сортами на в благоприятные условия были сорта: Г.11-70-7, Г.12-11-5, Г.12-75-3, Г.12-16-9.

Таблица 1 – Урожайность и параметры экологической пластичности по S.A. Eberhart, W.A. Russel твердой пшеницы 2019-2022 гг.

№	Сорт	Этапы селекции	Средняя урожайность т/га	Параметры S.A. Eberhart, W.A. Russell	
				Bi	σ_d^2
1	Гордеиформе 10	1	2,76	0,64	0,01
2	Алмаз	2	2,92	0,53	0,05
3	Омский рубин	2	2,82	0,33	0,03
4	Ангел	2	3,16	1,12	0,04
5	Омская янтарная	3	3,74	0,89	0,01
6	Омский корунд	3	3,45	1,24	0,18
7	Жемчужина Сибири	3	3,64	0,51	0,22
8	Омская степная	3	3,46	0,88	0,05
9	Омский изумруд	3	3,54	1,67	0,03
10	Омский коралл	3	3,48	1,60	0,02
11	Омский лазурит	3	3,39	0,68	0,13
12	Г.11-70-7 (Омский М малахит)	4	4,17	0,89	0,01
13	Г.12-11-5	4	3,88	1,34	0,23
14	Г.12-75-3	4	3,89	1,11	0,04
15	Г.12-16-9	4	4,00	1,12	0,12
16	Г.13-37-2	4	3,76	1,14	0,13
17	Г.12-54-3	4	3,07	1,60	0,19
18	Г.13-61-3	4	3,98	0,71	0,17

Комплексная оценка образцов по ключевым признакам, связанным с продуктивностью, устойчивостью к различным стрессовым факторам, а также качеством зерна представлена на рисунке 2. На биplotе показано отношение сортов по этапам селекции и всеми изучаемыми признаками. Сорта первого и второго этапа селекции, это экстенсивные сорта с невысокой, но стабильной урожайностью, отличающиеся средним качеством зерна, поражающиеся современными расами стеблевой ржавчины. Сорта третьего этапа селекции представлены как

интенсивными так и экстенсивными сортами, в разной степени поражающиеся стеблевой ржавчиной, отличающиеся хорошими показателями качества и в первую очередь высоким цветом макарон. Сорта четвертого этапа селекции, это более интенсивные, продуктивные сорта, отличающиеся высоким качеством

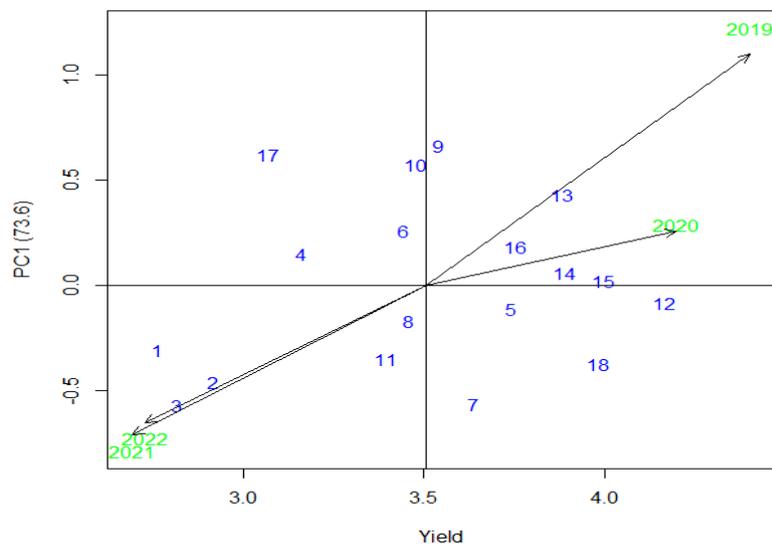


Рисунок 1. АММИ биplot генотипов твердой пшеницы 2019-2022 гг. (Нумерация сортов как в таблице 1) зерна и макарон, соответствующие современным требованиям макаронных фабрик

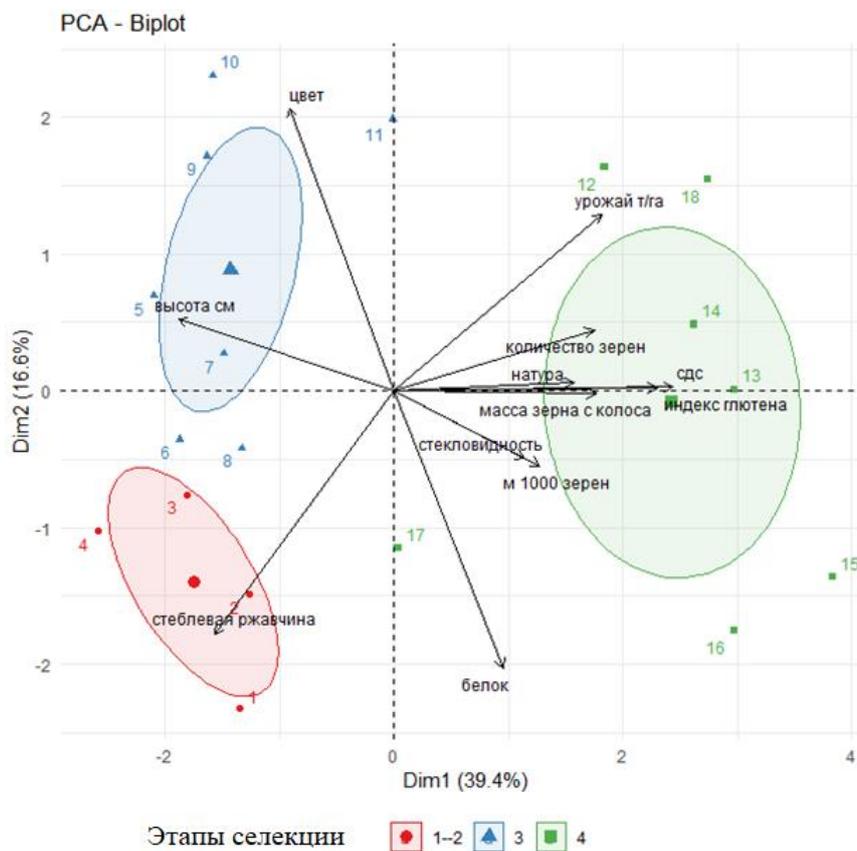


Рисунок 2 – Распределение сортов и линий твердой пшеницы в плоскости главных компонент в полевых условиях 2019–2022 гг. (Нумерация сортов как в таблице 1)

Таким образом, в результате изучения сортов и линий яровой твердой пшеницы «Омского АНЦ» (СибНИИСХ) по этапам селекции выделены образцы экстенсивного и интенсивного типа с высоким потенциалом формирования урожайности, качества зерна и различными эффектами взаимодействия генотипа и сред. Показано что на каждом этапе селекции происходило улучшение качества твердой пшеницы соответствующие требованиям переработчиков и производителей зерна.

Список литературы

1. Евдокимов М.Г. Селекция яровой твердой пшеницы в Сибирском Прииртышье. – Омск, Сфера. – 2006. – 219с.
2. Евдокимов М. Г., Юсов В. С., Моргунов А. И., Зеленский Ю. И. Засухоустойчивый генофонд твердой яровой пшеницы, идентифицированный в многолетних испытаниях питомников казахстанско-сибирской селекции пшеницы // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2017. № 21 (5). С. 515–522. DOI: 10.18699/VJ17.23-о.
3. Гуцин Н.В. Сильные и твердые пшеницы. / Н.В. Гуцин. - М., 1961. - 41с.
4. Савицкая В.А. Твердая пшеница в Сибири. /Савицкая В.А., Синицин С.С. Широков А.И М.: Агропромиздат, 1987, 112с.
5. Евдокимов М.Г., Колмаков Ю.В. Твердая пшеница Омская янтарная., Селекция и семеноводство. 1999., 2-3, с.19-20.
6. Евдокимов М.Г., Юсов В.С., Колмаков Ю.В. Яровая твердая пшеница Жемчужина Сибири. Вестник Омского государственного аграрного университета. 2011. № 1 (1). С. 19-23.
7. Евдокимов М.Г., Юсов В.С., Колмаков Ю.В., Мешкова Л.В., Поползухин П.В. Новый сорт твердой яровой пшеницы омская степная. Достижения науки и техники АПК. 2016. Т. 30. № 12. С. 17-20
8. Юсов В.С., Евдокимов М.Г., Колмаков Ю.В., Мешкова Л.В. Яровая твердая пшеница Омский изумруд Зерновое хозяйство России. 2011. № 4. С. 56-61.
9. Евдокимов М.Г., Юсов В.С., Мешкова Л.В., Кирьякова М.Н., Глушаков Д.А. Новый сорт твердой яровой пшеницы Омский коралл. Зерновое хозяйство России. 2022;(1):58-64. <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2022-79-1-58-64>
10. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М.: ООО «Группа Компаний Море», 2019. Вып. 1. 384 с.
11. Зыкин В.А., Белан И.А., Юсов В.С. Экологическая пластичность сельскохозяйственных растений (методика и оценка) – Уфа, 2011. – 97с.
12. Zobel R.W., Wright M.J. and Gauch H.G. (1988) Statistical Analysis of a Yield Trial. *Agronomy Journal*, 80, 388-393. <https://doi.org/10.2134/agronj1988.00021962008000030002x>

© Юсов В.С., Евдокимов М.Г., Пахотина И.В., 2022

Научная статья

УДК 633.16.321.631.526.32:631.529

Сортообразцы коллекционного питомника как вклад в селекцию ярового ячменя

Оксана Александровна Юсова,

Петр Николаевич Николаев

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Омский аграрный научный центр», г. Омск

Аннотация. По результатам проведенных исследований коллекционного питомника ярового ячменя, выделены сортообразцы, характеризующиеся комплексом повышенных показателей качества зерна: Поспех, Tercel, Issota характеризуются повышенным

содержанием в зерне белка (+0,7–1,9% к ст.); крахмала (+1,5–5,9% к ст.) и сырого жира (+0,6–1,3% к ст.); Sloop SA – прибавка по содержанию белка (+0,6% к ст.) и сырого жира (+ 0,5% к ст.); Соборный – белка (+1,6% к ст.) и крахмала (+3,3% к ст.); Эвергран – крахмала (+2,7% к ст.) и сырого жира (+0,7% к ст.). Данные сорта будут включены в селекционный процесс для получения гибридного материала.

Ключевые слова: коллекция, ячмень, сорт, качество зерна, белок, крахмал, сырой жир

Variety samples of the collection nursery as a contribution to the selection of spring barley

Oksana Alexandrovna Yusova,

Petr Nikolaevich Nikolaev

Federal State Budgetary Scientific Institution "Omsk Agrarian Research Center", Omsk

Abstract. According to the results of the studies of the collection nursery of spring barley, varieties were identified that are characterized by a complex of increased grain quality indicators: Pospeh, Tercel, Issota are characterized by an increased content of protein in the grain (+0.7–1.9% to st.); starch (+1.5–5.9% to st.) and crude fat (+0.6–1.3% to st.); Sloop SA - increase in protein content (+0.6% to st.) and crude fat (+ 0.5% to st.); Cathedral - protein (+1.6% to st.) and starch (+3.3% to st.); Evergran - starch (+2.7% to st.) and crude fat (+0.7% to st.). These varieties will be included in the breeding process to obtain hybrid material.

Key words: collection, barley, variety, grain quality, protein, starch, crude fat

Основное использование ячменя в Западной Сибири и прилегающих к ней районов это, прежде всего, как зернофураж, а также как сырье для изготовления круп. Поэтому для возделывания необходим достаточный ассортимент сортов.

Улучшение качества зерна зернофуражных культур в условиях Западной Сибири является важнейшей и актуальной проблемой современной селекции и требует комплексного подхода. Основой решения должен стать сорт, способный в жестких условиях сибирского лета формировать зерно с хорошей питательной ценностью при сохранении его высокой урожайности [1, 2]. Контрастность почвенно-климатических условий Сибири обуславливает необходимость возделывания на ее территории сортов ячменя, способных более эффективно использовать биоклиматические ресурсы региона для формирования повышенного качества зерна [3, 4].

В родословной сортов ячменя селекции Омского АНЦ присутствуют 27 сортов ячменя мировой коллекции ВИР (в качестве источников повышенного качества зерна и продуктивности), в том числе из России – 16 сортов, из Украины – 6 сортов, Республики Казахстан – 2 сорта, из Канады, Германии и Турции по одному сорту. Таким образом, сорта коллекционного питомника играют значительную роль в селекционном процессе.

Цель исследований – выделение в коллекционном питомнике ячменя (*Hordeum vulgare* L.) перспективных образцов с повышенным качеством зерна и продуктивности. Коллекционный питомник закладывали по пару. Посев осуществляли в оптимальные для каждой исследуемой культуры сроки. Норма высева – 4,5 млн всхожих зерен на гектар; повторность четырёхкратная. Селекционный материал ярового ячменя конкурсного сортоиспытания высевали на площади 10м² сеялкой ССФК–7М. При уборке урожая использовали малогабаритный комбайн «ХЕГЕ-125».

Объект исследований – 8 сортов коллекционного питомника, которые выделились по показателям качества зерна и продуктивности. Сорта Поспех и Соборный – происхождение Украина, Sloop SA – Австрия, Эвергран – Дания, Issota – Германия, Tercel – Канада.

Стандартом выступал сорт Омский 95 - включен в Госреестр РФ с 2006 г. и допущен к использованию по Уральскому (9) и Западно-Сибирскому (10) регионам. Патент № 3102, зарегистрирован в Государственном реестре селекционных достижений РФ 26.04.2006 г. Включен в Госреестр Республики Казахстан и рекомендован для возделывания на кормовые

цели в Акмолинской и Северо-Казахстанской областях. Сорт среднеспелый (вегетационный период 79-90 суток), устойчив к засухе и полеганию, слабо восприимчив к каменной и черной головне и средневосприимчив к пыльной. Сорт также характеризуется устойчивостью. Урожайность варьирует от 5,86 до 6,30 т/га, средняя масса 1000 зерен составляет 42,5 г, содержание белка в зерне – 14,0 %, сырого жира – 2,0 %, крахмала – 56,5 %.

Климатические условия в годы проведения исследований характеризовались как контрастные и довольно полно отражали особенности резко-континентального климата. Определение биохимических показателей проведены с использованием современных и традиционных методов и технологий [5]. Результаты исследований статистически обработаны по пособию Б.А. Доспехова, Г.Ф. [6] с использованием табличного процессора Microsoft Excel. В среднем за период исследований, у стандартного сорта Омский 95 содержание белка в зерне составило 11,9 %, крахмала – 53,2 %, сырого жира – 2,3 %, табл. 1.

Одним из основных критериев оценки качественных показателей ячменя является содержание белка, что характеризует кормовые и пищевые показатели производимого продукта [7]. По содержанию белка выделены сорта: Поспех (+0,7 % к st.), SloopSA (+0,6 % к st.), Tercel (+1,9% к st.), Соборный (+1,6 % к st.), Issota (+1,0 % к st.). Главным углеводом зерна является крахмал, накопление которого определяет питательную ценность продукта. Повышенным содержанием в зерне крахмала характеризовались сорта: Красноярский 91 (+3,2 % к st.), Соборный (+3,3 % к st.), Эвергран (+2,7 % к st.), Tercel (+5,9 % к st.), Поспех (+1,5 % к st.), Issota (+4,2 % к st.). Несмотря на невысокое среднее содержание сырого жира в зерне ячменя (от 1 до 8%), масло данной культуры является ценным за счет таких положительных характеристик, как содержание витамина Е, активного α -токоферола, липопротеинового комплекса и насыщенных жирных кислот. В наших исследованиях повышенным содержанием сырого жира в зерне характеризовались сорта: Поспех (+0,6 % к st.), SloopSA (+ 0,5 % к st.), Эвергран (+0,7 % к st.), Issota (+1,3 % к st.), Tercel (+1,0 % к st.).

Таблица 1 – Характеристика сортов ячменя по качеству зерна, коллекционный питомник, в среднем за 2019-2021 гг.

Сорт	Массовая доля белка, %		Массовая доля крахмала, %		Массовая доля сырого жира, %	
	Lim.	\bar{x}	Lim.	\bar{x}	Lim.	\bar{x}
Омский 95, st.	10,5...13,5	11,9	50,1...56,1	53,2	1,2...3,9	2,3
Поспех	13,5...14,2	13,9	53,8...55,1	54,7	2,2...3,6	2,9
Sloop SA	13,3...14,2	13,8	51,9...53,8	52,8	2,2...3,3	2,8
Красноярский 91	10,6...11,7	11,1	54,5...58,4	56,4	1,7...2,3	2,0
Соборный	12,7...14,3	13,5	55,1...57,8	56,5	2,5...3,0	2,7
Эвергран	10,1...12,0	11,0	55,1...59,1	57,1	2,9...3,0	3,0
Issota	12,2...13,1	12,9	56,5...58,4	57,4	2,8...4,5	3,6
Tercel	14,2...16,1	15,1	58,4...60,4	59,4	3,3...3,3	3,3
CV, %	-	26,1	-	28,9	-	27,8
HCP ₀₅	0,7		1,4		0,4	

Таким образом, результаты проведенных исследований позволили выделить перспективные сорта коллекционного питомника, которые отличаются повышенным качеством зерна и будут включены в селекционный процесс.

Выводы. Для дальнейших исследований рекомендуются следующие сорта коллекционного питомника, характеризующиеся комплексом повышенных показателей качества зерна:

- Поспех, Tercel, Issota характеризуются повышенным содержанием в зерне белка (+0,7–1,9 % к st.); крахмала (+1,5–5,9 % к st.) и сырого жира (+0,6–1,3 % к st.).
- Sloop SA – прибавка по содержанию белка (+0,6 % к st.) и сырого жира (+ 0,5 % к st.).

- Соборный – белка (+1,6 % к st.) и крахмала (+3,3 % к st.).
- Эвергран – крахмала (+2,7 % к st.) и сырого жира (+0,7 % к st.).

Список источников

1. Батакова О.Б., Корелина В.А., Зобнина И.В. Агробиологические особенности нового сорта ячменя ярового // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2020. №3. С. 56-58.
2. Грязнов А.А. Безостые иглозерные сорта как диверсификаторы сортового разнообразия культуры ячменя // Вестник Челябинской государственной агроинженерной академии. 2014. № 70. С. 186-192.
3. Николаев П.Н., Юсова О.А., Аниськов Н.И., Сафонова И.В. Агробиологическая характеристика многорядных голозерных сортов ячменя селекции Омского АНЦ // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2019. № 180 (1). С. 37-43 DOI: 10.30901/2227-8834-2019-1-38-43.
4. Николаев П.Н., Юсова О.А., Сафонова И.В., Аниськов Н.И. Интегрированная оценка адаптивного потенциала омских сортов ячменя ярового в условиях степи Западно-Сибирского региона // Агрофизика. 2022. № 1. С. 30-35. DOI: 10.25695/AGRPH.2022.01.05
5. Плешков Б.В. Практикум по биохимии растений. 3-е изд., доп. и перераб. М.: Агропромиздат, 1985. 255 с.
6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Изд. 6-е, стер., перепеч. с 5-го изд. 1985 г. М.: Альянс, 2011. 350 с.
7. Трухачев В.И., Белопухов С.Л., Исламгулова Р.Р., Серегина И.И., Новиков Н.Н., Дмитриевская И.И. Пивоваренные показатели качества ячменя сорта надежный в зависимости от условий питания // Агрофизика. 2021. № 4. С. 28-33. DOI: 10.25695/AGRPH.2021.04.05.

© Юсова О.А., Николаев П.Н., 2022

СЕКЦИЯ 3. ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ ИЗУЧЕНИЯ РАСТЕНИЙ И МИКРООРГАНИЗМОВ

Научная статья
УДК 579.64:631.162

Влияние штаммов ризобактерий на фотосинтетический аппарат ярового ячменя в вегетационном опыте

Анна Анатольевна Беляева¹, Люся Александровна Тер-Саркисова¹, Николай Дмитриевич Заводилкин¹, Оксана Викторовна Ткаченко¹, Геннадий Леонидович Бурыгин^{1,2}

¹Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, Саратов

²Институт биохимии и физиологии растений и микроорганизмов ФИЦ СНЦ РАН, г. Саратов

Аннотация. В статье рассматривается эффект штаммов ризобактерий способных стимулировать рост растений на формирование фотосинтетического аппарата ярового ячменя в вегетационном опыте. Бактерии рода *Azospirillum* стимулировали увеличение площади листьев. Штаммы *Azospirillum brasilense* SR80, *Ochrobactrum cytisi* IPA7.2 и *Enterobacter ludwigii* K7 существенно увеличивали чистую продуктивность фотосинтеза. Масса зерна с растения увеличивалась под влиянием бактериализации в среднем на 10-30%.

Ключевые слова: ризосферные бактерии, яровой ячмень, вегетационный опыт, фотосинтетический аппарат

The effect of rhizobacteria strains on the photosynthetic apparatus of spring barley in the vegetative experiment

Anna Belyaeva¹, Lusya Ter-Sarkisova¹, Nikolay Zavodilkin¹, Oksana Tkachenko¹, Gennadiy Burygin^{1,2}

¹Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov

²Institute of Biochemistry and Physiology of Plants and Microorganisms – Subdivision of the Federal State Budgetary Research Institution Saratov Federal Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences, Saratov, Russia

Annotation: The article considers the effect of rhizobacteria strains capable of stimulating plant growth on the formation of the photosynthetic apparatus of spring barley in the vegetative experiment. Bacteria of the genus *Azospirillum* stimulated an increase in leaf area. Strains of *Azospirillum brasilense* SR80, *Ochrobactrum cytisi* IPA7.2 and *Enterobacter ludwigii* K7 significantly increased the net productivity of photosynthesis. The grain weight from the plant increased under the influence of bacterization by an average of 10-30%.

Key words: rhizospheric bacteria, spring barley, vegetative experience, photosynthetic apparatus

В настоящее время в сельском хозяйстве большое значение уделяется экологически безопасным технологиям возделывания полевых культур с использованием ризосферных бактерий, способных стимулировать рост растений (PGPR). Многие PGPR-бактерии способны фиксировать атмосферный азот, повышать доступность фосфора, продуцировать фитогормоны, витамины и другие биологически активные вещества, которые участвуют в важнейших механизмах взаимодействия в растительно-бактериальных ассоциациях [1, 3, 5]. Эффективность штаммов PGPR зависит от способности колонизировать корни

соответствующих растений-хозяев и создавать активные ассоциации [1, 3]. В связи с этим возникла необходимость изучения влияния штаммов ризосферных бактерий разных таксономических групп на рост и развитие растений.

В вегетационном опыте на базе ФГБОУ ВО Вавиловский университет изучался эффект штаммов ризобактерий способных стимулировать рост растений на формирование фотосинтетического аппарата ярового ячменя.

Объектами исследования являлись сорт ярового ячменя Маргарет и штаммы ризосферных бактерий: *Azospirillum baldaniorum* Sp245, *Azospirillum brasilense* Sp7, *Azospirillum brasilense* SR80, *Azospirillum brasilense* SR88, *Azospirillum brasilense* Cd, *Ochrobactrum cytisi* IPA7.2, *Enterobacter ludwigii* K7. Штаммы бактерий были взяты из коллекции ризосферных микроорганизмов ИБФРМ ФИЦ СЦ РАН (<http://collection.ibppm.ru>).

Для инокуляции семян использовалась суспензия клеток в концентрации 10^8 клеток в 1 мл. Контролем служил вариант без инокуляции бактериями, при этом семена обрабатывали водой в равном объеме с опытными образцами. Каждый вариант опыта закладывался в трехкратной повторности. Морфометрические учеты и наблюдения проводились по общепринятым методикам [5]. Содержание фотосинтетических пигментов определяли по методике Титова с соавторами [4]. Полученные данные анализировали методом дисперсионного анализа со сравнением частных средних по тесту Дункана с использованием пакета программ AGROS 2.10.

Анализ динамики формирования фотосинтетического аппарата по фазам вегетации во всех вариантах опыта не различался. Максимальная площадь листьев достигалась в фазу колошения.

Максимальная ассимиляционная поверхность на растениях сформировалась в вариантах с обработкой штаммами *Azospirillum brasilense* SR80 и *Azospirillum brasilense* SR88 и составила соответственно $53,59 \text{ см}^2$ и $51,56 \text{ см}^2$. По данным дисперсионного анализа площадь листьев с одного растения в данных вариантах существенно превышала контроль и другие варианты опыта ($F=16,62^*$, $\text{НСР}_{0,05}=3,85$).

Максимальный показатель чистой продуктивности фотосинтеза наблюдался в варианте с применением штамма *Ochrobactrum cytisi* IPA7.2, он составил $4,1 \text{ г/см}^2$ сутки. Показатель чистой продуктивности фотосинтеза в вариантах с обработкой штаммом *Azospirillum brasilense* SR80 и *Enterobacter ludwigii* K7 составил $3,9 \text{ г/см}^2$ сутки, что достоверно превысило контроль. В варианте с обработкой семян штаммом *Azospirillum brasilense* SR88 данный показатель был на уровне контроля и составил $3,6 \text{ г/см}^2$ сутки.

По результатам наших исследований показано, что формирование высокой ассимиляционной поверхности не всегда прямо влияет на продуктивность растений. Высокие показатели чистой продуктивности фотосинтеза наблюдались в вариантах с применением штаммов *Ochrobactrum cytisi* IPA7.2 и *Enterobacter ludwigii* K7 при формировании площади листьев достоверно меньшей ($44,80 \text{ см}^2$ и $44,62 \text{ см}^2$), чем в вариантах *Azospirillum brasilense* SR80 и *Azospirillum brasilense* SR88.

Анализ фотосинтетических пигментов в листьях ярового ячменя показал, что содержание хлорофилла *a* и *b*, а также каротиноидов было существенно выше в вариантах с обработкой семян штаммами *Azospirillum brasilense* SR80 и *Ochrobactrum cytisi* IPA7.2.

Масса зерна с растения у ярового ячменя увеличивается под влиянием бактериализации в среднем на 10-30%.

Установлено, что все штаммы ризобактерий оказали стимулирующее влияние на рост растений и формирование фотосинтетического аппарата. Бактерии рода *Azospirillum* стимулировали высокий рост ассимиляционного аппарата растений. Штаммы ризосферных бактерий *Azospirillum brasilense* SR80, *Ochrobactrum cytisi* IPA7.2 и *Enterobacter ludwigii* K7 существенно увеличивают чистую продуктивность фотосинтеза ячменя.

Список источников

1. Белимов, А.А., Сафронова В.И. Бактериологические методы повышения адаптации растений к абиотическому стрессу / //Материалы межд. науч.-практ. конференции «Современное состояние и перспективы развития микробиологии и биотехнологии». Минск, 2010. С. 224-226.
2. Влияние ризобактерий на продуктивность яровой твердой пшеницы /А.А. Беляева [и др.] //Вавиловские чтения-2019: Сборник статей межд. науч.-практ. конф., посвященной 132-ой годовщине со дня рождения академика Н.И. Вавилова. Саратов: Амирит, 2019. С. 15-16.
3. Колесников Л.Е., Белимов А.А., Донес П.М. Биологическая эффективность ассоциативных штаммов ризобактерий в посевах мягкой пшеницы // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2019. № 1 (54). С. 57-64.
4. Титов А.Ф., Таланова В.В., Казнина Н.М. Практикум по курсу «Физиологические основы устойчивости растений к тяжелым металлам»: Учебно-методическое пособие. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН. 2013. 63 с.
5. Study of the effect of associative rhizobacterial strains on the formation of spring durum wheat productivity /A.A. Belyaeva [et al.] // BIO Web Conf. II International Scientific Conference «Plants and Microbes: The Future of Biotechnology» (PLAMIC2020) Section «Plant-Microbe Symbiosis, Including Natural and Artificial Symbiotic Systems». V. 23. № 03012. 2020. Published online 14 August 2020. DOI: <https://doi.org/10.1051/bioconf/20202303012>

© Беляева А.А., Тер-Саркисова Л.А., Заводилкин Н.Д., Ткаченко О.В., Бурыгин Г.Л., 2022

Научная статья

УДК 631.416.846/856 (470.25)

Влияние антропогенного воздействия на содержание тяжелых металлов в почвах некоторых рекреационных зон города Великие Луки

Тамара Ибраевна Володина доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Игорь Николаевич Павлов кандидат биологических наук, доцент

Николай Витальевич Морозов аспирант 2 курса, специальность 35.06.01 «Сельское хозяйство»

Аннотация. В данной статье представлены материалы исследований по содержанию тяжелых металлов в почве рекреационных зон города Великие Луки по итогам агрохимического обследования.

Загрязнение почв выше ОДК и ПДК по валовому содержанию свинца, и марганца на исследованной городской территории не установлено. Основная площадь имеет уровень содержания валовых форм ТМ в почвах – менее 0,5 ПДК. По содержанию кадмия, цинка, меди и никеля имеются превышения ПДК на 0,7-0,8 Zn ед; Ni 1, 2 ед; Cu на 2,7 ед., все превышения обнаружены на набережной реки Ловать. Полученные в процессе совершенной работы показатели, позволяют нам установить научно-аргументированные рекомендации по ликвидации техногенного загрязнения той или иной рекреационной зоны города Великие Луки. Основываясь на проведенных исследованиях, можно создать электронную карту города Великие Луки с нанесением на ней рекреационных зон и степени их загрязнения.

Ключевые слова: почвогрунты, рекреационная зона, антропогенная нагрузка, городские почвы, экологическое состояние

Influence of anthropogenic impact on the content of heavy metals in the soils of some recreational zones of the city of Great Luki

Tamara I. Volodina doctor of agricultural sciences, professor
Igor N. Pavlov candidate of Biological Sciences, associate Professor
Nikolay V. Morozov Ph.D. student of the 2nd course, specialty 35.06.01 "Agriculture"

Abstract. This article presents research materials on the content of heavy metals in the soil of recreational areas of the city of Velikiye Luki based on the results of an agrochemical survey.

Soil pollution is higher than the UEC and MPC in terms of the gross content of lead and manganese in the studied urban area has not been established. The main area has a level of content of gross forms of TM in soils – less than 0.5 MPC. According to the content of cadmium, zinc, copper and nickel, there are exceedances of MPC by 0.7-0.8 Zn units; Ni 1, 2 units; Cu by 2.7 units, all exceedances were found on the embankment of the Lovat River. The indicators obtained in the process of perfect work allow us to establish scientifically-reasoned recommendations for the elimination of man-made pollution of a particular recreational area of the city of Velikiye Luki. Based on the conducted research, it is possible to create an electronic map of the city of Velikiye Luki with the application of recreational areas and the degree of their pollution on it.

Keywords: soils, recreational area, anthropogenic load, urban soils, ecological condition

В большинстве случаев городскую почву отождествляют с городскими землями, городскими отложениями, почвогрунтами. Однако в узком понимании этот термин в основном подразумевает специфические сформировавшиеся в результате совместной деятельности природных и антропогенных факторов почвообразования в городе [1]

В настоящее время наибольшее распространение получило следующее понятие термина городской почвы, ознакомимся с ним: это почвы городских территорий, имеющие антропогенный слой мощностью более 50 см, полученный перемешиванием, погребением или загрязненной натуральной почвы не почвенными материалами и привозным органосодержащим грунтом. [2] Чрезмерно активная и многосторонняя деятельность человека в городах зачастую ведет к возникновению существенных и часто необратимых изменений окружающей природной среды. Урбоэкосистемы как правило существуют в состоянии нарушенных биологических круговоротов, в них прослеживается сокращение биоразнообразия как по составу, так и по структурно-функциональным характеристикам, увеличивается численность патогенных микроорганизмов [6].

Городские почвы в городе Великие Луки на протяжении последних 25 лет подробно не изучались с точки зрения их экологического состояния. В это же время на территории города произошли большие изменения по напряженности и нагрузке на окружающую среду, в том числе и на почвы города Великие Луки, поэтому считаем тему исследований весьма актуальной.

Цель исследований:

Оценить экологические показатели различных видов городских почв рекреационных зон города Великие Луки на предмет содержания валовых форм тяжелых металлов (ТМ).

Задачи исследований:

- 1 – отбор образцов грунта в 3-х стационарных точках на месте рекреационных зон города
- 2.– отбор образцов грунта в указанных на карте территориях;
- 3.– исследование образцов грунта на содержание подвижных и валовых форм ТМ;
- 4- установить загрязненность почв под антропогенным воздействием по нескольким участкам рекреационных зон и сравнить их показатели с ПДК;

Методика проведения исследования по методике ЦИНАО [3]. Вместе с работниками САС «Великолукский» мы проводили отбор почв для анализов на содержание тяжелого металла и сравнение результатов анализов с ПДК. Для выбора необходимых образцов нами были выбраны 3 зоны отдыха. В каждой рекреационной зоне на расстоянии 10 м друг от друга были обозначены точки отбора. Отбор 10 смешанных проб проведен агрохимическим буром с глубины 0-10 см., 10-20 и 20-30 см [3].

При проведении анализа особое внимание было уделено анализу содержания валовой формы Т.М. в почве, путем получения из нее различных вытяжек: водной, вытяжек ацетатно-аммонийным буферным раствором с рН 4.8 или растворами 0.01 М и н. $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, 1 М NH_4NO_3 , 1 М CaCl_2 , 0.01 М KNO_3 , диэтилентриаминентауксусной кислоты и т.д.

Определение содержания ТМ проводились на атомно-адсорбционном спектрофотометре (ААС) в лаборатории ФГБУ САС «Великолукская». Результаты исследований. Первый этап трансформации тяжелых металлов в почве - взаимодействие их с почвенным раствором и его компонентами. Оксид цинка – наиболее стабилен и менее растворим по сравнению с оксидами винца и кадмия.

Обсуждение результатов

Результаты наших исследований показали, что естественный почвенный покров на значительной части городских территорий был полностью разрушен. Он сохраняется лишь отдельными островками в городских лесопарках и парках. «Городские почвы различаются по характеру формирования (насыпные, перемешанные), по гумусированности, по степени нарушенности профиля, по количеству и составу включений (бетон, стекло, токсичные отходы) и т.д.» [2]. В наибольшей степени для городского почвенного покрова типично отсутствие генетических горизонтов и наличие слоев искусственного происхождения, различных по окраске и мощности [1,2,5].

Для проведения исследований представляем схематическую карту г. Великие Луки (рисунок 1).

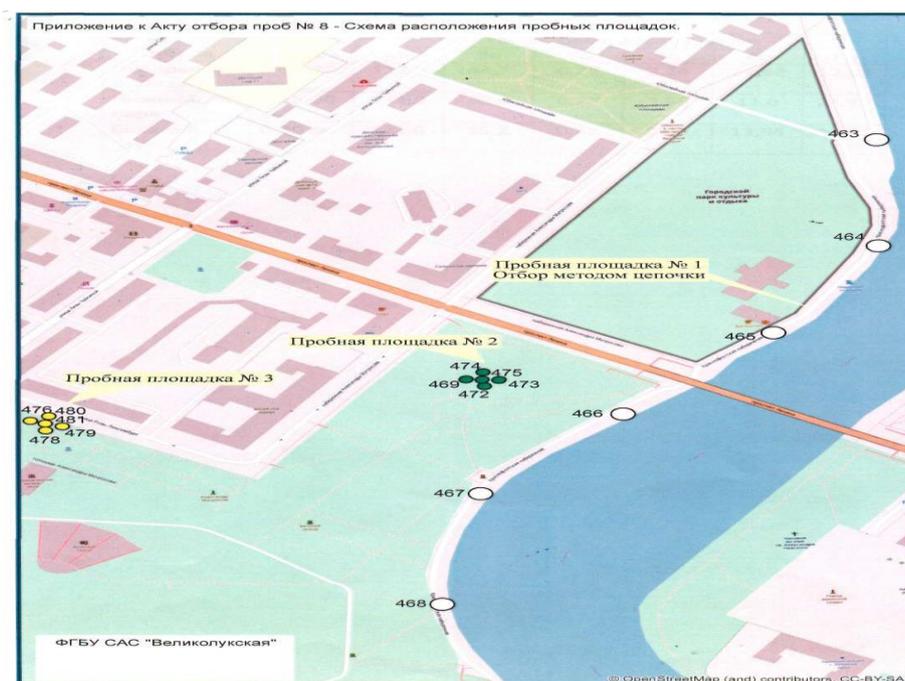


Рисунок 1. Схематическая карта отбора почвенных образцов

Валовое содержание ТМ на 3-х стационарных площадках верхнего горизонта (0-30 см) почв рекреационных зон города Великие Луки определялось методом атомно-адсорбционной спектроскопии (ААС).

В таблице 1 приведено валовое содержание некоторых металлов в почвах и ориентировочно допустимые концентрации, их содержание установленные для суглинистых и глинистых почв (дополнение к перечню ПДК и ОДК №6229-91).

Тяжёлые металлы являются протоплазматическими ядами, токсичность которых возрастает по мере увеличения атомной массы. Если железо, так же как и алюминий, относится к макроэлементам Земной коры, то такие элементы как медь, цинк, кобальт, марганец, никель, свинец, кадмий, относится к микроэлементам. Среди МЭ можно выделить

как типично биогенные (Cu, Zn, Co, Mn), участвующие в важнейших ферментативных и обменных процессах в живых организмах, так и типичные ксенобиотики (Pb, Cd) [4,2].

Как видно из таблицы 1 ПДК по Mn составляет 600 мг/кг, а содержание ее в почве в 4-6-5,0 раз меньше и варьируют от 113-134 мг/кг, что характерно для наших почв.

В зональных почвах содержание тяжелых металлов (микроэлементов и железа), обусловлено, прежде всего их содержанием в материнской породе и направленностью процессов почвообразования. Кроме того, содержание металлов в почве зависит от количества в ней органического вещества ее гранулометрического состава, реакций почвенного раствора и связано с процессами миграции в почвенном профиле и биологическим круговоротом элементов.

Таблица 1 – Содержание тяжелых металлов в некоторых рекреационных зонах г. Великие Луки

Место отбора образцов	Глубина отбора, см	Содержание ТМ (валовые формы), мг/кг					
		Mn	Zn	Cd	Ni	Cu	Pb
Набережная Ловать	0-20	132,0	46,3	2,25	24	46	13,00
Набережная Ловать	20-30	113.0	44.7	2.24	24	62	12.83
Нижний парк	0-15	131,0	46,8	0,24	3,45	11,0	27,95
Нижний парк	15-30	134.0	39.3	0.23	3.59	11.0	27.95
Верхний парк	0-30	123.0	45.2	0.22	2.40	13.94	43.49
ПДК	-	600	60	0.5	20	20	130

Как известно среднее содержание цинка в земной коре составляет 200 мг/кг. В почвах, не загрязненных цинком, он содержится в концентрациях от 10 до 300 мг/кг [4]. Представленные данные по показателю содержания валовых форм цинка составило от 39,3 до 46,8 мг/кг, что ниже ПДК, но показатели все таки высокие однако равно или выше фонового содержания, которое конечно зависит от гранулометрического состава и составляет 28-45 у супесчаных и суглинистых соответственно.

Фоновое содержание меди в почвах Псковской области составляет 8-15 мг/кг, наибольшее её содержание отмечено на набережной Ловати и составило 46 мг/кг в верхнем слое 0-20 см, а в слое 20-30 см 62 мг/кг и были выше ПДК. То есть имеет тенденцию на увеличение по сравнению с остальными Т.М.. На территории верхнего и нижнего парка её содержание значительно ниже и составили 0,22-0,24 мг/кг соответственно.

Среднее содержание кадмия в земной коре составляет 5 МГ/КГ, почвах 0,1-0,3 мг/кг. Результаты по фоновому содержанию Cd для супесчаных и суглинистых почв 0,05-0,12 мг/кг. На территории набережной Ловати их содержание превышает и фоновое содержание и ПДК и составляет 2,25 и 2,24 мг/кг на набережной Ловати и резко снижается на территории верхнего и нижнего парка и эти показатели составили 2,4-3,59 мг/кг соответственно..

Никель - довольно широко распространенный элемент в природе. Среднее содержание его в литосфере составляет 80 мг/кг, в почвах - от 10 до 100 мг/кг. Фоновое содержание никеля зависит от механического состава и органического вещества почв [4]. В дерново-подзолистых супесчаных и суглинистых почвах его содержание составляет 6-30 мг/кг соответственно.

Полученные результаты показали, что содержание Ni наибольшее количество обнаружено на набережной реки Ловать и составило 24 мг/кг. В почве верхнего и нижнего парка было на порядок ниже.

Среднее содержание свинца в земной коре составляет 16 мг/кг; почвах - 10 мг/кг. В распределении свинца в почве имеются значительные различия, как по типам почв, так и по регионам. Фоновые концентрации свинца для дерново-подзолистых супесчаных и суглинистых почв составляет 6-15 мг/кг соответственно [6]. Показатели, которые представлены в таблице 1, продемонстрировали, что наибольшее содержание этого элемента приходится на территории нижнего и верхнего парка. Что обосновано близостью автодорог и выбросов автомобилями этого элемента. Однако показатели содержания свинца по отношению к ПДК ниже.

Таким образом, на основании проведенных исследований и полученных в результате них данных, загрязнение почв выше ОДК и ПДК по валовому содержанию свинца, и марганца на обследованной территории не установлено. Основная площадь имеет уровень содержания валовых форм ТМ в почвах – менее 0,5 ПДК. По содержанию кадмия, цинка, меди и никеля имеются превышения ПДК на 07-0,8 Zn ед; Ni 1,2 ед; Cu на 2,7 ед., все превышения обнаружены на набережной Ловать.

Список источников

1. Безуголова О.С., Ильинская И.Н., Закруткин В.Е., Назаренко О.Г., Литвинов Ю.А., Гаевая Э.А., Меженков А.А., Жумбей А.И. Динамика деградации земель в Ростовской области. Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2022;86(1):41-54
2. Ильин, В.Б. Тяжелые металлы в системе почва – растение / Новосибирск: Наука, 1991. – 150 с.
3. Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства/Изд. 2-е. Министерство сельского хозяйства РФ. М.: ЦИАНО, 1992. – 61 с.
4. Экология и охрана труда М.А. Яковченко, О.Б. Константинова, А.А. Косолапова, Л.В. Рогова, Д.Н. Аланкина.– Исследование содержания тяжелых металлов в почвенном покрове и растительности рекультивированных территорий.– С. 116-119.
5. Болтунова А.Д. Накопление тяжелых металлов в почвах под влиянием промышленного производства / Болтунова А.Д., Смирнова С.В., Солтис В.В.// Современные проблемы науки и образования. – 2017. – № 4.
6. Володина Т.И. Эколого-агрохимическое обоснование исследований состояния почв рекреационных зон города Великие Луки./Володина Т.И. Морозов Н.В./ Приоритетные направления развития АПК и сельских территорий: Материалы научно-практической конференции 6 декабря 2021 г.– Великие Луки, 2021. – С. 77-80.

© Володина Т.И., Павлов И.Н., Морозов Н.В., 2022

Научная статья

УДК 63+631.49+579.64:631

Влияние ко-инокуляции различными штаммами ризосферных бактерий на морфологические параметры микрорастений картофеля сорта Невский

Мзия Александровна Григорян¹, Оксана Викторовна Ткаченко¹, Геннадий Леонидович Бурыгин^{1,2}

¹ Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов

² Институт биохимии и физиологии растений и микроорганизмов ФИЦ СНЦ РАН, г. Саратов

Аннотация. Ризосферные рост-стимулирующие бактерии (PGPR) могут оказывать положительное влияние на рост и адаптационную способность микрорастений в культуре *in vitro*. Перспективные для ко-инокуляции штаммы *Azospirillum baldaniorum* Sp245, *Ochrobactrum cytisi* IPA7.2, *Enterobacter ludwigii* K7 и *Kocuria rosea* T1Ks19 были использованы для инокуляции микрорастений картофеля (*Solanum tuberosum* L.) сорта Невский. Все бактерии формировали устойчивые растительно-микробные ассоциации с активной бактеризацией всех частей растений. Наибольший рост-стимулирующий эффект продемонстрировала комбинация штаммов *Azospirillum baldaniorum* Sp245 + *Kocuria rosea* T1Ks19.

Ключевые слова: картофель, культура тканей растений *in vitro*, ко-инокуляция, ризосферные бактерии

Effect of Coinoculation by Different Strains of Rhizospheric Bacteria on Morphological Parameters of Nevsky Potato Micro-Plants

Mziya Aleksandrovna Grigorian¹, Oksana Viktorovna Tkachenko¹, Gennadiy Leonidovich Burygin^{1,2}

¹ Saratov State University of genetics, biotechnology and engineering named after N.I. Vavilov, Saratov

²Institute of Biochemistry and Physiology of Plants and Microorganisms, FRC Saratov Scientific Centre of RAS, Saratov

Abstract. Influences rhizospheric growth-promoting bacteria (PGPR) can have a positive effect on the growth and adaptive capacity of microplants in *in vitro* culture. The strains of *Azospirillum baldaniorum* Sp245, *Ochrobactrum cytisi* IPA7.2, *Enterobacter ludwigii* K7, and *Kocuria rosea* T1Ks19, promising for co-inoculation, were used for the inoculation of potato microplants (*Solanum tuberosum* L.) cv. Nevsky. All bacteria formed stable plant-microbial associations with active bacterization of all plant parts. The combination of *Azospirillum baldaniorum* Sp245 + *Kocuria rosea* T1Ks19 strains demonstrated the greatest growth-stimulating effect.

Key words: potato, *in vitro* plant tissue culture, co-inoculation, rhizospheric bacteria

Культура клеток и тканей растений *in vitro* является модельной системой для изучения взаимодействий растительно-микробных ассоциаций, так как позволяет исключить все внешние факторы среды, кроме прямых эффектов контакта бактериальных клеток с клетками растений, а также искусственно созданных стрессовых факторов (Bashan et al., 2014). В настоящее время для бактериальной инокуляции все больше внимания уделяется смешанным культурам. Совместная инокуляция растений ассоциативными бактериями разных родов рассматривается как одна из самых передовых технологий в сельском хозяйстве (Remans et al. 2008).

Целью данного исследования было изучение влияния четырех штаммов ризосферных бактерий на способность стимулировать рост микроклонов картофеля (*Solanum tuberosum* L.) в культуре *in vitro*.

Использовали штаммы *Azospirillum baldaniorum* Sp245, *Ochrobactrum cytisi* IPA7.2, *Enterobacter ludwigii* K7 и *Kocuria rosea* T1Ks19 с микрорастениями сорта Невский в условиях *in vitro*. Контрольные растения культивировали в стерильных условиях, опытные – инокулировали штаммами в монокультуре и в парных вариантах ко-инокуляции. Микрочеренки с одним листом и почкой помещали на жидкую питательную среду Мурасиге-Скуга без гормонов (Murashige, Skoog, 1962). Штативы с растениями культивировали 30 суток при температуре 24°C, влажности воздуха 60%, освещенности 60 μМ м²/сек., длине дня 16 часов. Оценивали морфометрические параметры побегов и корней. Штаммы *A. baldaniorum* Sp245 и *K. rosea* T1Ks19 добавляли к микрорастениям при черенковании, а штаммы *E. ludwigii* K7 и *O. cytisi* IPA7.2 на 14 сутки после черенкования. Концентрация бактерий в среде

составляла 106 кл/мл. Культивирование микрорастений *in vitro* в течение 30 суток в условиях *in vitro* и проводили статистическую оценку полученных данных. Оценивали морфометрические параметры и биохимические (содержание хлорофилла и каротиноидов в листьях) показатели. Эксперимент был повторен трижды в 2020, 2021 и 2022 гг.

Анализ результатов измерения морфометрических параметров экспериментов показал, что инокуляция растений картофеля штаммами *A. baldaniorum Sp245* с *K. rosea T1Ks19* и *K. rosea T1Ks19* с *O. cytisi IPA7.2* стимулировали рост побега в длину. В этом же варианте *A. baldaniorum Sp245* + *K. rosea T1Ks19*, а также при ко-инокуляции культурами *A. baldaniorum Sp245* с *O. cytisi IPA7.2* существенно увеличивалось количество корней на побегах в 1,5 раза по сравнению с контролем. Во всех вариантах инокуляции корни были короче в сравнении с контролем.

Для комбинации *A. baldaniorum Sp245* + *K. rosea T1Ks19* отмечено достоверное повышение сухой массы побегов и листьев по сравнению с контролем соответственно в 2,4 и 2,3 раза. Сухая масса побега также была увеличена в варианте ко-инокуляции штаммами *O. cytisi IPA7.2* с *E. ludwigii K7* в 2,0 раза, а сухая масса листьев – в варианте с чистой культурой *O. cytisi IPA7.2* в 1,9 раза. Количество узлов на побеге увеличивалось только в одном варианте ко-инокуляции *A. baldaniorum Sp245* с *K. rosea T1Ks19* (на 22%).



Рисунок 1. Микрорастения сорта Невский инокулированные штаммами по отдельности и ко-инокулированные двумя штаммами одновременно. Слева направо: 1. контроль; 2. инокуляция штаммом *A. baldaniorum Sp245*; 3. *K. rosea T1Ks19*; 4. *E. ludwigii K7*; 5. *O. cytisi IPA7.2*; 6. *A. baldaniorum Sp245* + *K. rosea T1Ks19*; 7. *A. baldaniorum Sp245* + *E. ludwigii K7*; 8. *A. baldaniorum Sp245* + *O. cytisi IPA7.2*; 9. *K. rosea T1Ks19* + *E. ludwigii K7*; 10. *K. rosea T1Ks19* + *O. cytisi IPA7.2*; 11. *O. cytisi IPA7.2* + *E. ludwigii K7*

Существенное снижение сырой массы корней установлено только в вариантах с инокуляцией чистыми штаммами *E. ludwigii K7* и с *K. rosea T1Ks19*, их комбинацией, а также комбинацией штаммов *K. rosea T1Ks19* с *O. cytisi IPA7.2*. Сухая масса корней в большинстве вариантов от контроля не отличалась, а в одном варианте инокуляции штаммами *A. baldaniorum Sp245* и *O. cytisi IPA7.2* даже увеличивалась.

Достоверное увеличение сырой массы побега отмечено для вариантов инокуляции одиночными культурами *A. baldaniorum Sp245*, *E. ludwigii K7*, *O. cytisi IPA7.2*, а также в комбинации *A. baldaniorum Sp245* с *E. ludwigii K7* и *O. cytisi IPA7.2* с *E. ludwigii K7* (максимально – инокуляция микрорастений штаммом *O. cytisi IPA7.2* в 1,1 раз по сравнению с контролем).

Сухая масса побега также была увеличена в варианте инокуляции одиночными штаммами *A. baldaniorum Sp245*, *E. ludwigii K7* и в комбинации штаммов *K. rosea T1Ks19* с *E. ludwigii K7* и *O. cytisi IPA7.2*, а также *O. cytisi IPA7.2* с *E. ludwigii K7*. Сырая масса корней увеличивалась только в варианте ко-инокуляции *O. cytisi IPA7.2* с *E. ludwigii K7* в 2,0 раза. Количество узлов на побеге во всех вариантах достоверно не различалось с контролем.

Таким образом, по результатам трех экспериментов анализ морфометрических параметров показывает существенное положительное влияние инокуляции микрорастений картофеля

сорта Невский бактериями в первую очередь на корнеобразование при неоднозначном влиянии на рост побега. Результаты могут быть использованы для повышения эффективности микрклонального размножения картофеля.

Список источников

1. Bashan Y., de-Bashan L.E., Prabhu S.R., Hernandez J-P. Advances in plant growth-promoting bacterial inoculant technology: formulations and practical perspectives (1998–2013) // Plant Soil. 2014 V. 378 P. 1–33.
2. Remans R., Ramaekers L., Schelkens S., Hernandez G., Garcia A., Reyes J.L., Mendez N., Toscano V., Mulling M., Galvez L., Vanderleyden J. Effect of Rhizobium–Azospirillum coinoculation on nitrogen fixation and yield of two contrasting Phaseolus vulgaris L. genotypes cultivated across different environments in Cuba // Plant Soil. 2008 V. 312(1-2). P.25-37.

© Григорян М.А. Ткаченко О.В., Бурьгин Г.Л., 2022

Научная статья
УДК 579.26+631.46

Защитные и ростстимулирующие свойства ризобактерий *Paenibacillus Polymyxa*, образующих ассоциации с агрономически значимыми культурами

Ирина Владимировна Егоренкова, Кристина Владимировна Трегубова
Институт биохимии и физиологии растений и микроорганизмов РАН,
г. Саратов

Аннотация. Ризобактерии *Paenibacillus polymyxa* хорошо известны благодаря продукции ими ряда биологически активных соединений. В работе представлены данные по ростстимулирующему действию некоторых штаммов *P. polymyxa* на проростки пшеницы и их **фунгицидной активности** в отношении фитопатогенных грибов. Показано, что данные бактерии обладают комплексом PGPR-свойств и могут представлять интерес для сельскохозяйственной практики.

Ключевые слова: *Paenibacillus polymyxa*, пшеница, ростстимулирующие свойства, биоконтроль, экзополисахариды, биоудобрения

Protective and plant-growth-promoting properties of *paenibacillus polymyxa* rhizobacteria forming associations with agronomically important crops

Irina Vladimirovna Yegorenkova, Kristina Vladimirovna Tregubova
Institution Saratov Federal Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences (IBPPM RAS),
Saratov

Abstract. *Paenibacillus polymyxa* rhizobacteria are well known for their production of a number of biologically active compounds. This work presents data concerning the plant-growth-promoting (PGPR) effect of some *P. polymyxa* strains on wheat seedlings and concerning their fungicidal activity against phytopathogenic fungi. It is shown that these bacteria have a complex of PGPR properties and may be of interest for agricultural practice.

Key words: *Paenibacillus polymyxa*, wheat, plant-growth-promoting properties, biocontrol, exopolysaccharides, biofertilizers

За последние десятилетия *Paenibacillus polymyxa* привлекли внимание исследователей всего мира, так как эти ризобактерии имеют большие перспективы благодаря значительным

экологическим и биотехнологическим свойствам. В ходе эволюции их ростстимулирующие свойства привели к обогащению этими бактериями ризо- и эндосферы растений и сделало их ключевыми членами микробного сообщества ряда сельскохозяйственных культур [1].

Отмечалось стимулирующее действие *P. polymyxa* на рост и развитие широкого круга растений, таких как перец, киви, арбуз, рис, кукуруза, картофель, огурец, томат, ячмень, пшеница, кунжут и ряд декоративных растений [1, 2], что связывают со способностью данных бактерий к азотфиксации, фосфатсолобилизации, продукции ферментов, фитогормонов, сидерофоров, антибиотиков и экзополисахаридов (ЭПС) [3, 4]. Для ряда агрономически значимых штаммов паенибацилл получены полные геномные последовательности, кодирующие синтез литических ферментов, фитогормонов, антибактериальных веществ и других метаболитов [5].

В наших исследованиях мы использовали штаммы *P. polymyxa*: ССМ 1459^T, ССМ 1460, ССМ 1465, 92, 88А. Было обнаружено, что инокуляция проростков пшеницы (*Triticum aestivum* L. cv. Saratovskaya 29) штаммами *P. polymyxa* ССМ 1465 и 92 или обработка их экзополисахаридами приводила к увеличению митотического индекса клеток корней пшеницы, что свидетельствовало об активации деления клеток в корневых меристемах [6]. Анализ морфометрических показателей проростков выявил ростстимулирующее влияние паенибацилл и их ЭПС на пшеницу, что проявилось в увеличении длины и массы сухого вещества корней и побегов.

Известно, что *P. polymyxa* является также успешным агентом биоконтроля против различных возбудителей болезней растений, в том числе бактерий, грибов, оомицетов и нематод (*Xanthomonas campestris*, *Botrytis cinerea*, *Fusarium oxysporum*, *Phytophthora palmivora*, *Ralstonia solanacearum*, *Rhizoctonia solani*) [1, 7]. Эту активность связывают в том числе со способностью *P. polymyxa* к синтезу антибиотиков, гидролитических экзоферментов, летучих органических компонентов, а также к индуцированию системной резистентности растений.

Мы исследовали миколитическую и антибактериальную активность 5-ти штаммов бактерий *P. polymyxa*. Установлено, что анализируемые штаммы *P. polymyxa* ингибировали рост бактерий *Erwinia carotovora* и *Xanthomonas campestris*. **Установлено избирательное действие *P. polymyxa* на грибные культуры. Выявлена фунгицидная активность штаммов *P. polymyxa* в отношении фитопатогена *F. oxysporum* (значительная у штаммов ССМ 1459^T и 88А).** В то же время тестируемые штаммы *P. polymyxa*, за исключением штамма 88А, не угнетали рост *Trichoderma harzianum*, который входит в состав различных биоудобрений. Обнаружено, что анализируемые нами штаммы *P. polymyxa* в той или иной мере обладали способностью продуцировать литические ферменты: протеазы, хитиназы, глюкозидазы и липазы, что может иметь существенное значение в биоконтроле фитопатогенных грибов.

Широкий спектр свойств и продуцируемых метаболитов, которые *P. polymyxa* использует для выживания, процветания в различных экологических нишах и стимулирования роста растений, делает его важным и многообещающим средством биоконтроля и биоудобрения. Использование микробных препаратов на основе ризобактерий может значительно снизить применение минеральных удобрений и пестицидов, тем самым способствуя сохранению плодородия почвы, получению качественной с/х продукции и оздоровлению окружающей среды.

Список источников

1. Langendries S., Goormachtig S. *Paenibacillus polymyxa*, a Jack of all trades // Environ. Microbiol. – 2021. – Vol. 10. – P. 5659–5669.
2. Maes M., and Baeyen S. Experiences and perspectives for the use of a *Paenibacillus* strain as a plant protectant // Commun. Agric. Appl. Biol. Sci. – 2003. – Vol. 68. – 457–462.
3. Daud N.S., Din A.R.J. M., Rosli M.A., Azam Z.M., Othman N.Z., Sarmidi M.R. *Paenibacillus polymyxa* bioactive compounds for agricultural and biotechnological applications // Biocatal. Agricult. Biotechnol. – 2019. – Vol. 18. – 101092.

4. Liang T.-W., Wang S.-L. Recent advances in exopolysaccharides from *Paenibacillus* spp.: production, isolation, structure, and bioactivities // *Mar. Drugs*. – 2015. – Vol. 13. – P. 1847–1863.
5. Wang B., Cheng H., Qian W., Zhao W., Liang C., Liu C., Cui G., Liu H., Zhang L. Comparative genome analysis and mining of secondary metabolites of *Paenibacillus polymyxa* // *Genes. Genet. Syst.* – 2020. – Vol. 95. – P. 141–150.
6. Yegorenkova I.V., Tregubova K.V., Krasov A.I., Evseeva N.V., Matora L.Yu. Effect of exopolysaccharides of *Paenibacillus polymyxa* rhizobacteria on physiological and morphological variables of wheat seedlings // *J. of Microbiol.* – 2021. – Vol. 59 (8). – P. 729–735.
7. Chávez-Ramírez B., Kerber-Díaz J.C., Acoltzi-Conde M.C., Ibarra J.A., Vásquez-Murrieta M.-S., and Estrada-delos Santos P. Inhibition of *Rhizoctonia solani* RhCh-14 and *Pythium ultimum* PyFr-14 by *Paenibacillus polymyxa* NMA1017 and *Burkholderia cenocepacia* CACua-24: a proposal for biocontrol of phytopathogenic fungi // *Microbiol. Res.* – 2020. – Vol. 230. – 126347.

© Егоренкова И.В., Трегубова К.В., 2022

Научная статья
УДК 332.3

Влияние арбускулярно-микоризных грибов на показатели качества клубней картофеля

Светлана Павловна Замана

Государственный университет по землеустройству
г. Москва

Аннотация. В работе представлены результаты микрополевого опыта по применению при выращивании картофеля биопрепарата, содержащего 4 разновидности арбускулярно-микоризных грибов (*Glomus aggregatum*, *Glomus etunicatum*, *Glomus introradices*, *Glomus mosseae*). Показано, что микоризация способствовала улучшению качественных показателей выращенных клубней картофеля. По сравнению с контрольным вариантом в клубнях из опытного варианта увеличивалось содержание сухого вещества, крахмала, витамина С, полифенолов, повышалась антиоксидантная активность, в то же время уменьшалось количество нитратов.

Ключевые слова: арбускулярно-микоризные грибы, картофель, крахмал, витамин С, полифенолы, антиоксидантная активность

Influence of arbuscular-mycorrhizal fungi on the quality indicators of potato tubers

Svetlana Pavlovna Zamana

State University for Land Management,
Moscow

Abstract. The paper presents the results of a microfield experiment on the use of a biopreparation containing 4 varieties of arbuscular-mycorrhizal fungi (*Glomus aggregatum*, *Glomus etunicatum*, *Glomus introradices*, *Glomus mosseae*) in growing potatoes. It is shown that mycorrhization contributed to the improvement of the quality indicators of grown potato tubers. Compared with the control variant, the content of dry matter, starch, vitamin C, polyphenols increased in the tubers from the experimental variant, antioxidant activity increased, while the amount of nitrates decreased.

Key words: arbuscular mycorrhizal fungi, potato, starch, vitamin C, polyphenols, antioxidant activity

Ухудшение экологических и климатических условий, снижение почвенного плодородия, множество заболеваний растений и их подверженность влиянию насекомых-вредителей вынуждают науку искать все новые и новые методы повышения урожайности сельскохозяйственных культур и улучшения качества растениеводческой продукции. Для уменьшения отрицательного воздействия на растения многих из перечисленных негативных факторов перспективным приемом может являться применение биопрепаратов, содержащих арбускулярно-микоризные грибы (АМГ).

Еще с середины 19 века была известна связь корней растений с грибами, термин микориза в 1885 г. ввел известный ученый Альберт Бернхард Франк [1]. Микоризой называется взаимная симбиотическая связь между грибом и растением, играющая важную роль в биологических и химических свойствах почвы и, особенно, в питании растений. Арбускулярная микориза образуется только грибами подразделения Glomeromycota и встречается она у 85% всех семейств растений, включая сельскохозяйственные культуры [2].

Арбускулярно - микоризный гриб колонизирует ткани корня растения внутриклеточно (рис.). Гифы арбускулярной микоризы проникают в клетки растений, образуя структуры - пузырьки и арбускулы (дихотомически разветвляющиеся выпячивания), обеспечивающие обмен питательными веществами. Гифы грибов инвагинируют клеточную мембрану. Структура арбускул значительно увеличивает площадь поверхности контакта между гифом и цитоплазмой клетки, облегчая обмен питательными веществами между ними.

Посредством такого симбиоза гриб за счет обширной сети гифов обеспечивает в 10 раз большую поверхность всасывания питательных веществ и влаги из почвы для растений, а растение, в свою очередь, снабжает гриб сахарами и продуктами фотосинтеза.

Микориза способствует транспортировке аллопатического вещества юглон, которое подавляет развитие растений-конкурентов, поэтому микоризованное растение распространяется в большем объеме почвы. Микориза также улучшает структуру почвы при помощи вещества гломалин, которое выступает цементирующим элементом для её частиц. У микоризованных растений наблюдается большая устойчивость к вредителям и патогенам за счет глубинных изменений в метаболизме растения [3].

Заселение микоризы, нехарактерной для данной местности, может иметь такое же влияние на экосистему, как и заселение инвазивных видов. Эффект от микоризации сильно зависит от аборигенных условий, особенно от доступности элементов питания из почвы и концентрации углекислого газа в атмосфере. Наблюдается обратная зависимость между развитием микоризы и содержанием фосфатов в почвах, т.е. чем больше почва насыщена фосфатами и чем проще растению их добыть, тем меньше развитие микоризы [4]. Также растения, которым микориза обеспечила улучшенное питание, могут выступать приманкой для вредителей.

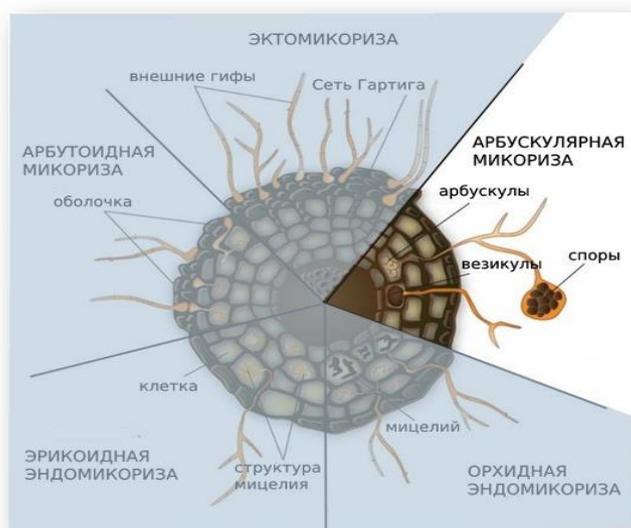


Рисунок 1. Виды микоризации корня растения. Арбускулярная микориза

Нами были проведены исследования по применению биопрепарата, содержащего 4 разновидности арбускулярно-микоризных грибов (*Glomus aggregatum*, *Glomus etunicatum*, *Glomus introradices*, *Glomus mosseae*), на картофеле в Ивановской области (56°59' с. ш., 40°58' в. д.). Опыты проводились на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве с содержанием гумуса 2,7%, рН - 6,5, P2O5 - 145 мг/кг и K2O - 120 мг/кг.

Средняя дневная/ночная температура воздуха в мае, июне, июле, августе и сентябре в регионе посевов составляла (С⁰): 15/8,6, 19,5/12,5, 21,7/14,7, 21/13,6, 14,4/8,8, соответственно. Ежемесячное количество осадков (мм): 80,6 (май), 76,9 (июнь), 106,6 (июль), 71 (август), 44,5 (сентябрь).

В опыте применялся столовый сорт картофеля российской селекции «Удача». Это неприхотливый, засухоустойчивый, морозоустойчивый и стрессоустойчивый сорт, произрастающий на всех типах почв с хорошей воздухопроницаемостью. Данный сорт является одним из ранних, сроки созревания составляют 65-80 дней от момента появления всходов. Клубни гладкие, округлой или округло-овальной формы, с массой 100-150 грамм.

Перед посадкой картофеля участок удобряли перегноем (5 кг на 1 м²). В опыте предусматривалось 2 варианта: 1) Контроль, 2) Биопрепарат (АМГ). Повторность - 4-х кратная, размер делянки – 50 м². Биопрепарат вносили при посадке картофеля в дозе 0,1 г/м².

В выращенных клубнях картофеля определяли содержание крахмала с помощью поляриметрического метода [5], содержание витамина С - методом визуального титрования [5], содержание полифенолов – спектрофотометрическим методом с использованием реактива Фолина [5], антиоксидантную активность - методом титрования перманганатом калия [6], содержание нитратов - с помощью ионоселективного электрода на иономере.

Как видно из представленных в табл. 1 данных, в клубнях картофеля из опытного варианта увеличивалось содержание сухого вещества и крахмала, а содержание нитратов уменьшалось, по сравнению с контрольным вариантом.

Таблица 1 – Содержание сухого вещества, крахмала и нитратов в клубнях картофеля

Варианты опыта	Сухое вещество, %	Крахмал, %	Нитраты, мг/кг
Контроль	18,8 ± 0,2	14,1 ± 0,3	194 ± 8
АМГ	23,0 ± 0,3	16,5 ± 0,3	164 ± 7

Так, содержание сухого вещества в клубнях из контрольного варианта составляло 18,8 %, а в клубнях из варианта с применением арбускулярно-микоризных грибов – 23,0 %; содержание крахмала в клубнях из контрольного варианта составляло 14,1 %, а в клубнях из опытного варианта – 16,5 %. При применении арбускулярно-микоризных грибов в клубнях картофеля уменьшилось содержание нитратов с 194 мг/кг (в контрольном варианте) до 164 мг/кг (в опытном варианте).

Содержание сухого вещества в клубнях картофеля влияет на вкусовые качества и на качество продуктов его переработки. Главным компонентом химического состава картофеля является крахмал. Это запасной углевод большинства растений, но особенно много его в картофеле. Крахмал - хорошо растворимый в воде полисахарид (C₆H₁₀O₅). От количества крахмала зависит вкус картофеля, чем его больше, тем вкуснее. При большем содержании в клубнях крахмала урожай лучше и дольше сохраняется. В нашем эксперименте содержание крахмала в клубнях из опытного варианта было выше на 2,4 % по сравнению с контрольным вариантом.

Содержание нитратов в овощах является показателем пищевой безопасности, поскольку накопление их выше предельно допустимых концентраций (ПДК) может вызывать функциональные расстройства в организме человека и животных (пищевое отравление, нарушение обмена веществ, кислородное голодание из-за блокирования гемоглобина и др.). При регулярной передозировке нитратов могут быть и более серьезные последствия. В наших

исследованиях отмечалось снижение содержания нитратов в клубнях картофеля при применении арбускулярно-микоризных грибов на 15,5 %, по сравнению с контрольным вариантом; причем в обоих вариантах содержание нитратов было ниже принятого ПДК (250 мг/кг).

Как видно из представленных в табл. 2 данных, при внесении в почву арбускулярно-микоризных грибов повышались показатели антиоксидантного статуса клубней картофеля. Антиоксидантная активность в клубнях картофеля в контрольной варианте составляла 7,3 мг-экв галловой кислоты на г сухой массы, а в опытном варианте она была 8,5 мг-экв галловой кислоты на г сухой массы. Содержание аскорбиновой кислоты (витамина С) в клубнях картофеля в контрольном варианте было 18,6 мг/100 г, а в опытном варианте - 24,5 мг/100 г. Содержание полифенолов в клубнях картофеля в контрольном варианте составляло 3,8 мг-экв галловой кислоты на г сухой массы, а в опытном варианте – 4,6 мг-экв галловой кислоты на г сухой массы.

Таблица 2 – Показатели антиоксидантного статуса картофеля

Варианты опыта	Антиоксидантная активность, мг-экв галловой к-ты на г сухой массы	Аскорбиновая кислота, мг/100 г	Полифенолы, мг-экв галловой к-ты на г сухой массы
Контроль	7,3 ± 0,2	18,6 ± 0,7	3,8 ± 0,3
АМГ	8,5 ± 0,3	24,5 ± 0,8	4,6 ± 0,4

Среди различных биологически активных соединений растений антиоксиданты составляют важнейшую группу, определяющую функциональную значимость сельскохозяйственной продукции в питании человека, поскольку именно растения являются основными источниками природных антиоксидантов для человека. Антиоксиданты помогают растениям противостоять различным формам оксидантного стресса, адаптироваться к постоянно меняющимся условиям окружающей среды, а также изменяют экспрессию генов, участвующих в отклике организма на биотические и абиотические стрессы [7].

Одним из важнейших природных антиоксидантов является витамин С (аскорбиновая кислота), который принимает участие в целом ряде биохимических процессов. В отличие от растений, организм человека не способен синтезировать этот витамин, поэтому он должен систематически поступать с пищей. В нашем эксперименте содержание аскорбиновой кислоты в клубнях картофеля из опытного варианта повысилось на 5,9 мг/кг, по сравнению с контрольным вариантом.

Полифенолы обладают высокой антиоксидантной активностью и мощными антиканцерогенными свойствами. Они объединяют несколько различных групп соединений, таких как антоцианины, кумарины, лигнины, флавоноиды, танины, хиноны, фенолы. Установлено, что антиоксидантная активность полифенолов определяется количеством свободных гидроксильных групп и степенью сопряжения ненасыщенных боковых цепей с ароматическими кольцами [8]. Помимо высокой антиоксидантной активности такие соединения проявляют также эффект синергизма с другими природными антиоксидантами. В нашем эксперименте содержание полифенолов в клубнях картофеля из варианта, куда вносили арбускулярно-микоризные грибы, повысилось на 21 %, по сравнению с контрольным вариантом.

Повышение содержания полифенолов способствует повышению антиоксидантной активности, то есть способствует увеличению скорости, с которой антиоксиданты нейтрализуют свободные радикалы. Общая антиоксидантная активность [9] является одним из определяющих параметров в установлении защитного биологического действия растения на организм человека. В нашем опыте антиоксидантная активность в клубнях картофеля

повысилась при внесении арбускулярно-микоризных грибов на 16,4 %, по сравнению с контролем.

Заключение

Проведенные исследования показали, что внесение в почву при посадке картофеля сорта Удача полезных микроорганизмов, таких как арбускулярно-микоризные грибы *Glomus aggregatum*, *Glomus etunicatum*, *Glomus introradices*, *Glomus mosseae*, способствовало повышению качества выращиваемого картофеля. В клубнях из опытного варианта увеличивалось содержание сухого вещества, аскорбиновой кислоты (витамина С), крахмала, полифенолов, повышалась антиоксидантная активность, а также понижалось содержание нитратов, по сравнению с контрольным вариантом.

Список источников

1. Frank B. Ueber die auf Wurzelsymbiose beruhende Ernährung gewisser Bäume durch unterirdische Pilze // Journal of Agricultural Research. - Eingegangen, 1885. - 128-146 p.
2. Использование арбускулярных микоризных грибов для повышения урожайности сельскохозяйственных культур [Электронный ресурс]: Я.С. Камельчук. – Электрон. текстовые дан. – г. Пинск, Республика Беларусь, Полесский государственный университет, 03.04.2020 : URL:http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:TxPWDMt10L0J:www.immunopathology.com/ru/article.php%3Fdownload_pdf%3D20+&cd=3&hl=ru&ct=clnk&gl=ru (дата обращения 12.04.2021)
3. Соколова Н.А. Использование ВАМ-грибов в агроценозе для регулирования фосфорного питания растений на обычных и эродированных черноземах: дисс. канд. наук., М.: МГУ. - 1995
4. Карузо Д., Голубина Н.А., Середин Т.М., Селлитто В.М. Использование арбускулярных микоризных грибов при выращивании луковых культур // Овощи России. – 2018. – № 3 (41). – С. 93–99
5. Руководство по методам контроля качества и безопасности биологически активных добавок к пище. - Москва: Минздрав. - 2004. - 239 с.
6. Maximova T. V., Nikulina I. N., Pakhomov V. P., Shkarina N. I., Chumakova Z. V., Arzamastsev A. P. Method of antioxidant activity determination //RF Patent. – 2001. - № 2.170
7. Naik S. R. 2003 Antioxidants and their role in biological functions: an overview // Ind. Drugs. – 2003. - 40 (9). – p. 501-508
8. Kasote D. M., Katyare S. S., Hegde M. V., Bae H. Significance of antioxidant potential of plants and its relevance to therapeutic applications // Int. J. Biol. Sci. – 2015. - 11. - p. 982-991
9. Pisoschi A. M., Negulescu G. P. Methods for Total Antioxidant Activity Determination: A Review // Anal. Biochem. – 2011. – 1. – p. 106

© Замана С.П., 2022

Научная статья

УДК 58.084:633.491:631.532:579.64

Роль ризобактерий в регулировании антиоксидантной системы микроризонов картофеля при адаптации к условиям *ex vitro*

Артем Алексеевич Куликов¹, Оксана Викторовна Ткаченко¹, Нина Васильевна Евсеева², Кристина Юрьевна Каргаполова¹, Алена Юрьевна Денисова¹, Наталья Николаевна Позднякова², Геннадий Леонидович Бурьгин^{1,2}

¹ Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов

²Институт биохимии и физиологии растений и микроорганизмов ФИЦ СНЦ РАН, г. Саратов

Аннотация. В статье представлены результаты изучения влияния ризобактерий *Azospillum baldaniorum* Sp245 и *Ochrobactrum cytisi* IPA7.2. на регулирование антиоксидантной системы микроклонов картофеля сортов Невский и Кондор в процессе адаптации их к условиям *ex vitro* в аэропонной установке. Бактеризация на этапе *in vitro* регулировала про/антиоксидантную систему в растениях, что приводило к ослаблению окислительного стресса и более быстрой их адаптации к условиям аэропоники.

Ключевые слова: картофель, клональное микроразмножение *in vitro*, адаптация *ex vitro*, аэропоника, ризобактерии, про-/антиоксидантная система

The role of rhizobacteria in the regulation of the antioxidant system of potato microclones during adaptation to *ex vitro* conditions

Artem Alekseevich Kulikov¹, Oksana Viktorovna Tkachenko¹, Nina Vasilyevna Evseeva², Kristina Yuryevna Kargapolova¹, Alena Yuryevna Denisova¹, Natalya Nikolaevna Pozdnyakova², Gennady Leonidovich Burygin^{1,2}

¹ Saratov State University of genetics, biotechnology and engineering named after N.I. Vavilov, Saratov

²Institute of Biochemistry and Physiology of Plants and Microorganisms, FRC Saratov Scientific Centre of RAS, Saratov

Annotation. The article presents the results of studying the influence of rhizobacteria *Azospillum baldaniorum* Sp245 and *Ochrobactrum cytisi* IPA7.2. on the regulation of the antioxidant system of potato microclones of the Nevsky and Kondor cultivars in the process of their adaptation to *ex vitro* conditions in an aeroponic system. Bacterization at the *in vitro* stage regulated the pro/antioxidant system in plants, which led to a reduction in oxidative stress and faster adaptation to aeroponics conditions.

Keywords: potato, *in vitro* micropropagation, *ex vitro* adaptation, aeroponic, rhizobacteria, pro/antioxidant system

В семеноводстве картофеля метод клонального микроразмножения *in vitro* позволяет получать оздоровленные микроклоны, но особенности условий культивирования снижают адаптационный потенциал микрорастений, в том числе при высадке в гидро- и аэропонные установки для получения мини-клубней [1]. **Существенное повышение адаптационного потенциала микроклонов достигается путем создания активно-функционирующих растительно-микробных ассоциаций между микрорастениями и ризосферными стимулирующими рост растений бактериями (PGPR) [2].**

Микрорастения картофеля (*Solanum tuberosum* L.) сортов Невский и Кондор выращивали в жидкой питательной среде Мурасиге-Скуга без гормонов. На этапе черенкования микрорастения инокулировали суспензией бактерий *Azospirillum baldaniorum* Sp245. Через 14 суток культивирования их дополнительно инокулировали суспензией бактерий *Ochrobactrum cytisi* IPA7.2. Контролем служили растения без инокуляции бактериями.

На 30 сутки растения высаживали в аэропонную установку и выращивали в условиях длинного дня (16 часов свет/ 8 часов темнота) при температуре 25°C днем и 20°C ночью на питательном растворе по Мартиросяну [1]. Время распыления раствора (2 минуты) чередовалось с нахождением в воздухе (5 минут). Продолжительность этапа выращивания в аэропонике составляла 3 недели. Весь эксперимент продолжался 7 недель.

На 21 сутки выращивания в аэропонике оценивались морфофизиологические и биохимические показатели растений (по 10 из каждого варианта опыта).

Результаты экспериментов показали, что в культуре *in vitro* бактеризация микрорастений приводила к усилению роста побегов в среднем на 25% и площади листьев – на 20%. Не было обнаружено различий в размере и количестве устьиц и в содержании фотосинтетических пигментов у бактеризованных и контрольных растений *in vitro*. Активность антиоксидантных

ферментов каталазы и пероксидазы в листьях как контрольных, так и опытных растений, а также содержание перекиси водорода, не отличались. У бактеризованных растений по сравнению с контрольными снижалось содержание малонового диальдегида (МДА) на 13,2% и аскорбатпероксидазы на 34,7%.

Анализ после 3 недель адаптации в аэропонной установке показал, что бактеризованные растения достоверно превосходили контрольные по длине побега (+38,9%), сырой и сухой массе (соответственно +26 и 33,3%), а также по количеству листьев (+17,8%) и их площади на растении (+27,9%). Достоверных различий в росте корней в контроле и опыте не установлено. Количество устьиц в условиях *ex vitro* существенно не изменялось, но размер замыкающих клеток значительно уменьшался. Содержание фотосинтетических пигментов у опытных растений по сравнению с контролем уменьшалось. Бактеризация приводила к повышению активности каталазы и пероксидазы в листьях на 1 и 7 сутки адаптации в условиях аэропонной установки в 1,5-2 раза по сравнению с контрольными растениями. Содержание МДА в листьях бактеризованных растений на 1 и 7 сутки культивирования было ниже, чем у контрольных растений, что говорит о снижении уровня окислительного стресса у растений. На 14-21 сутки биохимические показатели контрольных и опытных растений выравнивались.

Таким образом, в условиях аэропоники микрорастения испытывали стресс в момент высадки, который был успешно нивелирован за счет бактеризации на этапе их культивирования *in vitro*. В целом, несмотря на некоторые сортовые различия бактеризация микрорастений картофеля способствовала снижению уровня окислительного стресса и повышению темпов роста на этапе перехода от культивирования *in vitro* к выращиванию *ex vitro* в условиях аэропоники. Бактеризация микрорастений приводила к более эффективному ответу со стороны антиоксидантной системы растений. В результате, адаптация микрорастений, инокулированных бактериями изученных штаммов, проходила быстрее, что приводило к их опережающему росту по сравнению с контрольными неинокулированными растениями.

Список источников

1. Мартиросян, Ю. Ц. Аэропонные технологии в первичном семеноводстве картофеля – перспективы и преимущества /Ю. Ц. Мартиросян // Методы биотехнологии в селекции и семеноводстве картофеля. Картофелеводство: материалы международной научно-практической конф. Москва: ГНУ ВНИИКХ Россельхозакадемии. 2014. С.75-77.

2. Caradonia, F. Plant biostimulants in sustainable potato production: an overview / F. Caradonia, D. Ronga, A. Tava, E. Francia // Potato Res. 2022. P. 83-104.

Работа выполнена при поддержке гранта Российского научного фонда № 22-26-00087, <https://rscf.ru/en/project/22-26-00087>

© Куликов А.А., Ткаченко О.В., Евсеева Н.В., Каргаполова К.Ю., Денисова А.Ю., Позднякова Н.Н., Бурыгин Г.Л., 2022

Научная статья
УДК 631.461.6:631.92

Изучение зависимости микробиологической активности чернозема типичного при внедрении в технологию возделывания приемов биологического земледелия

Виктория Викторовна Лоткова

ФГБОУ ВО «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина»,
г. Белгород

Владимир Борисович Азаров

Аннотация. В статье приведены данные входе трехлетнего исследования биологической активности целлюлозоразлагающих бактерий методом закладки льняного полотна. Объектом исследования послужил чернозем типичный под посевами зерновых культур севооборота соя – озимая пшеница – зерновая кукуруза в почвенно-климатических условиях юго-запада ЦЧР. Установлено благоприятное влияние компоста на основе куриного помета и повышенных доз гранулированных органических удобрений (6 т/га) на данный показатель. При чем поверхностная заделка на глубину 15-20 см показала себя более эффективной нежели вспашка.

Ключевые слова: биологическое земледелие, плодородие, чернозем, зерновые культуры, микробиологическая активность

Study of the dependence of the microbiological activity of chernozem typical when introducing biological farming techniques into cultivation technology

Victoria Viktorovna Lotkova

FSEI of HE «Belgorod State Agrarian University named after V.Ya. Gorin», Belgorod

Vladimir Borisovich Azarov

FSEI of HE «Belgorod State Agrarian University named after V.Ya. Gorin», Belgorod

Annotation. The article presents data in the course of a three-year study of the biological activity of cellulose-decomposing bacteria by the method of laying linen. The object of the study was the typical chernozem under the crops of grain crops of the soybean – winter wheat – grain corn rotation in the soil and climatic conditions of the south-west of the Central Asian Republic. A favorable effect of compost based on chicken manure and increased doses of granular organic fertilizers (6 t/ha) on this indicator has been established. Moreover, surface sealing to a depth of 15-20 cm proved to be more effective than plowing.

Keywords: biological agriculture, fertility, chernozem, grain crops, microbiological activity

Одним из важнейших показателей почвенного плодородия является биологическая активность [3]. Благодаря почвенным организмам, населяющим преимущественно корнеобитаемый слой и происходят важнейшие процессы. К таким процессам относится минерализация органического вещества [1,5].

Растения, как известно, поглощают элементы питания в виде ионов, находящихся в растворенном виде в почвенном растворе. В то же время показателем богатства того или иного типа почвы является содержание органического вещества или же гумуса [4].

Именно благодаря усердному труду микроорганизмов и происходит конвертация органики, в доступное для питания растений форму минеральных веществ.

Так же, за счет активности почвенной фауны обеспечивается и агрессивная среда, устойчивая к воздействию неблагоприятных факторов, например, патогенов.

В биологическом земледелии, при условии максимального вовлечения в малый биологический круговорот пожнивно-корневых остатков, нетоварной части урожая и органических удобрений, особенно важно сохранить высокую биологическую активность почвы. Микробное разложение органической массы – обязательное условие высокоэффективного осуществления хозяйственной деятельности, расширенного воспроизводства плодородия почвы и получения стабильных устойчивых урожаев.

Наиболее активными представителями почвенного микробного сообщества являются целлюлозоразлагающие микроорганизмы, использующие для своего метаболизма, главным образом высокоуглеродистые соединения, клетчатку органической массы [2].

Одним из распространенных и наиболее демонстративных способов определения активности целлюлозоразлагающих микроорганизмов является метод разложения льняного полотна, выражаемое в процентах от исходной массы.

Нами был осуществлен данный анализ в рамках научного исследования приемов биологизации земледелия на распространенном в Центральном Черноземье зерновом севообороте соя – озимая пшеница – кукуруза на зерно. Данный севооборот нацелен, преимущественно на обеспечение животноводческой отрасли, развитой в регионах ЦЧР, пищевым сырьем.

Программа исследования предполагает 3 вида удобрений – гранулированное органическое удобрение БГК-ВН в различных дозах, свиноводческие стоки и закомпостированный куриный помет на трех культурах севооборота при двух видах заделки – поверхностной (дисковыми луцильниками на глубину 15-20 см) и глубокой (отвальная вспашка на глубину 20-30 см).

Результаты приведены в таблицах 1 и 2.

Мы можем наблюдать, что гранулы органического удобрения, которые были внесены осенью очень быстро были переработаны почвенными организмами за весенний период. По этой причине к моменту закладки льняного полотна внесенная органика представляла собой питательные вещества в минеральной форме, а также связанные коллоидной частью почвы углеродистые соединения.

На контрольном варианте без применения удобрений в среднем за три года исследований значение изучаемого показателя составило 22,1-25,4 %. Внесение отходов свиноводства – стоков отмечено некоторое снижение до 19,7-23,5 % отличное по культурам севооборота и способа заделки удобрений в почву.

Таблица 1 – Биологическая активность почвы в зависимости от использования органических удобрений при поверхностной заделке, %

Обработка почвы	Удобрения	Слой почвы, см	Разложение льняного полотна, %		
			Соя	Озимая пшеница	Кукуруза на зерно
мелкая	Контроль	0-20	25,2	23,6	25,4
		20-40	20,5	21,9	22,1
	БГК-ВН полн. доза	0-20	28,6	29,4	30,2
		20-40	20,4	22,3	21,9
	Компост птичьего помета	0-20	28,6	29,6	29,4
		20-40	23,4	20,1	19,8
	Свиноводческие стоки	0-20	22,6	23,1	23,5
		20-40	19,9	20,8	19,7
	БГК-ВН 2 т/га осень	0-20	28,3	28,8	29,6
		20-40	20,4	21,3	22,9
	БГК-ВН 4 т/га осень	0-20	28,9	29,3	28,5
		20-40	22,5	21,6	20,4
	БГК-ВН 6 т/га осень	0-20	30,0	29,7	30,4
		20-40	21,5	23,0	22,8
	БГК-ВН 2 т/га весна	0-20	33,5	36,4	35,7
		20-40	24,0	23,8	21,7
	БГК-ВН 4 т/га весна	0-20	36,6	38,0	39,1
		20-40	23,4	24,0	23,0
	БГК-ВН 6 т/га весна	0-20	40,9	45,6	44,2
		20-40	22,8	22,9	24,7
НСР ₀₅			4,2		

Закомпостированный птичий (куриный) помет определил увеличение микробиологической активности до 28,3-29,6 %, что соизмеримо с уровнем значений при осеннем внесении гранулированных органических удобрений БГК-ВН в дозах 2-4 т/га.

Последующее повышение вносимой дозы гранул до 6 т/га способствовало заметному росту активности целлюлозоразлагающих бактерий до 30,4 %.

Таблица 2 – Биологическая активность почвы в зависимости от использования органических удобрений при поверхностной заделке, %

Обработка почвы	Удобрения	Слой почвы, см	Разложение льняного полотна, %		
			Соя	Озимая пшеница	Кукуруза на зерно
глубокая	Контроль	0-20	26,2	25,1	23,7
		20-40	25,5	24,9	23,1
	БГК-ВН полн. доза	0-20	30,1	29,7	30,4
		20-40	27,7	28,7	29,3
	Компост птичьего помета	0-20	29,1	27,9	29,2
		20-40	27,4	26,1	27,8
	Свиноводческие стоки	0-20	25,6	24,1	23,5
		20-40	25,9	25,4	22,6
	БГК-ВН 2 т/га осень	0-20	27,6	26,4	29,8
		20-40	24,4	24,9	25,3
	БГК-ВН 4 т/га осень	0-20	27,9	28,8	26,3
		20-40	25,5	26,0	24,4
	БГК-ВН 6 т/га осень	0-20	28,0	27,9	29,9
		20-40	25,5	27,0	28,5
	БГК-ВН 2 т/га весна	0-20	32,5	32,8	38,4
		20-40	28,0	30,1	29,8
	БГК-ВН 4 т/га весна	0-20	34,3	33,0	39,1
		20-40	28,6	29,2	28,0
	БГК-ВН 6 т/га весна	0-20	38,9	39,6	40,0
		20-40	30,8	38,6	35,9
НСР ₀₅			4,9		

По результатам опыта можно сделать вывод о различном влиянии способов заделки удобрений на активность микробиоты в слоях почвы. Так в случае поверхностной обработки почвы почвенные организмы оценивались как более активные, особенно в верхнем слое почвы 0-20 см. А при заделке удобрений вспашкой значение данного показателя нивелировалось по глубине.

Список источников

1. Кузнецова, Л. Н. Влияние удобрений на структуру почвы в посевах кукурузы на зерно / Л. Н. Кузнецова, Т. С. Морозова // Вызовы и инновационные решения в аграрной науке : Материалы XXVI Международной научно-производственной конференции, Майский, 25 мая 2022 года. – Майский: Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2022. – С. 25-26. – EDN WZTWEU.

2. Лоткова, В. В. Перспективы внедрения приёмов биологизации в земледелие Белгородской области / В. В. Лоткова, В. Б. Азаров // Актуальные проблемы почвоведения, экологии и земледелия : Сборник докладов XVII Международной научно-практической конференции Курского отделения МОО «Общество почвоведов имени В.В. Докучаева», Курск, 27–29 апреля 2022 года. – Курск: Федеральное государственное бюджетное научное

учреждение "Курский федеральный аграрный научный центр", 2022. – С. 159-164. – EDN TVOZDE

3. Kotlyarova, E. G. Dynamics of soil organic matter in the system of landscape agriculture / E. G. Kotlyarova // Agriculture. – 2015. – No. 3. – PP. 20-24. – EDN TVVXTL.

4. Lotkova V.V., V.B. Azarov Soybean cultivation by biological technology in the Belgorod region / Materials of the International scientific and practical conference "Actual problems of soil science, ecology and agriculture". Kursk.- 2022. pp. 125-129.

5. Lotkova V.V. Prospects for the introduction of biologization techniques in agriculture of the Belgorod region /Materials of the International scientific and practical conference "Actual problems of soil science, ecology and agriculture". Kursk.- 2022. pp. 159-164.

© Лоткова В.В., Азаров В. Б., 2022

Научная статья
УДК 57.04

Изменение активности катехол-2,3-диоксигеназ ксилотрофных базидиомицетов в стрессовых условиях

Екатерина Александровна Лощина, Мария Александровна Купряшина

Институт биохимии и физиологии растений и микроорганизмов, ФИЦ «Саратовский научный центр РАН» (ИБФРМ РАН),
г. Саратов

Аннотация. Исследованы изменения активности катехол-2,3-диоксигеназ глубинных культур базидиальных грибов *Lentinus edodes* и *Grifola frondosa* в абиотических (высоко- и низкотемпературный шок, недостаток углерода и/или азота в среде) и биотических (совместное культивирование с бактериями *Azospirillum brasilense*) стрессовых условиях. В наибольшей степени активность катехол-2,3-диоксигеназ базидиомицетов увеличивалась при совместном культивировании с *A. brasilense* и при температурном стрессе.

Ключевые слова: базидиомицеты, катехолдиоксигеназы, ферментативная активность, стрессорные факторы

Changes in the catechol-2,3-dioxygenase activity of the xylophilic basidiomycetes under stress conditions

Ekaterina Aleksandrovna Loshchinina, Maria Aleksandrovna Kupryashina

Institute of Biochemistry and Physiology of Plants and Microorganisms, Saratov Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences (IBPPM RAS),
Saratov

Abstract. Changes in the catechol-2,3-dioxygenase activity of the *Lentinus edodes* и *Grifola frondosa* submerged cultures under abiotic (high and low temperature shock, carbon and/or nitrogen deficiency in the medium) and biotic (co-cultivation with bacteria *Azospirillum brasilense*) stress conditions were studied. The activity of fungal catechol-2,3-dioxygenases increased to the greatest extent in the co-culture with *A. brasilense* and under temperature stress.

Keywords: basidiomycetes, catechol dioxygenases, enzymatic activity, stress factors

Диоксигеназы – это ферменты класса оксигеназ, катализирующие реакции, при которых в молекулу органического субстрата включаются оба атома молекулы кислорода [1]. Эти ферменты обнаружены у различных организмов и играют важную роль в метаболизме

множества соединений, включая аминокислоты, углеводы, липиды, нуклеиновые кислоты, витамины и гормоны. В зависимости от механизма расщепления кольца диоксигеназы подразделяют на два типа: интра- и экстрадиольные [1–3]. Интрадиольные диоксигеназы расщепляют 3,4-дигидроксилированное ароматическое кольцо между двумя атомами углерода с гидроксильными группами, экстрадиольные – между атомом углерода с гидроксильной группой и атомом углерода без гидроксильной группы. Катехол-2,3-диоксигеназа (метапирокатехаза) относится к экстрадиольным диоксигеназам и катализирует превращение катехола в α -гидромуконовый ϵ -семиальдегид [1, 4].

Синтез грибными культурами катехолдиоксигеназ остается малоизученным. Данные о наличии экстрадиольных диоксигеназ у грибов до сих пор практически отсутствуют и представлены единичными публикациями. Так, катехол-2,3-диоксигеназная активность была выявлена у *Amanita muscaria* [5, 6], *Trichoderma asperellum* [7] и *Fusarium* sp. [8]. В последнее время диоксигеназы обратили на себя внимание исследователей в связи с их потенциалом для использования в биоремедиации загрязненных фенольными поллютантами природных районов [9]. Недостаточная исследованность диоксигеназ у грибов, в частности, у культивируемых съедобных и лекарственных базидиомицетов, делает их перспективным объектом для исследования этих ферментов.

Целью настоящей работы явилось изучение влияния абиотических (температурный стресс, голодание по углероду и/или азоту) и биотических факторов (совместное культивирование с ассоциативными бактериями рода *Azospirillum*) на активность катехол-2,3-диоксигеназ ксилотрофных базидиомицетов *Lentinus edodes* и *Grifola frondosa*.

Базидиомицеты *Lentinus edodes* (Berk.) Pegler F-249 и *Grifola frondosa* (Dicks.) Gray 0917 выращивали в погруженной культуре при 26°C на синтетической среде с 9 г/л глюкозы и 1.5 г/л L-аспарагина (контроль). В качестве абиотических стрессорных факторов использовали тепловой (50°C) и холодовой (5°C) шок и культивирование на обедненных средах с 0.9 г/л глюкозы и 1.5 г/л L-аспарагина (среда 1), 9 г/л глюкозы и 0.15 г/л L-аспарагина (среда 2), 0.9 г/л глюкозы и 0.15 г/л L-аспарагина (среда 3). Для изучения совместного культивирования *L. edodes* с ассоциативными микроорганизмами были использованы бактерии *Azospirillum brasilense* Sp7. Спектрофотометрические измерения проводились на планшетных фотометрах Spark-10M («Tecan», Швейцария) и Multiskan Ascent («ThermoLabsystems», Финляндия) в Центре коллективного пользования (ЦКП) научным оборудованием в области физико-химической биологии и нанобиотехнологии «Симбиоз» Института биохимии и физиологии растений и микроорганизмов, ФИЦ «Саратовский научный центр РАН» (ИБФРМ РАН). Активность катехол-2,3-диоксигеназы (ЕС 1.13.11.2) в образцах *L. edodes* и *G. frondosa* определяли при 375 нм по скорости образования α -гидромуконового ϵ -семиальдегида [10]. Содержание белка в образцах мицелия и культуральных жидкостей базидиомицетов определяли по методу Бредфорд [11].

В образцах глубинных культур *L. edodes* и *G. frondosa* была выявлена катехол-2,3-диоксигеназная активность. В культуральной жидкости *L. edodes* активность фермента была низкой в контрольном варианте опыта, возрастала в 2-3 раза при температурном стрессе и резко повышалась при совместном культивировании (Рис. 1).

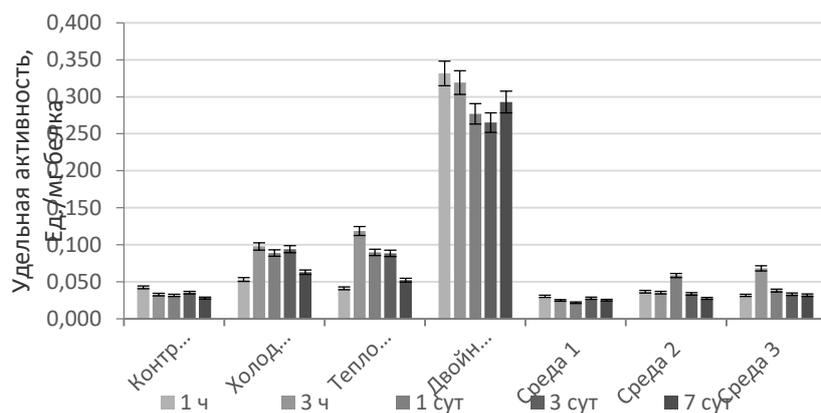


Рисунок 1. Активность катехол-2,3-диоксигеназы в культуральной жидкости *L. edodes*

В то же время в мицелии *L. edodes* наблюдалось увеличение метапирокатехазной активности практически при всех изученных условиях, а особенно сильно (до 6 раз) – при тепловом шоке (Рис. 2) и в двойной культуре с азоспириллой.

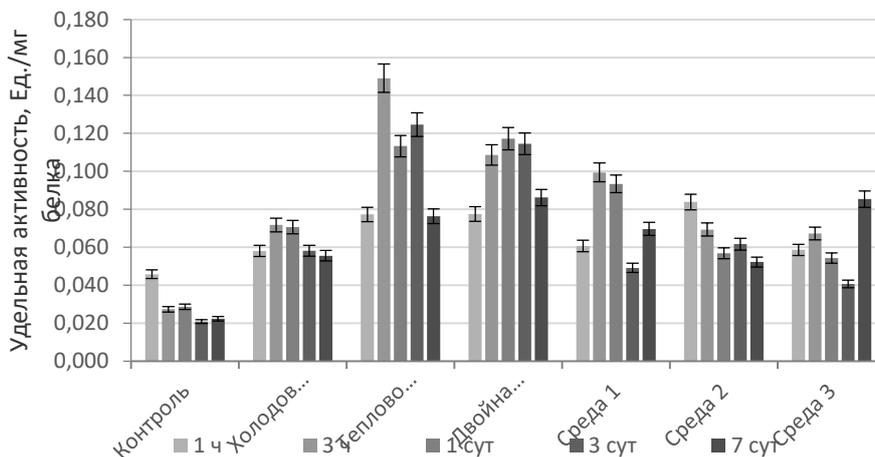


Рисунок 2. Активность катехол-2,3-диоксигеназы в мицелии *L. edodes*

В культуральной жидкости *G. frondosa* наибольшее усиление активности катехол-2,3-диоксигеназы также происходило при совместном выращивании с азоспириллой (до 10 раз при возрасте 3 сут), однако, в отличие от *L. edodes*, ферментативная активность также заметно возрастала при других стрессовых воздействиях (Рис. 3).

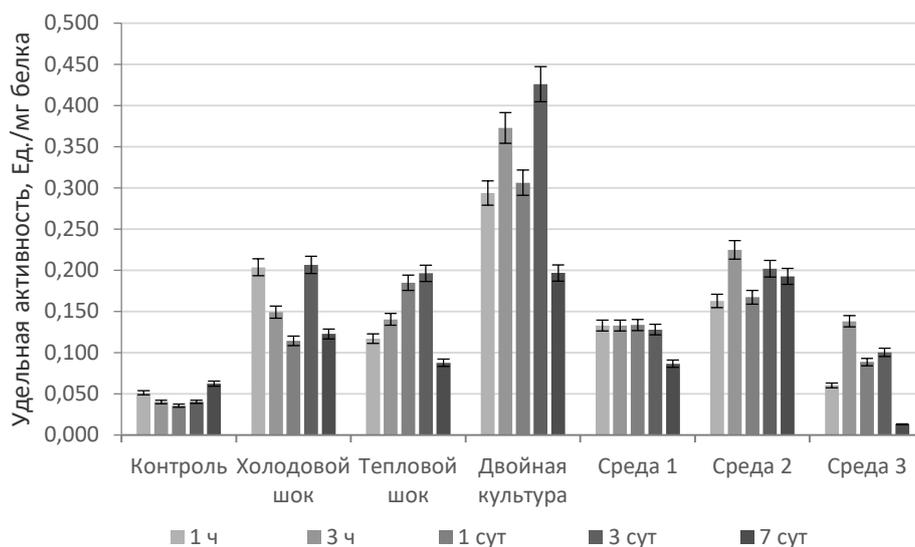


Рисунок 3. Активность катехол-2,3-диоксигеназы в культуральной жидкости *G. frondosa*

В мицелии *G. frondosa* активность катехол-2,3-диоксигеназы также наиболее сильно стимулировал совместный рост с азоспириллой (Рис. 4). Несколько менее выраженным было повышение метапирокатехазной активности в условиях теплового и холодового стресса.

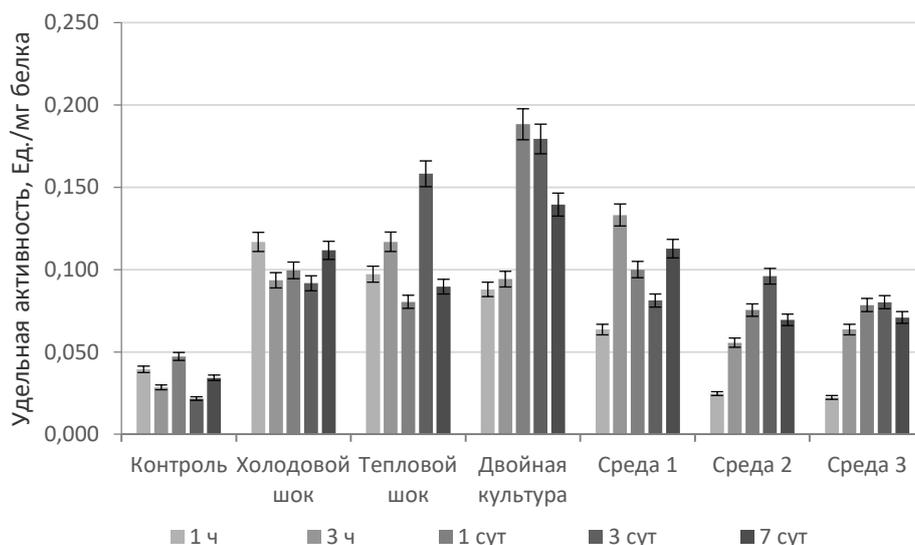


Рисунок 4. Активность катехол-2,3-диоксигеназы в мицелии *G. frondosa*

В наибольшей степени активность метапирокатехазы увеличивалась при культивировании базидиомицетов с *A. brasilense*. Известно, что ферментативная активность двойных культур часто выше, чем у входящих в их состав монокультур. Кроме того, некоторые исследователи считают, что катехолдиоксигеназы грибов, позволяющие им разрушать токсичные ароматические соединения, тем самым делая питательные субстраты более биодоступными, могут таким образом принимать участие в формировании мутуалистических отношений с другими организмами [12]. Поэтому можно предположить, что катехол-2,3-диоксигеназа наряду с другими метаболитами вносит вклад в ассоциацию базидиальных грибов с азоспириллами.

Таким образом, мы показали наличие активности катехол-2,3-диоксигеназ у глубоководных культур ксилотрофных базидиомицетов *L. edodes* и *G. frondosa*. Удельная активность ферментов в мицелии и культуральной жидкости базидиомицетов изменялась под влиянием абиотических (холодовой и тепловой шок, голодание по углероду и/или азоту) и биотических факторов (совместное культивирование с ассоциативными бактериями рода *Azospirillum*). В наибольшей степени активность катехол-2,3-диоксигеназ *L. edodes* и *G. frondosa* увеличивалась при совместном культивировании с *A. brasilense*, а также при температурном шоке.

Исследование фенолдиоксигеназ грибных культур не только представляет важное теоретическое значение для углубления знаний о защитных механизмах грибов, но и имеет практическую значимость в связи с перспективой использования этих ферментов в деградации фенольных поллютантов для биоремедиации загрязненных ими территорий и утилизации промышленных отходов.

Список источников

1. Hayaishi O., Nozaki M., Abbott M.T. 3 Oxygenases: Dioxygenases // In: The enzymes. Vol. 12. – Academic Press. 1975. P. 119-189.
2. Wright J.D. Fungal degradation of benzoic acid and related compounds // World journal of microbiology and biotechnology. 1993. Vol. 9, № 1. P. 9-16.
3. Krastanov A., Alexieva Z., Yemendzhiev H. Microbial degradation of phenol and phenolic derivatives // Engineering in Life Sciences. 2013. Vol. 13, № 1. P. 76-87.
4. Kojima Y., Itada N., Hayaishi O. Metapyrocatechase: a new catechol-cleaving enzyme // Journal of Biological Chemistry. 1961. Vol. 236, № 8. P. 2223-2228.
5. Terradas F., Wyler H. 2,3- and 4,5-Secodopa, the Biosynthetic Intermediates Generated from L-Dopa by an Enzyme System Extracted from the Fly Agaric, *Amanita muscaria* L., and Their Spontaneous Conversion to Muscaflavin and Betalamic Acid, Respectively, and Betalains // Helvetica Chimica Acta. – 1991. – Vol. 74, № 1. – P. 124-140.
6. Terradas F., Wyler H. The secodopas, natural pigments in *Hygrocybe conica* and *Amanita muscaria* // Phytochemistry. 1991. Vol. 30, № 10. P. 3251-3253.
7. Zafra G., Moreno-Montaña A., Absalón Á.E., Cortés-Espinosa D.V. Degradation of polycyclic aromatic hydrocarbons in soil by a tolerant strain of *Trichoderma asperellum* // Environmental Science and Pollution Research. 2015. Vol. 22. P. 1034-1042.
8. Cai W., Li J., Zhang Z. The characteristics and mechanisms of phenol biodegradation by *Fusarium* sp. // Journal of Hazardous Materials. 2007. Vol. 148, № 1-2. P. 38-42.
9. Guzik U., Hupert-Kocurek K., Wojcieszynska D. Intradiol dioxygenases – the key enzymes in xenobiotics degradation // Biodegradation of hazardous and special products. 2013. Vol. 7. P. 129-53.
10. Nozaki M. [65] Metapyrocatechase (*Pseudomonas*) // In: Methods in enzymology. – Academic Press. 1970. Vol. 17. P. 522-525.
11. Bradford M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding // Anal Biochem. 1976. Vol. 72. P. 248-258.
12. Wadke N., Kandasamy D., Vogel H., Lah L., Wingfield B.D., Paetz C., Wright L.P., Gershenson J., Hammerbacher A. The Bark-Beetle-Associated Fungus, *Endoconidiophora polonica*, Utilizes the Phenolic Defense Compounds of Its Host as a Carbon Source // Plant Physiology. 2016. Vol. 171. P. 914-931.

Каталитический потенциал растительных и грибных пероксидаз

Позднякова Н.Н., Дубровская Е.В., Турковская О.В.

Институт биохимии и физиологии растений и микроорганизмов – обособленное структурное подразделение Федерального исследовательского центра «Саратовский научный центр Российской академии наук»

Аннотация. Сравнительное исследование каталитических свойств растительных и грибных пероксидаз показало, что ферменты отличаются как по субстратной специфичности (тестовые субстраты и поллютанты), так и по ответу на различные эффекторы, включая ионы тяжелых металлов. Полученные данные важны для понимания механизмов растительной и грибной деградации ПАУ и антрахиноновых красителей. Эти сведения необходимо принимать во внимание при разработке технологий ремедиации с одновременным использованием растений и лигнинолитических грибов.

Ключевые слова: растительные пероксидазы, Mn-пероксидаза, гибридная пероксидаза, окисление, полициклические ароматические углеводороды (ПАУ), антрахиноновые красители

Abstract. A comparative study of the catalytic properties of plant and fungal peroxidases showed that enzymes differ both in substrate specificity (test substrates and pollutants) and in response to various effectors, including heavy metal ions. The data obtained are important for understanding the mechanisms of plant and fungal degradation of PAHs and anthraquinone dyes. These data should be taken into account during development of technologies of remediation with the simultaneous use of plants and ligninolytic fungi.

Keywords: plant peroxidases, Mn-peroxidase, versatile peroxidase, oxidation, polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs), anthraquinone-type dyes

Защита окружающей среды от поллютантов стала серьезной проблемой для человечества, поскольку растущее количество загрязнителей, включая синтетические красители и полициклические ароматические углеводороды (ПАУ), представляет серьезную угрозу экологическому балансу. Каталитическая деградация и трансформация загрязняющих веществ с помощью ферментов стала потенциальной альтернативой классическим методам из-за их способности реагировать со сложными соединениями, быстрой скорости реакций и образования менее вредных побочных продуктов. Растительные и грибные пероксидазы, (Mn-зависимая, гибридная и лигнин пероксидазы), привлекают внимание благодаря их способности окислять и детоксицировать широкий спектр стойких поллютантов, включая ПАУ и синтетические красители [1,2].

Пероксидазы, будучи эффективными биокатализаторами, окисляют множество токсичных соединений по свободнорадикальному механизму, что приводит к образованию продуктов со значительно сниженной токсичностью [1]. Суперсемейство пероксидаз растений подразделяется на три класса на основе гомологии аминокислотных последовательностей и особенностей пост-трансляционной модификации. Класс I включает микробные пероксидазы, бактериальные каталазы-пероксидазы, дрожжевую цитохром C пероксидазу и аскорбат пероксидазы растений. Класс II – это пероксидазы грибов, включающие лигнин пероксидазу, Mn-пероксидазу и гибридную пероксидазу, а также секреторные пероксидазы растительного типа. Класс III – это классические пероксидазы растений [3]. Очевидно, что без подробного изучения каталитических свойств пероксидаз невозможно понимание роли этих ферментов в деградации и детоксикации органических загрязнителей и, соответственно, в оценке ремедиационного потенциала растений и грибов.

В наших исследованиях были использованы 3 растительные (катионная и анионная пероксидазы сорго, коммерческий препарат пероксидазы хрена) и 3 грибные (гибридные пероксидазы из *Pleurotus ostreatus* и *Bjerkandera fumosa*; Mn-пероксидаза из *Trametes versicolor*) пероксидазы. Исследуемые ферменты относятся к разным классам пероксидаз: грибные – ко II, растительные – к III.

Для получения пероксидаз был использован разработанный ранее протокол очистки [4,5], который включал: ионообменную хроматографию на колонке DEAE-Toyopearl, гель-фильтрацию на колонке HiPrep 16/60 Sephacryl S-200 HR и ионообменную хроматографию на колонке HiTrapQHP в системе АКТА Start. Коммерческий препарат пероксидазы хрена был использован нами как модельный объект для сравнения.

Нами проведено сравнительное исследование каталитической активности ферментов по отношению к ряду тестовых субстратов, включая АБТС, 2,6-диметоксифенол, 2,7-диаминофлуорен, *o*-дианизидин, сиригальдазин, пирокатехин, гваякол, 1-гидроксибензотриазол, вератриловый спирт и Mn^{2+} .

pH-оптимумы грибных пероксидаз для тестовых субстратов близки. Оптимумы pH пероксидазы хрена находятся в диапазоне 4-5 для всех субстратов, тогда как значения pH-оптимумов обеих пероксидаз сорго ближе к таковым грибных пероксидаз (таблица 1).

Активность растительных пероксидаз по отношению к сиригальдазину и 2,6-диметоксифенолу очень низкая, что не позволило достоверно определить оптимумы pH окисления этих субстратов. Для грибных пероксидаз сиригальдазин и 2,6-диметоксифенол одни из лучших субстратов, о чем свидетельствуют микромолярные величины K_M . Наибольшим сродством все исследованные пероксидазы обладали к H_2O_2 . Однако, величины K_M растительных пероксидаз находились в миллимолярном диапазоне (0.23-0.29 мМ), тогда как грибных – в микромолярном (0.025-0.058 мМ), что свидетельствует о большем сродстве к H_2O_2 грибных пероксидаз. Растительные пероксидазы не окисляли Mn^{2+} и вератриловый спирт, тестовые субстраты для гибридных и Mn-пероксидаз грибов.

Таблица 1 – pH-оптимумы окисления тестовых субстратов пероксидазами

Субстраты	pH					
	HRP	catPerOx	anPerOx	VPPO	VPBF	MnTV
АБТС	5.0	3.0	2.5	3.0	3.0	3.0
DMP	4.0	7.5	–	3.0	4.5	4.0
DAF	4.0	6.5	5.5	5.5	6.5	5.0
SGZ	4.0	8.0	–	7.0	7.0	6.5
пирокатехин	4.0	4.5	4.0	6.5	6.5	6.5
гваякол	7.0	7.0	7.0	6.0	6.0	6.0
VA	n.o.	n.o.	n.o.	5,0	4,5	n.o.
MnCl ₂	n.o.	n.o.	n.o.	5,0	4,5	5,0

Примечания: HRP – пероксидаза хрена; catPerOx – катионная пероксидаза сорго; anPerOx – анионная пероксидаза сорго; VPPO – гибридная пероксидаза *Pleurotus ostreatus*; VPBF – гибридная пероксидаза *Bjerkandera fumosa*; MnTV – Mn-пероксидаза *Trametes versicolor*; DMP – 2,6-диметоксифенол; DAF – 2,7-диаминофлуорен; SGZ – сиригальдазин; VA – вератриловый спирт; n.o. – не окисляет

Исследование влияния различных эффекторов на активность ферментов показало, что *n*-аминобензойная кислота – типичный ингибитор пероксидаз, ингибирует растительные пероксидазы в мМ концентрациях. На активность Mn-пероксидазы это соединение почти не влияло, тогда как активность обеих гибридных пероксидаз увеличивалась в его присутствии. Нами было обнаружено, что *n*-аминобензойная кислота является субстратом для грибных гибридных пероксидаз. Реакция проходила значительно медленнее по сравнению с окислением тестовых субстратов. pH-оптимум составлял 6.0.

Еще одним исследованным эффектором были ионы металлов. Тяжелые металлы являются повсеместными поллютантами, их присутствие в загрязненной почве может в значительной степени влиять на продукцию и стабильность внеклеточных ферментов, как грибов, так и растений [6]. В связи с этим актуальным является изучение регуляторной роли ионов металлов на активность пероксидаз. Имеющиеся в настоящее время данные свидетельствуют, что механизм и природа такой регуляции характеризуются высокой специфичностью в каждом индивидуальном случае. Так ионы Ca^{2+} регулируют активность и стабильность растительных пероксидаз [3]. Ионы Mn^{2+} – природные субстраты Mn-пероксидаз и гибридных пероксидаз, и их концентрации, безусловно, влияют на активность этих ферментов. Кроме того, по данным литературы известно, что ионы Hg^{2+} , Ag^+ , Pb^{2+} , Fe^{2+} и Cu^{2+} частично или полностью снижали активность Mn-пероксидаз, тогда как ионы Zn^{2+} и Ca^{2+} в значительной степени стимулировали их активность [7,8].

Нами было обнаружено, что MnCl_2 индуцирует активность гибридной пероксидазы *B. fumosa* и двух растительных пероксидаз: катионной сорго и пероксидазы хрена (таблица 2). Вместе с тем, MnSO_4 увеличивал активность только гибридной пероксидазы *B. fumosa*, почти не оказывая влияния на остальные исследованные пероксидазы. CuSO_4 снижал активность грибных пероксидаз, но незначительно увеличивал активность пероксидаз сорго. Ni^{2+} , Co^{2+} , Zn^{2+} незначительно увеличивали активность грибных пероксидаз, тогда как их влияние на растительные зависело от источника фермента и его формы (катионная или анионная).

Известно, что грибные и растительные пероксидазы могут участвовать в деградации поллютанов.

Таблица 2 – Влияние ионов металлов (5 мМ) на активность пероксидаз

Металлы	Активность, %					
	HRP	catPerOx	anPerOx	VPPO	VPBF	MnTV
контроль	100	100	100	100	100	100
CuSO_4	96.9	118.3	123.5	75.4	85.8	90.2
NiSO_4	108.7	102.9	96.3	114.4	111.6	112.3
CoSO_4	117.4	98.8	78.6	113.0	90.6	101.0
ZnSO_4	65.9	83.8	85.5	109.1	147.6	113.5
MnSO_4	89.6	95.5	79.9	99.2	370.2	258.9
MnCl_2	155.8	127.0	81.6	89.8	545.3	400.8

Примечания: HRP – пероксидаза хрена; catPerOx – катионная пероксидаза сорго; anPerOx – анионная пероксидаза сорго; VPPO – гибридная пероксидаза *Pleurotus ostreatus*; VPBF – гибридная пероксидаза *Bjerkandera fumosa*; MnTV – Mn-пероксидаза *Trametes versicolor*

ПАУ представляют собой огромный класс органических соединений, состоящих из двух и более конденсированных бензольных колец. Интерес к механизмам их биодegradации и «судьбе» ПАУ в окружающей среде связан с широким распространением, устойчивостью к деградации, аккумуляцией почвой и осадками, токсическими, мутагенными и канцерогенными свойствами [9]. Нами была изучена активность пероксидаз по отношению к нативным ПАУ и некоторым продуктам их бактериальной и грибной деградации. Показано, что все растительные пероксидазы были слабыми «окислителями» нативных 3-кольцевых ПАУ, 4-кольцевые были для них не доступны (таблица 3). Вместе с тем, все исследованные ПАУ окислялись грибными пероксидазами. Убыль этих веществ в реакционной смеси составляла от 35 до 100% и определялась рядом свойств молекул ПАУ, таких как растворимость, количество ароматических колец, их расположение и потенциал ионизации.

Для грибных пероксидаз были доступны только продукты начальной атаки молекулы ПАУ, такие как 9-флуоренол и 9,10-антрахинон, тогда как ароматические кислоты не окислялись.

Таблица 3 – Окисление ПАУ и их метаболитов пероксидазами

Субстрат	Убыль, %					
	HRP	catPerOx	anPerOx	VPPO	VPBF	MnTV
ANT	7.9	n.o.	n.o.	89.2	100.0	75.2
PHE	35.4	22.0	26.1	34.6	65.8	68.7
FLU	5.8	n.o.	38.7	89.6	73.2	90.3
PYR	n.o.	n.o.	n.o.	100	84.0	68.4
CHR	n.o.	n.o.	n.o.	62.8	65.3	60.1
FLA	n.o.	n.o.	n.o.	61.3	69.1	60.2
9-FLU-ol	100.0	100.0	85.3	27.3	21.1	10.3
ANTQ	n.o.	n.o.	n.o.	25.0	12.8	18.3
1-HNA	8.8	10.0	12.3	n.o.	n.o.	n.o.
SAL	3.4	5.0	8.8	n.o.	n.o.	n.o.
DPH	5.2	7.0	10.4	n.o.	n.o.	n.o.

Примечания: HRP – пероксидаза хрена; catPerOx – катионная пероксидаза сорго; anPerOx – анионная пероксидаза сорго; VPPO – гибридная пероксидаза *Pleurotus ostreatus*; VPBF – гибридная пероксидаза *Bjerkandera fumosa*; ANT – антрацен; PHE – фенантрена; FLU – флуорен; PYR – пирен; CHR – хризен; FLA – флуорантен; 9-FLU-ol – 9-флуоренол; ANTQ – 9,10-антрахинон; 1-HNA – 1-гидроксиантрахинон; SAL – салициловая кислота; DPH – 2,2'-дифеновая кислота; n.o. – не окисляет

Для растительных пероксидаз оказались доступны все (за исключением 9,10-антрахинона) исследованные метаболиты. Обнаружено, что грибные пероксидазы катализируют окисление ПАУ и их метаболитов в присутствии Mn^{2+} и твина-80, тогда как для растительных пероксидаз необходимо наличие медиатора, в качестве которого могут выступать как синтетические (АБТС), так и природные вещества (1-нафтол). В целом, нативные ПАУ более доступны для грибных пероксидаз, тогда как продукты их биodeградации – для растительных.

Антрахинон занимает центральную часть молекул целого ряда синтетических красителей, так называемого антрахинонового типа, в связи с чем, они проявляют высокую устойчивость к биodeградации и также представляют собой опасные поллютанты [10].

Нами была исследована активность грибных и растительных пероксидаз по отношению к этой группе соединений (таблица 4). Обнаружено, что антрахиноновые красители хорошо доступны для грибных гибридных пероксидаз, о чем свидетельствуют микромолярные величины K_M и высокие скорости реакции. Практически полное обесцвечивание достигается в течение 1-2 мин. Катионная пероксидаза сорго обесцвечивала только два из 4 исследованных красителей, и реакция требовала не менее 5 сут.

Таблица 4 – Окисление антрахиноновых красителей

Enzyme	AB62			BB22			RB4			AR		
	pH	K_M	k_{cat}	pH	K_M	k_{cat}	pH	K_M	k_{cat}	pH	K_M	k_{cat}
catPerOx	57%			71%			10%			10%		
VPPO	3.5	0.14	25.5	3.0	0.39	24.8	3.5	0.07	56.0	5.0	0.04	6.3
VPBF	3.5	0.14	25.5	4.5	0.06	2.0	4.0	0.05	13.5	5.5	0.02	1.7

Примечания: catPerOx – катионная пероксидаза сорго; VPPO – гибридная пероксидаза *Pleurotus ostreatus*; VPBF – гибридная пероксидаза *Bjerkandera fumosa*; AB62 – Acid Blue 62; BB22 – Basic Blue 22; RB4 – Reactive Blue 4; AR – ализариновый красный

Таким образом, проведенные исследования показали, что, несмотря на схожие механизмы катализа растительные и грибные пероксидазы отличаются как по субстратной специфичности, так и по ответу на различные эффекторы. Эти сведения необходимо

принимать во внимание при разработке технологий ремедиации с одновременным использованием растений и лигнинолитических грибов.

Список источников

1. Sellami K., Couvert A., Nasrallah N., Maachi R., Abouseoud M., Amrane A. Peroxidase enzymes as green catalysts for bioremediation and biotechnological applications: A review // *Science of the Total Environment*. – 2022. – Vol. 806 (2). – P. 150500.
2. Ahsan Z., Kalsoom U., Bhatt H.M., Aftab K., Khalid N., Bilal M. Enzyme-assisted bioremediation approach for synthetic dyes and polycyclic aromatic hydrocarbons degradation // *J. Basic Microbiol.* – 2021. – Vol. 61(11). – P. 960-981.
3. Газарян И.Г., Хушпульян Д.М., Тишков В.И. Особенности структуры и механизма действия пероксидаз растений // *Успехи биол. химии*. – 2006. – Т. 46. – С. 303-322.
4. Pozdnyakova N.N., Jarosz-Wilkolazka A., Polak J., Graz M., Turkovskaya O.V. Decolourisation of anthraquinone-and anthracene-type dyes by versatile peroxidases from *Bjerkandera fumosa* and *Pleurotus ostreatus* D1 // *Biocatalysis and Biotransformation*. – 2015. – Vol. 33. – P. 69-80.
5. Dubrovskaya E., Pozdnyakova N., Grinev V., Muratova A., Golubev S., Bondarenkova A., Turkovskaya O. Dominant form of cationic peroxidase from sorghum roots // *Russian Journal of Plant Physiology*. – 2016. – Vol. 63. – P. 218-228.
6. Farnet A.M., Gil G., Ferre E. Effects of pollutants on laccase activities of *Marasmius quercophilus*, a white-rot fungus isolated from a Mediterranean schlerophylluos litter // *Chemosphere*. – 2008. – V. 70. –P. 895-900.
7. Cheng X., Jia R., Li P., Tu S., Zhu Q., Tang W., Li X. Purification of a new manganese peroxidase of the white rot fungus *Schizophyllum* sp. F17, and decolorization of azo dyes by the enzyme // *Enzyme Microb. Technol.* – 2007. – V. 41. – P. 258-264.
8. Parveen K., Usha K.Y., Visvanath B., Reddy B.R. Kinetic properties of manganese peroxidase from the mushroom *Stereum ostrea* and its ability to decolorize dyes // *J. Microbiol. Biotechnol.* – 2012. – V. 22. – P. 1540-1548.
9. Kadri T., Rouissi T., Brar S.K., Cledon M., Sarma S., Verma M. Biodegradation of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) by fungal enzymes: A review // *J. Environ. Sci.* – 2017. – V. 51. – P. 52-74.
10. Eichlerova I., Homolka L., Benada O., Kofronova O., Hubalek T., Nerud F. Decolorization of Orange G and Remazol Brilliant Blue R by the white rot fungus *Dichomitus squalens*: Toxicological evaluation and morphological study // *Chemosphere*. – 2007. – Vol. 69. – P. 795-802.

© Позднякова Н.Н., Дубровская Е.В., Турковская О.В., 2022

Научная статья
УДК 634.8:631.243.5

Химический состав винограда раннего периода созревания

Омар Магомедович Рамазанов

Дагестанский государственный аграрный университет им. М.М. Джамбулатова,
г. Махачкала

Аннотация. Республика Дагестан является одним из ведущих регионов виноградарства в Российской Федерации. В последнее время большое внимание уделяется развитию этой отрасли. Разработаны различные программы и проекты по развитию виноградарства в РД и в

целом РФ. В этой связи исследования по изучению новых, перспективных сортов весьма актуальны.

Ключевые слова: виноград, столовые сорта, химический состав, сахара, кислотность

Chemical composition of grapes of the early ripening period

Omar Magomedovich Ramazanov

Dagestan State Agrarian University named after M.M. Dzhambulatov, Makhachkala

Annotation. The Republic of Dagestan is one of the leading viticulture regions in the Russian Federation. Recently, much attention has been paid to the development of this industry. Various programs and projects have been developed for the development of viticulture in the RD and in the whole of the Russian Federation. In this regard, research on the study of new, promising varieties is very relevant.

Keywords: grapes, table varieties, chemical composition, sugars, acidity

Известно, что степень ценности винограда определяется химическим составом, наличием в его ягодах комплекса биологически активных соединений, уровень содержания и соотношение которых находится в большой зависимости от совокупности факторов среды произрастания [1,2].

Во время созревания происходит сложные изменения в химическом составе винограда, в результате которых содержание основных ингредиентов химического состава ягод, как правило, увеличивается. Физиолого-биохимические процессы в ягодах винограда при созревании приводят, наряду с изменениями химического состава, к повышению их питательных, вкусовых и диетических свойств [2,3,4].

Степень изменчивости зависит от многих факторов: биологических особенностей сорта, биохимического состояния ягод при созревании, обусловленного условиями года вегетации, агротехническими приемами и др. [3,4].

В созревающих ягодах винограда в фазу физиологической зрелости глюкоза, фруктоза и сахароза составляют более 90% суммы сахаров, большая часть которых приходится на глюкозу и фруктозу.

Установлено, что столовые сорта винограда характеризуются в основном умеренной сахаристостью 140,0-180,0 г/дм³ и кислотностью 5,0-8,0 г/дм³, гармоничное сочетание которых обеспечивает высокие вкусовые качества свежего винограда [4,5].

Представляет интерес сведения о сроках наступления технической зрелости, когда в ягоде складываются оптимальное сочетание компонентов химического состава, формирующих питательные, вкусовые, диетические свойства [6,7]. На основании изучения химического состава столовых сортов винограда раннего периода созревания Зоренька, Памяти учителя и Кишмиш Хэллоуин, нами определено, что в процессе созревания происходит повышение массовых концентраций сахаров и понижение титруемых кислот и техническая зрелость винограда исследуемых сортов в условиях неукрывной культуры Дагестана наступает с 27.07 по 10.08 (табл. 1).

При определении химического состава исследуемых сортов нами определены следующие показатели; рН, сухие растворимые вещества, пектиновые вещества, фруктоза, глюкоза, сахароза и фенольные соединения.

Нами установлено, что содержание всех выше перечисленных показателей на этапе созревания (08.08.-12.08.21) наибольшее у сорта Кишмиш Хэллоуин. В указанные сроки растворимые сухие вещества и пектиновые вещества в ягодах у сорта Кишмиш Хэллоуин составляет 20,0 и 0,27 % соответственно, с минимумом этих показателей у сорта Памяти учителя (16,0 и 0,23%).

Таблица 1 – Химический состав исследуемых сортов винограда
(данные за 2021-2022 гг.)

Сорта винограда	Значение показателя						Фенольные соединения, %
	рН	Сухие растворимые вещества, %	Пектиновые вещества, %	Фруктоза, %	Глюкоза, %	Сахароза, %	
1. Зоренька	3,9	17,8	0,25	7,90	8,21	0,58	0,02
2. Памяти учителя	3,3	16,0	0,23	7,18	7,38	0,50	0,02
3. Кишмиш Хэллоуин	3,6	20,0	0,27	8,92	9,31	0,65	0,03
Используемый метод		ГОСТ Р 51433-99	ГОСТ 29059-91	Метод капиллярного электрофореза			Колориметрический метод по Фолину-Чокальтеу

Значение показателя фруктоза, глюкоза и сахароза из исследуемых сортов наибольшее у сорта Кишмиш Хэллоуин (8,92; 9,31 и 0,65%), наименьшее у сорта Памяти учителя (7,18; 7,38 и 0,50 %) соответственно. У сорта Зоренька фруктоза -7,90%, глюкоза – 8,21% и сахароза – 0,58%. Эти показатели определяли по методу капиллярного электрофореза. По содержанию суммы сахаров сорта расположились в следующем порядке: Кишмиш Хэллоуин – 189,0 г/дм³; Зоренька – 167,0 г/дм³ Памяти учителя – 156,0 г/дм³. Исследуемые сорта характеризуются умеренной кислотностью (5,0-8,0 г/дм³) и для этих сортов свойственно наличие титруемых кислот с массовой концентрацией 5,2-6,7 г/дм³.

При определении фенольных соединений колориметрическим методом по Фолину – Чокальтеу между исследуемыми сортами существенной разницы практически не обнаружено и составляет - 0,2- 0,3 %. Показатель рН колеблется в пределах 3,3-3,9.

Отмечено [8,9,10], что не всегда сорту винограда с повышенным сахаронакоплением соответствует пониженное содержание кислот. Так, для сорта Кишмиш Хэллоуин, имеющего в основном самую сладкую ягоду, характерна свежесть вкуса, обусловленная концентрацией титруемых кислот, равной 5,4 г/дм³. примерно такую же кислотность имела и менее сахаристая Зоренька.

Для определения зрелости винограда и наилучшего времени сбора используют глюкоацидометрический показатель (ГАП), определяемый соотношением сахаристости и кислотности [11,12,13]. Принято считать, что лучший для столовых сортов винограда глюкоацидометрический показатель равен 2,5. Проведенные данные, показали, что этот показатель может варьировать от 2,2 до 3,0, минимальная у сорта Памяти учителя – 2,2 и максимальная у сорта Кишмиш Хэллоуин – 4,0.

Для характеристики того или иного сорта по содержанию сахаров и титруемых кислот полученные результаты химических анализов сравнивают с данными по методике Н.Н.Простосердова (1963) и дают соответствующую оценку сорта [3].

При сравнительном анализе полученных данных установлено, что сахаристость винограда Кишмиш Хэллоуин и Зоренька - средняя (17-20), а у сорта Памяти учителя - низкая (14-17).

Таким образом, исследуемые сорта винограда по химическому составу, а именно по массовой доле растворимых сухих веществ, массовой концентрации общих сахаров, пектиновых веществ, рН и фенольных соединений в ягодах отличаются между собой незначительно и характеризуются гармоничным вкусом и другими пищевыми достоинствами.

Список источников

1. Абрамов Ш.А., Власова О.К., Магомедова Е.С. Биотические технологические основы качества винограда. – Махачкала: Изд-во ДНЦ РАН, 2004. – 344 с.
2. Зармаев А.А. Виноградарство с основами технологии первичной переработки винограда. - М.: Колос, 2011. – 509 с.
3. Смирнов К.В., Раджабов А.К., Морозова Г.С. Практикум по виноградарству. – М.: Колос, 1995. – 272 с.
- 4.ГОСТ 29059-91. Титриметрический метод определения пектиновых веществ.
- 5.ГОСТ Р 51433-99. Соки фруктовые и овощные. Метод определения растворимых сухих веществ рефрактометром.
- 6.Магомедов М.Г., Рамазанов О.М. и др. Сортовой состав виноградников Дагестана: прошлое, настоящее, будущее. // Виноделие и виноградарство, 2017. – №3. – С. 4-8.
- 7.Магомедов М.Г., Виноград: основы технологии хранения. – Учебное пособие. - СПб.: Издательство «Лань», 2015.- 240с.
- 8.Магомедов М.Г., Система круглогодичного обеспечения населения столовым виноградом / М.Г. Магомедов, М.Д. Мукайлов, О.М. Рамазанов// Проблемы развития АПК региона. - Махачкала, - 2014. - №4(20). -С.36-41
- 9.Магомедов М.Г. Виноградарство и виноделие, виноград и вино Дагестана. - Махачкала: ГАУ РД «Дагестанское книжное издательство», 2018. - 408с., илл.
- 10.Рамазанов О.М., Магомедов М.Г. и др., Хранение и транспортирование винограда, - Махачкала: ДГСХА, 2009. – 243с.
- 11.Рамазанов О.М., Магомедов М.Г., Рамазанов Ш.Р., Увологическая оценка столовых сортов винограда в условиях горно-долинной зоны Дагестана / Вестник Мичуринского ГАУ, №2. - 2015.с.37-42
- 12.Рамазанов О.М., Рамазанов Ш.Р. Магомедов М.Г., Химический состав столового винограда в условиях горно-долинной зоны Дагестана / Вестник Мичуринского ГАУ, №3. - 2015.с.35-39
- 13.Рамазанов О.М., Магомедов М.Г., Рамазанов Ш.Р. Аборигенные сорта винограда Дагестана и их характеристика «Роль русских ученых в становлении и развитии Дагестанской аграрной науки»: Сб. матер. Всерос. науч.-практ. конф., посвященной 70-летию доцента Арнаутовой Г.И., Махачкала, 2017. - С.181-187

© Рамазанов О.М., 2022

Научная статья

УДК 579.64; 632.4.01/.08

Почвенные микромицеты в агроценозах озимых масличных культур семейства капустные в условиях Краснодарского края

Оксана Анатольевна Сердюк

Виктория Сергеевна Грубина

Людмила Анатольевна Горлова

Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур

им. В.С. Пустовойта,

г. Краснодар

Аннотация. В статье приведены результаты исследований общей биогенности почвы агроценозов озимых масличных культур семейства капустные. Структура комплекса почвенных микромицетов представлена грибами-супрессорами *Trichoderma* spp., патогенными грибами *Fusarium* spp., *Aspergillus niger* Tiegh и *Mucor mucedo* L. в разных

соотношениях, зависящих от почвенного слоя и возделываемой культуры. Содержание *Trichoderma* spp. в обоих слоях почвы (11250-28750 КОЕ/г) значительно превосходило содержание патогенных микромицетов: *Fusarium* spp., *Aspergillus niger* Tiegh и *Mucor mucedo* L. (750-1500, 125-500 и 0-375 КОЕ/г) и превысило 90,0 % от общего числа микромицетов. Максимальное содержание *Trichoderma* spp. отмечено в почве агроценоза горчицы сарептской (22500-28750 КОЕ/г), наименьшее – сурепицы (11250-14375 КОЕ/г).

Ключевые слова: почвенные микромицеты, биогенность почвы, рапс, горчица, рыжик, сурепица

Soil micromycetes in agrocenoses of winter oil crops of Brassicaceae family in the conditions of the Krasnodar region

Oksana Anatolievna Serdyuk

Victoria Sergeevna Trubina

Lyudmila Anatolievna Gorlova

V.S. Pustovoit All-Russian Research Institute of Oil Crops,
Krasnodar

Abstract. The article presents the results of studies of the general biogenicity of the soil of agrocenoses of winter oilseeds of the Brassicaceae family. The structure of the complex of soil micromycetes is represented by suppressor fungi *Trichoderma* spp., pathogenic fungi *Fusarium* spp., *Aspergillus niger* Tiegh and *Mucor mucedo* L. in different proportions, depending on the soil layer and the cultivated crop. Content of *Trichoderma* spp. in both soil layers (11250-28750 CFU/g) significantly exceeded the content of pathogenic micromycetes: *Fusarium* spp., *Aspergillus niger* Tiegh and *Mucor mucedo* L. (750-1500, 125-500 and 0-375 CFU/g) and exceeded 90, 0% of the total number of micromycetes. The maximum content of *Trichoderma* spp. noted in the soil of the agrocenosis of mustard (22500-28750 CFU/g), the smallest – colza (11250-14375 CFU/g).

Key words: soil micromycetes, soil biogenicity, rapeseed, mustard, camelina, colza

Введение. Почва является естественной средой обитания многих микроорганизмов: бактерий, актиномицетов, грибов как сапротрофных, так и фитопатогенных [1, 2]. С деятельностью почвенных микроорганизмов, среди которых большую часть составляют микромицеты (микроскопические грибы), связаны разложение растительных остатков, превращение труднодоступных форм питательных веществ в усвояемые для растений формы, фиксация свободного азота воздуха, т.е. формирование перегноя. Содержание всех микромицетов в почве определяет ее биогенность – один из показателей биологической активности почвы [3].

В процессе жизнедеятельности почвенные микромицеты вырабатывают большое количество физиологически активных веществ. Фитопатогенные микромицеты обладают набором фитотоксинов, отрицательно влияющих на растения. Так, например, некоторые грибы рода *Fusarium* Link, выделяя токсины, вызывают корневые гнили и увядание растений [4, 5]. Грибы *Aspergillus* spp. и *Mucor* spp., попадая на семена масличных культур семейства капустные, приводят к их плесневению при хранении [6].

Сапротрофные грибы выделяют вещества, способствующие разложению растительных остатков, и токсины-антибиотики, которые подавляют развитие фитопатогенной микобиоты, т.е. обладают супрессивностью. В последнее десятилетие в качестве агентов биоконтроля болезней растений в сельском хозяйстве и оздоровления почвы широко используются грибы-супрессоры *Trichoderma* spp., являющиеся составной частью полезной почвенной микофлоры [7, 8].

Соотношение микромицетов в почвах агроценозов сельскохозяйственных культур, а также в почвах, относящихся к разным типам, различается. Так, из почвы агроценоза пшеницы озимой в центральной зоне Краснодарского края (чернозем выщелоченный) выделены грибы *Fusarium* spp., *Chephalosporium* sp. и *Penicilliums* spp. со значительным преобладанием видов

Fusarium spp., плотность популяции которых превышала 50 % [9]. В дерново-подзолистой почве лесопарковой зоны г. Пермь установлено наличие большого количества видов грибов, как сапротрофных, так и патогенных: *Penicillium spp.*, *Trichoderma spp.*, *Mortierella spp.*, *Mucor spp.* и *Rhizopus spp.* с преобладанием *Mucor spp.*, содержание которых превысило остальные виды микромицетов в 3-15 раз [10].

В отношении агроценозов масличных культур семейства капустные в Краснодарском крае исследований биогенности почвы не проводилось. Целью исследования являлось изучение содержания почвенных микромицетов в агроценозах масличных культур семейства капустные в условиях центральной зоны Краснодарского края.

Материалы и методы. Исследования проводили в 2020-2022 гг. в ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК (г. Краснодар) на черноземе выщелоченном малогумусном сверхмощном, сформированном на лессовидном карбонатном суглинке. Объектами исследования служили микромицеты, содержащиеся в разных слоях почвы агроценозов озимых масличных культур семейства капустные: рапса, горчицы сарептской, рыжика и сурепицы. Изучали два почвенных слоя: 0–0,5 см (поверхностный слой) и 0,6–10,0 см (на глубине залегания большей части боковых корней).

Предшественником в севообороте у всех культур являлся черный пар.

Отборы проб и исследование почвы на наличие микромицетов осуществляли по общепринятым методикам [11, 12]. Культивирование грибов проводили в чашках Петри на твердой питательной среде Чапека при температуре воздуха 25 °С в течение 7-10 суток. Для посева почвы на поверхность питательной среды использовали разведение почвенной суспензии 1:100 в количестве 0,2 мл на одну чашку Петри.

Выделенные микромицеты идентифицировали с использованием микроскопа Motic BA300 при увеличении 400х.

Результаты и обсуждение. Установлено, что в обоих изучаемых слоях почвы агроценозов всех озимых масличных культур семейства капустные содержались микромицеты из трех отделов: Ascomycota, Deuteromycota и Zygomycota, соотношение их было одинаковым независимо от слоя почвы. Наиболее многочисленным являлся отдел Deuteromycota, к которому относилось 57 % выделенных видов грибов. В состав отделов Zygomycota и Ascomycota входило значительно меньшее количество видов микромицетов – 36 и 7 % соответственно (рис. 1).

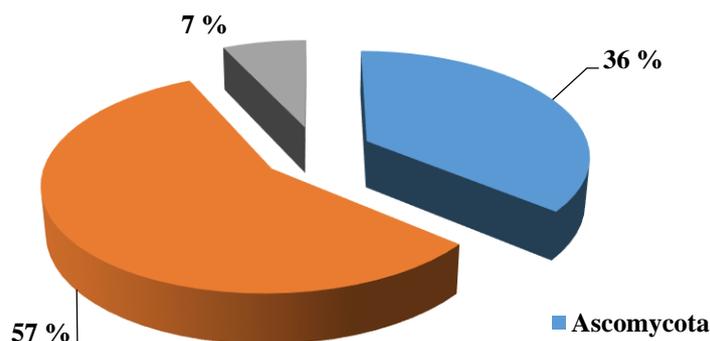


Рисунок 1. Соотношение видов микромицетов в агроценозах озимых масличных культур семейства капустные, Краснодар, 2020-2022 гг.

В изучаемых слоях почвы в агроценозах озимых рапса, горчицы сарептской, рыжика и сурепицы выявлены грибы *Trichoderma spp.*, *Fusarium spp.*, *Aspergillus niger* Tiegh и *Mucor mucedo* L. с разным содержанием (табл. 1).

В данном комплексе микромицетов существенным обилием отличались грибы *Trichoderma spp.* Их содержание в агроценозах всех изученных культур в слое почвы 0,6-10,0 см превышало количество микромицетов в слое почвы 0-0,5 см (14375-28750 и 11250-22500

КОЕ/г соответственно), что может являться следствием благоприятного воздействия корневых выделений масличных культур семейства капустные, включающих в себя изотиоцианаты, на развитие полезной микрофлоры.

Максимальное содержание *Trichoderma* spp. отмечено в агроценозе горчицы сарептской в обоих слоях почвы, составив 22500 и 28750 КОЕ/г, скорее всего из-за действия фенилэтилизотиоцианатов, входящих в корневые выделения культуры и проявляющих более сильные биофумигационные, дезинфицирующие свойства по сравнению с изотиоцианатами, содержащимися в корневых выделениях других масличных культур семейства капустные [13]. Наименьшее количество *Trichoderma* spp. выявлено в почве агроценоза сурепицы озимой, составив 11250 и 14375 КОЕ/г.

Установлено, что содержание патогенных микромицетов: *Fusarium* spp., *Aspergillus niger* Tiegh и *Mucor mucedo* L. значительно ниже по сравнению с содержанием грибов-супрессоров в почве агроценозов всех изученных озимых масличных культур семейства капустные, что свидетельствует об ингибирующем влиянии корневых выделений культур на развитие этих грибов.

Таблица 1 – Содержание микромицетов в почве агроценозов озимых масличных культур семейства капустные, 2020–2022 гг.

Слой почвы, см	Содержание микромицетов в почвенном слое, КОЕ/г			
	<i>Trichoderma</i> spp.	<i>Fusarium</i> spp.	<i>Aspergillus niger</i> Tiegh	<i>Mucor mucedo</i> L.
Рапс озимый				
0–0,5	16250	1125	250	0
0,6–10,0	16875	1250	250	125
Горчица сарептская озимая				
0–0,5	22500	1500	250	0
0,6–10,0	28750	1500	125	250
Рыжик озимый				
0–0,5	16875	1500	375	375
0,6–10,0	18125	1000	250	250
Сурепица озимая				
0–0,5	11250	750	375	0
0,6–10,0	14375	1375	500	250

В агроценозе рапса содержание грибов *Fusarium* spp. в слое почвы 0,6-10,0 см незначительно превышало их содержание в слое почвы 0-0,5 см (1250 против 1125 КОЕ/г). В посеве горчицы сарептской количество этих патогенных грибов одинаково в обоих слоях почвы. В агроценозе рыжика озимого в слое почвы 0-0,5 см выявлено превышение грибов *Fusarium* spp. в полтора раза по сравнению со слоем 0,6-10,0 см (1500 против 1000 КОЕ/г). В посеве сурепицы, наоборот, содержание этих микромицетов в слое почвы 0,6-10,0 см превышено практически в два раза по сравнению со слоем 0-0,5 см (1375 и 750 КОЕ/г соответственно).

Содержание гриба *Aspergillus niger* Tiegh в почве было невысоким и составило в агроценозах изучаемых культур в среднем 125-500 КОЕ/г. Наименьшее количество выявлено

в слое почвы 0,6-10,0 см в посеве горчицы сарептской – 125 КОЕ/г, наибольшее – у сурепицы – 500 КОЕ/г.

Присутствие гриба *Mucor mucedo* L. не отмечено в слое почвы 0-0,5 см в агроценозе озимых рапса, горчицы сарептской и сурепицы, тогда как в посевах рыжика озимого в этом слое почвы количество колониобразующих единиц составило 375 КОЕ/г. В слое почве 0,6-10,0 см содержание микромицета составило 125-250 КОЕ/г у всех культур.

Кроме этого, мы определили процентное соотношение микромицетов в почве агроценоза каждой озимой масличной культуры семейства капустные. Содержание грибов *Trichoderma* spp. превысило 90,0 % от общего числа микромицетов в обоих слоях почвы в агроценозе рапса и горчицы сарептской: 91,2-92,2 и 92,8-93,9 % соответственно. В посеве рыжика озимого содержание *Trichoderma* spp. превысило 90,0 % только в слое почвы 0,6-10,0 см, составив 92,3 %. В слое почвы 0-0,5 см их количество незначительно ниже – 88,2 % от общего количества микромицетов. В агроценозе сурепицы, наоборот, содержание *Trichoderma* spp. превысило 90,0 % в слое почвы 0-0,5 см, а в слое почвы 0,6-10,0 см их количество снизилось до 87,2 % (табл. 2).

Таблица 2 – Соотношение микромицетов в почве агроценозов озимых масличных культур семейства капустные, 2020–2022 гг.

Слой почвы, см	Количество микромицетов в почвенном слое, %			
	<i>Trichoderma</i> spp.	<i>Fusarium</i> spp.	<i>Aspergillus niger</i> Tiegh	<i>Mucor mucedo</i> L.
Рапс озимый				
0–0,5	92,2	6,4	1,4	0
0,6–10,0	91,2	6,8	1,4	0,6
Горчица сарептская озимая				
0–0,5	92,8	6,2	1,0	0
0,6–10,0	93,9	4,9	0,4	0,8
Рыжик озимый				
0–0,5	88,2	7,8	2,0	2,0
0,6–10,0	92,3	5,1	1,3	1,3
Сурепица озимая				
0–0,5	90,9	6,1	3,0	0
0,6–10,0	87,2	8,3	3,0	1,5

Соотношение остальных микромицетов не различалось в слоях почвы агроценозов всех изученных культур: количество *Fusarium* spp. составило в среднем 5,1-8,3; *Aspergillus niger* Tiegh – 0,4-3,0 и *Mucor mucedo* L. – 0-2,0 % от общего количества микромицетов.

Выводы. Структура комплекса почвенных микромицетов агроценозов озимых рапса, горчицы сарептской, рыжика и сурепицы в центральной зоне Краснодарского края представлена грибами *Trichoderma* spp., *Fusarium* spp., *Aspergillus niger* Tiegh и *Mucor mucedo* L. в разных соотношениях, зависящих от почвенного слоя и возделываемой культуры.

Содержание грибов-супрессоров *Trichoderma* spp. в обоих слоях почвы (11250-28750 КОЕ/г) значительно превосходило содержание патогенных микромицетов: *Fusarium* spp., *Aspergillus niger* Tiegh и *Mucor mucedo* L. (750-1500, 125-500 и 0-375 КОЕ/г) и превысило 90,0 % от общего числа микромицетов, составив: в обоих слоях почвы агроценозов рапса и горчицы

сарептской: 91,2-92,2 и 92,8-93,9 % соответственно, в слое почвы 0,6-10,0 см в посевах рыжика – (92,3 %), в слое почвы 0-0,5 см агроценоза сурепицы (90,9 %).

Максимальное содержание полезной микофлоры *Trichoderma* spp. отмечено в почве агроценоза горчицы сарептской (22500-28750 КОЕ/г), наименьшее – сурепицы (11250-14375 КОЕ/г).

Список источников

1. Chakraborty P., Krishnani K.K. Emerging bioanalytical sensors for rapid and close-to-real-time detection of priority abiotic and biotic stressors in aquaculture and culture-based fisheries / Science of The Total Environment. – 2022. – V. 838. –156128 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [URL: https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.156128](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.156128).
2. Мишустин Е.Н., Емцев В.Т. Микробиология. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Агропромиздат, 1987. – 368 с.
3. Витер А.Ф., Турусов В.И., Гармашов В.М., Гаврилова С.А. Обработка почвы как фактор регулирования почвенного плодородия. Биогенность почвы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [URL: https://studref.com/302151/agropromyshlennost/biogennost_pochvy#697](https://studref.com/302151/agropromyshlennost/biogennost_pochvy#697).
4. Abdel-Aziz M.S., Ghareeb M.A., Hamed A.A., Rashad E.M. Ethyl acetate extract of *Streptomyces* spp. isolated from Egyptian soil for management of *Fusarium oxysporum*: The causing agent of wilt disease of tomato // Biocatalysis and Agricultural Biotechnology. – 2021. – V. 37. – 102185 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [URL: https://doi.org/10.1016/j.cropro.2022.106047](https://doi.org/10.1016/j.cropro.2022.106047).
5. Защита рапса / Бочкарев Н.И., Пивень В.Т., Тишков Н.М., Семеренко С.А., Горлова Л.А. и др. // Защита и карантин растений. – 2017. – № 1. – С. 37-76.
6. Лукомец В.М., Тишков Н.М., Семеренко С.А., Сердюк О.А. Вредные организмы в посевах рапса и меры борьбы с ними. – Краснодар, Просвещение-Юг, 2020 – 215 с.
7. Mukherjee P.K., Mendoza-Mendoza A., Zeilinger S., Horwitz V.A. Mycoparasitism as a mechanism of *Trichoderma*-mediated suppression of plant diseases // Fungal Biology Reviews. – 2022. – V. 39. – pp. 15-33 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [URL: https://doi.org/10.1016/j.fbr.2021.11.004](https://doi.org/10.1016/j.fbr.2021.11.004).
8. Sandle T. *Trichoderma* / Encyclopedia of Food Microbiology (Second Edition). – 2014. – pp. 644-646 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [URL: https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384730-0.00337-2](https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384730-0.00337-2).
9. Горьковенко В.С., Коростелева Л.А., Монастырский О.А., Ярошенко В.А. Восстановить супрессивность почв / Защита и карантин растений. – 2006. – № 8. – с. 18-19.
10. Семериков В.В., Четина О.А., Баландина С.Ю., Шварц К.Г. О биоразнообразии плесневых грибов техногенно-измененных почв на территории пермского края / Географический вестник. – 2013. – № 4(27). – 79-81.
11. Литвинов М.А. Методы выделения микроскопических грибов из почвы / Определитель микроскопических почвенных грибов. – Изд-во «Наука». – Ленинград, 1967. – С. 287.
12. Методы микробиологического контроля почвы. Методические рекомендации / ФНЦ им. Ф.Ф. Эрисмана, Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, Центр ГСЭН в Краснодарском крае. – 2004. – 12 с.
13. Angus J.F., Gardner P.A., Kirkegaard J.A., Desmarchelier J.M. Biofumigation: Isothiocyanates released from Brassica roots inhibit growth of the take-all fungus // Plant and Soil. – 1994. – V. 162. – P. 107-112 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [URL: https://doi.org/10.1007/BF01416095](https://doi.org/10.1007/BF01416095).

Микробиологическая активность почвы при применении органоминеральных удобрений на основе илов очистных сооружений в посевах кукурузы

Юлия Зуфаровна Чиняева, Илья Дмитриевич Матвеев
ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ, г. Троицк

Аннотация. В статье представлена динамика количества микроорганизмов почвы и их состав при внесении удобрений на основе илов очистных сооружений в условиях северной лесостепи Зауралья.

Ключевые слова: микроорганизмы, рН, ил очистных сооружений, органоминеральные удобрения

Annotation. The article presents the dynamics of the number of soil microorganisms and their composition when applying fertilizers based on sludge treatment plants in the conditions of the northern forest-steppe of the Trans-Urals.

Keywords: microorganisms, pH, sludge of sewage treatment plants, organo-mineral fertilizers

Почвенная микрофлора, как и многие открытые биологические системы, зависит от внутренних и внешних процессов почвы, в том числе и от агротехники обработки почвы. В связи с этим, ОМЧ (общая микробная численность), значение рН, возникающее в результате деятельности микроорганизмов, динамика гумусообразования и прочие показатели являются важными критериями в оценке плодородия и отслеживания степени эксплуатации почвы. Однако изучение прямой корреляции между улучшением почвенного плодородия с появлением более обширных и устойчивых микробных сообществ при воздействии органоминеральных удобрений является актуальным направлением научно-исследовательской деятельности [1, 2].

Существует большое разнообразие в выборе органоминеральных удобрений. Они могут быть искусственно синтезированными или же полученными из естественных источников. Одним из вариантов последних могут быть так называемые ОСВ (осадки сточных вод), источником которых являются защитно-очистные сооружения, служащие в системе канализации, и имеющие в своем арсенале активный ил в качестве действующего вещества [2, 3]. Данные городских служб очистных сооружений Челябинска показывают, что ежегодно образуется до 75 тыс. тонн осадочного ила. На площадках его накапливается до 180-200 тыс. тонн [4].

Вопрос утилизации ОСВ затрагивает не только стремление к экономической эффективности, но также является прямым вопросом в сфере экологии. Одним из путей реализации ОСВ является непосредственное их внесение в почву, что вызывает ряд важных улучшений: повышение устойчивости влагозадержания, обеспечивают поступление органоминеральных веществ, приводят к оструктуриванию почвы и повышению устойчивости к эрозиям [3, 4]. Следует помнить, что чрезмерное и бесконтрольное использование удобрений, даже на основе ила ОСВ, может негативно отразиться на состоянии почвы вследствие накопления токсичных элементов или же элементами питания. Осадки сточных вод (ОСВ) относятся к биологически опасным и токсичным отходам, Использование ОСВ в качестве удобрения или почвоулучшающей добавки допускается после принятия мер по их обезвреживанию [5]. В 2009 Синявским И. В. было получено два патента на разработку органоминерального удобрения различных марок [6, 7].

В связи с тем, что вопрос влияния минеральных и органических удобрений на микробиологическое сообщество противоречив, были проведены исследования на опытном поле Института агроэкологии в стационарно-полевом опыте, расположенном в северной

лесостепи Зауралья. На площади размещения опыта достаточно высокая гумусность почвы. Внесение основных органоминеральных удобрений производили в весенний предпосевной период. Совокупная площадь составила 0,24 га, размер одной единицы 0,01 га, учетная площадь 7 м², расположение вариантов рандомизированное, повторность четырехкратная. Опыт проводили по следующей схеме: контроль (удобрения не вносили; с дозами равными 1/2 (N₁₂P₃₂K₂₂), 1 (N₆P₁₆K₁₁) и в варианте опыта с внесением дозы 1/2 + минеральные удобрения (300 кг/га + N₆P₁₆K₁₁).

Количественный учет численности микроорганизмов проводили стандартным чашечным методом серийного разведения на агаризированные среды №1 ГРМ ТУ 9398-001-78095326-2006 и Чапека ТУ 9229-014-00419798-95. Содержание органического вещества в почве определяли по методу Тюрина рН вытяжки – потенциометрически.

Цель исследований: Оценить микробиологическую активность почвы при применении органоминеральных удобрений на основе илов очистных сооружений в посевах кукурузы.

Считается, что повышенное содержание гумуса в почве точно также влияет на количественный состав микрофлоры, т.е. приводит к увеличению численности микроорганизмов. Рисунок 1 отражает зависимость ОМЧ (общей микробной численности) от внесения органоминеральных удобрений и содержания гумуса.

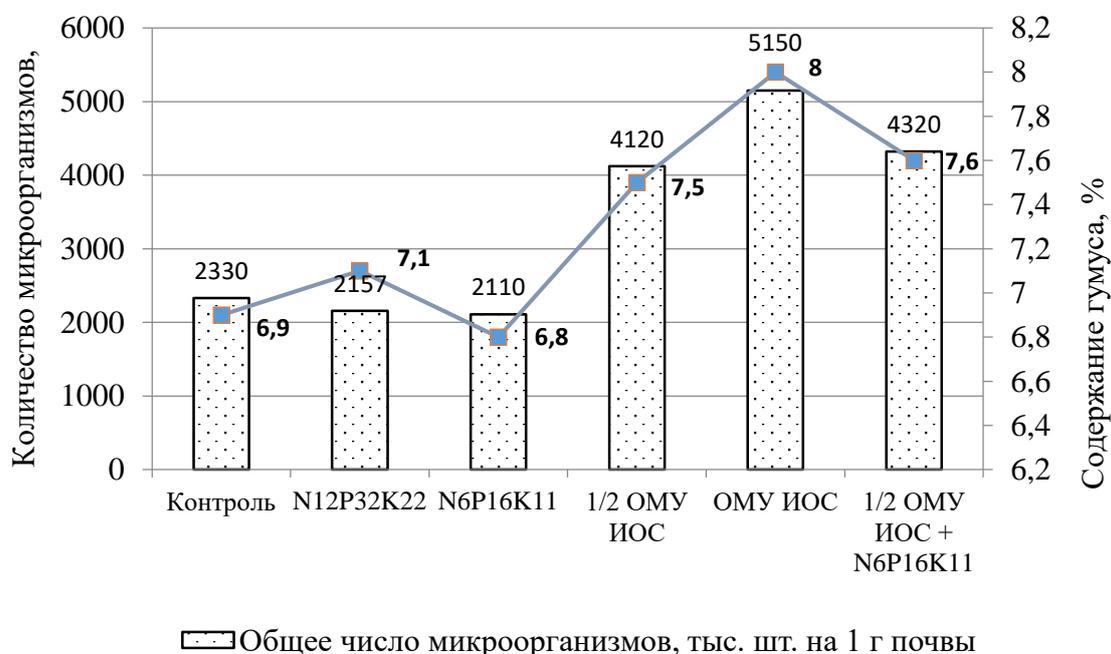


Рисунок 1. Содержание гумуса и количество микроорганизмов в черноземе выщелоченном

На фоне контрольного варианта разительно выделяются варианты с применением ОМУ ИОС в полной дозе, в половинной и в сочетании с минеральными удобрениями. Статистически достоверно увеличилось содержание гумуса на 0,7 % в варианте 1/2 ОМУ ИОС + N₆P₁₆K₁₁. Внесение 1/2 ОМУ ИОС содержание гумуса увеличилось на 0,6 %. Наибольшее содержание гумуса при внесении 600 кг/га ОМУ ИОС, достоверное превышение составляет 1,1 %.

Почвенная микрофлора отчетливо реагирует на изменение в значении рН. Так, избыточная кислотность приводит к более скудному качественному составу микроорганизмов, за исключением грибов, чей состав повышается. У актиномицетов и бактерий наблюдается нормальный рост и развитие при нейтральном значении рН. На рисунке 2 показана зависимость значения рН и количественным составом микрофлоры от органоминеральных удобрений.

Потенциометрический анализ рН солевой вытяжки почвы показал значения реакции среды в диапазоне от 5,63 до 5,70 что относит почву к слабокислой. Самые низкие значения рН наблюдались в контрольном варианте и в варианте с внесением ОМУ ИОС. Кислотность почвы создает благоприятные условия для развития микромицетов.

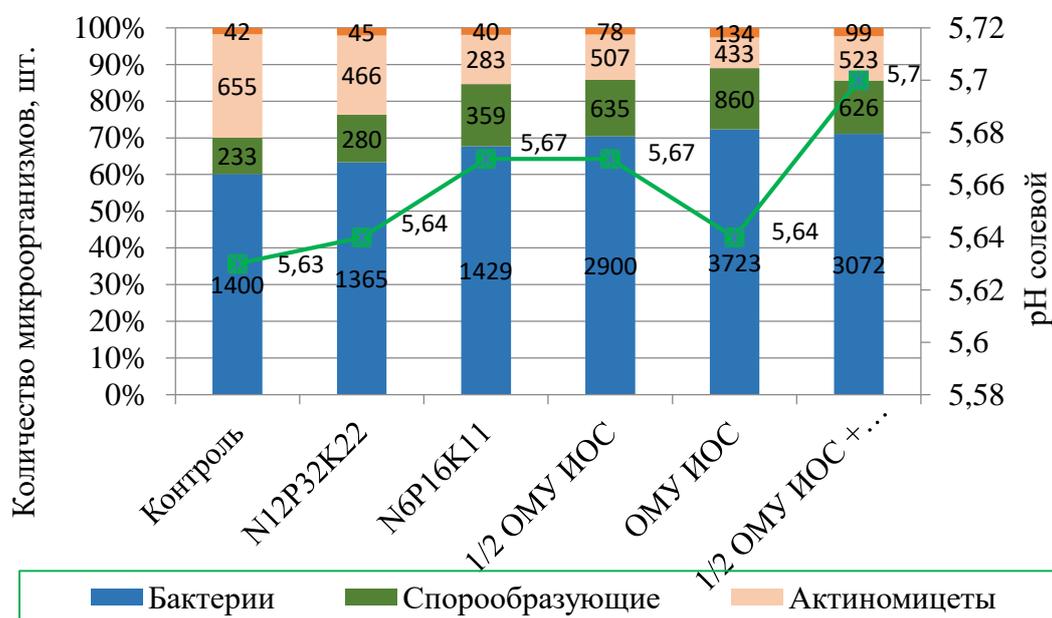


Рисунок 2. Значение рН и количественный состав микроорганизмов

Таким образом, в вариантах с внесением органоминеральных удобрений на основе илов очистных сооружений складываются более благоприятные условия для жизнедеятельности микроорганизмов и их активности в почве. Содержание гумуса колеблется в пределах 7,5-8,0 %, что превосходит неудобренный фон на 0,6-1,1 %. Внесение ОМУ ИОС произвело значительный эффект в отношении общей численности почвенной микрофлоры и вариантов их компоновки по типам: применение ОМУ ИОС в вариантах опыта с дозами равными 1/2, 1 и в варианте опыта с внесением дозы 1/2 + минеральные удобрения превысили контрольный вариант в 1,8; 2,2; 2,0 раза соответственно.

Список источников

1. Синявский В. А. Экологическое почвоведение и экология почв. Челябинск: ЧГАУ, 2008. 226 с.
2. Глухих М. А. Севообороты Южного Зауралья. Челябинск, 2008. 324 с.
3. Синявский И. В. Агрохимические и экологические аспекты плодородия черноземов лесостепного Зауралья. Челябинск: ЧГАУ, 2001. 275 с.
4. Калганов, А. А. Последствие органоминеральных удобрений на основе иловых осадков на урожайность кукурузы / А. А. Калганов // Биология в сельском хозяйстве. – 2018. – № 1(18). – С. 20-22.
5. Рекомендации по использованию осадков городских сточных вод в зеленом строительстве и сельском хозяйстве. Ленинград, 1987.
6. Пат. 2357944 Российская Федерация. Способ переработки птичьего помета / ООО группа «Уникаль», Синявский И. В. Заявка № 2007142267 от 15.11.2007, зарег. 10.06.2009.
7. Пат. 2373675 Российская Федерация. Способ рекультивации почв / ООО группа «Уникаль», Синявский И. В. Заявка № 2008102356 от 21.01.2008, зарег. 27.11.2009.

Научная статья
УДК 573.22; 573.7; 574.1; 574.24; 574.32

Фитопланктон в гипергалинных водоемах Юга России

Андрей Владимирович Якимов,
ФГБУ «Нальчикское государственное опытное охотничье хозяйство,
ООПТ ГНП «Национальный парк «Приэльбрусье,
г. Нальчик

Светлана Олеговна Некрасова,
Международная академия наук экологии
и безопасности жизнедеятельности,
г. Астрахань

Татьяна Алексеевна Татаринцева,
Рыбоводный фриланс,
г. Астрахань

Алевтина Георгиевна Ардабьева,
Рыбоводный фриланс,
г. Астрахань

Ольга Владимировна Терлецкая
Рыбоводный фриланс,
г. Астрахань

Аннотация. В работе представлены данные, полученные при проведении государственной прикладной тематики в 2018 году в весенний и летний периоды по изучению гипергалинных водоемов Астраханской области и Республики Калмыкия в рамках государственной прикладной тематики. Изучение позволило выявить наличие пресноводных видов фитопланктона, активно развивающихся в воде с соленостью выше 40,0 ‰. Представлено видовое разнообразие изученных водоемов, показана динамика количественного и качественного видового разнообразия в зависимости от сезона года.

Ключевые слова: гипергалинный водоем, фитопланктон, таксон, соленость

Phytoplankton in hyperhaline reservoirs of Southern Russia

Andrey Vladimirovich Yakimov,
Federal State Budgetary Institution "Nalchik State Experimental Hunting Farm, Protected area of the
GNP "National Park "Prielbrusye,
Nalchik

Svetlana Olegovna Nekrasova,
International Academy of Environmental Sciences and Life Safety,
Astrakhan

Tatiana Alekseevna Tatarintseva,
Fish farming freelance,
Astrakhan

Alevtina Georgievna Ardabieva,
Fish farming freelance,
Astrakhan

Olga Vladimirovna Terletskaia,
Fish farming freelance,
Astrakhan

Abstract. The paper presents data obtained during state applications in 2018 in the spring and summer periods for the study hyperhaline water bodies of the Astrakhan region and Republic Kalmykia under the state applications. The study allowed to identify the presence of freshwater species of phytoplankton are actively growing in water with salinity above 40.0 ‰. The species diversity of the studied water bodies is presented, the dynamics of quantitative and qualitative species diversity depending on the season of the year is shown.

Key words: hyperhaline pond, phytoplankton, tucson, salinity

Флора и фауна гипергалинных водоемов Юга России в настоящее время изучена недостаточно. В связи с возможностью использования данных водных объектов для производства артемии (*Artemia sp.* Linnaeus, 1785) необходимо тщательное изучение видового разнообразия фитопланктона природных экосистем соленых озер. В 2018 году по государственной прикладной тематике проводили исследование гипергалинных ресурсов в системе западных подстепных ильменей Астраханской области и Республики Калмыкия. В ходе работ было выявлено наличие пресноводных видов фитопланктона активно развивающихся в воде с соленостью выше 40,0 ‰.

Материал и методика

Для исследования выбрано несколько водоемов: озеро без названия (б/н) у с.п. Промысловка (4,5 га) в Лиманском районе и водоем в г. Астрахань (0,5 га). Водоем в г. Астрахань является озером промышленных отходов, его исследование обусловлено необходимостью получения сравнительной информации о развитии фитопланктона в естественной среде и условиях антропогенного воздействия. В Республике Калмыкия были обследованы водоемы с рыбоводными участками: оз. Большое Яшалтинское (3175,0 га) и оз. Царык (1700,8 га) в Яшалтинском районе. Водоемы, выбранные в Республике Калмыкия, являются рыбоводными участками. В летний период оз. Царык полностью пересохло.

Отбор проб проводили ежемесячно с апреля по август. Фитопланктон отбирали согласно методике П.И. Усачева (1961) в тщательно вымытую посуду путем свободного наполнения полулитровой ёмкости. Фиксировали 40 % раствором формалина, обработку проб проводили в лабораторных условиях. Результаты исследований объединили посезонно для удобства анализа материала.

Зафиксированные виды фитопланктона были распределены по отношению к солености, согласно классификации, принятой на Международном лимнологическом конгрессе (Венеция, Италия, 1958) на основании изучения ранее опубликованных данных из биологии (Прошкина-Лавренко, Макарова, 1968; Левшакова, 1971) (табл. 1).

Таблица 1 – Распределение экологических групп фитопланктона, согласно принятой системе солености водоемов

Тип водоема	Экологические группы фитопланктона	Соленость, ‰	Экологические группы фитопланктона
Пресноводный	Пресноводные (freshwater (f))	Менее 0,5	Убиквисты (ub), прочие
Олигогалинный	Солоноватоводно-пресноводные (brackish-freshwater (b-f))	0,51-5,00	
Мезогалинный		5,10-18,00	
Полигалинный	Солоноватоводные (brackish (b))	18,10-30,0	
Эугалинный (морской)	Морские (sea (s))	30,10-40,00	
Гипергалинный (засоленный)		Более 40,00	

Убиквисты – виды растений, экологические условия обитания которых весьма разнообразны. В группу «прочие» отнесли виды, экология которых не ясна (Левшакова, 1971). Проанализировано распределение таксонов по территории обитания.

Результаты и обсуждение

Исследования показали наличие всех шести выделенных групп фитопланктона в водоемах, соленость которых превышала 116,0 ‰ (табл. 2, 3).

Таблица 2 – Средние значения солености изучаемых водоемов весной и летом 2018 г.

Место отбора проб	Соленость, ‰	
	Весна	Лето
Озеро б/н у с.п. Промысловка	146,0	167,9
Водоем в г. Астрахань	129,4	162,5
оз. Большое Яшалтинское	116,5	225,0
оз. Царык	121,6	-

Всего в исследованных водоемах определено 94 вида фитопланктона различных групп. Максимальное таксономическое разнообразие отмечено в летний период в озере б/н у с.п. Промысловка – 40 видов. Весной данный водоем так же лидировал по разнообразию – 28 таксономических единиц. Наименьшее количество видов обнаружено в оз. Большое Яшалтинское весной (9), летом таксономическое разнообразие увеличилось до 30 и превысило таковое в водоеме в г. Астрахань, в котором весеннее разнообразие снизилось с 24 до 19 видов летом.

Таблица 3 – Видовой состав фитопланктона в исследуемых водоемах Астраханской области и Республики Калмыкии в весенне-летний период 2018 г.

№ п/п	Вид фитопланктона	Отношение к солености	Время, место отбора проб						
			Весна			Лето			
			Водоем в г. Астрахань	озеро б/н у с.п. Промысловка	оз. Большое Яшалтинское	оз. Царык	Водоем в г. Астрахань	озеро б/н у с.п. Промысловка	оз. Большое Яшалтинское
Cyanophyta – синезеленые									
1.	<i>Anabaena constricta</i> (Szaf.) Geitl.	f	-	-	-	-	-	+	+
2.	<i>A. spiroides f. contracta</i> (Kleb.) Elenk	?	+	-	-	+	-	+	+
3.	<i>A. Scheremetievii</i> Elenk.	f	-	-	-	+	-	-	-
4.	<i>Anabaena sp.</i>	?	-	-	-	-	-	+	-
5.	<i>Anabaenopsis elenkinii</i> V.Mill.	f	-	-	-	-	-	-	+
6.	<i>Aphanizomenon flos-aquae</i> (L.) Ralfs	b-f	-	+	-	-	-	+	-
7.	<i>A. ussaczewii</i> Pr.-Lavr.	b-f	-	-	-	-	-	+	-
8.	<i>Oscillatoria chalybea</i> (Mert.) Gom	b-f	+	+	-	-	+	-	-
9.	<i>O. limosa</i> Ag.	b	-	-	-	-	+	+	-
10.	<i>O. geminata</i> Menegh.	b-f	-	-	-	-	+	-	-
11.	<i>Oscillatoria sp.</i>	f	+	+	+	+	+	+	+
12.	<i>Gloeocapsa turgida</i> (Kutz.) Hollerb.	ub	-	-	-	+	-	-	+

№ п/п	Вид фитопланктона	Отношение к солености	Время, место отбора проб						
			Весна				Лето		
			Водоем в г. Астрахань	озеро б/н у с.п. Промысловка	оз. Большое Яшалгинское	оз. Царык	Водоем в г. Астрахань	озеро б/н у с.п. Промысловка	оз. Большое Яшалгинское
13.	<i>G. minuta</i> (Kutz.) Holler.	b-f	-	-	-	+	-	-	-
14.	<i>Gomphosphaeria aponina v. multiplex</i> Nyg.	b-f	-	-	-	-	+	-	+
Chrysophyta – золотистые									
15.	<i>Dynobryon sertularia</i> Her.	f	+	-	-	-	-	-	-
Bacillariophyta – диатомовые									
16.	<i>Amphora ovalis</i> Kutz.	f	-	+	-	+	-	+	+
17.	<i>A. rotunda</i> Skv.	f	-	-	-	-	-	+	-
18.	<i>A. veneta</i> Kutz.	f	+	-	-	-	+	-	-
19.	<i>A. holsatica</i> Hust.	b	-	-	-	-	+	+	-
20.	<i>A. commutata</i> Grun.	b	-	-	-	-	-	-	+
21.	<i>A. coffeaeformis</i> Ag.	b	-	-	-	-	-	-	+
22.	<i>Achnanthes brevipes</i> Ag.	b	-	+	-	-	-	-	-
23.	<i>Actinocyclus ehrenbergii</i> Ralfs.	s	-	-	-	+	-	+	-
24.	<i>Caloneis amphibaena</i> (Bory) Cl.	b-f	-	+	-	-	-	-	-
25.	<i>Cocconeis placentula</i> Ehr.	b-f	-	-	+	-	-	-	-
26.	<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kutz.	b-f	+	+	-	+	+	+	+
27.	<i>Cymatopleura solea</i> (Breb.) W. Sm.	f	+	-	-	-	-	-	-
28.	<i>Cymbella affinis</i> Kutz.	f	-	-	+	+	+	+	+
29.	<i>C. parva</i> (W. Sm.) Cl.	f	-	-	-	+	-	-	+
30.	<i>C. tumidula</i> Grun.	f	-	-	-	-	-	+	+
31.	<i>Cymbella</i> sp.	?	-	-	-	+	-	-	-
32.	<i>Diatoma elongatum</i> (Lyngb.) Ag.	b-f	-	-	+	-	-	-	-
33.	<i>D. vulgare</i> Bory	b-f	-	-	-	+	-	+	-
34.	<i>Diatoma</i> sp.	?	-	-	-	-	-	+	+
35.	<i>Epithemia zebra</i> (Ehr.) Kutz.	f	-	-	-	-	-	+	-
36.	<i>Eunotia</i> sp.	?	+	-	-	-	-	-	-
37.	<i>Fragilaria capucina</i> Desm.	b-f	+	-	-	-	+	+	+
38.	<i>F. construens</i> (Ehr.) Grun.	s	-	+	-	-	-	+	-
39.	<i>F. crotonensis</i> Kitt.	b-f	-	+	-	-	-	-	-
40.	<i>F. virescens</i> Ralfs	b-f	-	-	-	-	-	-	+
41.	<i>Gyrosigma attenuatum</i> (Kutz.) Rabenh.	b-f	-	+	-	-	-	-	-
42.	<i>Hantzschia</i> sp.	?	-	+	-	-	-	-	-
43.	<i>Melosira granulata</i> (Ehr.) Ralfs	f	-	-	+	+	+	+	+
44.	<i>M. varians</i> Ag.	f	-	-	-	+	-	-	-
45.	<i>Navicula cryptocephala</i> Kutz.	b-f	-	+	-	+	-	-	-
46.	<i>N. cincta</i> (Ehr.) Kutz.	b-f	-	+	-	-	-	-	-
47.	<i>N. gastrum</i> Ehr.	b-f	-	-	-	-	-	+	+
48.	<i>N. hungarica</i> Grun.	b-f	-	-	-	-	-	+	-
49.	<i>N. lanceolata</i> (Ag.) Kutz.	b-f	-	+	-	-	-	-	+
50.	<i>N. menisculus</i> Schum.	b-f	-	-	-	-	-	-	+
51.	<i>N. minima</i> Grun.	f	+	+	+	+	+	+	+

№ п/п	Вид фитопланктона	Отношение к солёности	Время, место отбора проб						
			Весна				Лето		
			Водоем в г. Астрахань	озеро б/н у с.п. Промысловка	оз. Большое Яшалгинское	оз. Царык	Водоем в г. Астрахань	озеро б/н у с.п. Промысловка	оз. Большое Яшалгинское
52.	<i>N. peregrina</i> (Ehr.) Kutz.	b-f	+	-	-	-	-	-	-
53.	<i>N. placentula</i> Ehr.	b-f	+	-	-	-	-	-	+
54.	<i>N. pusilla</i> W. Sm.	b-f	-	-	-	-	-	+	-
55.	<i>N. tuscula</i> (Ehr.) Grun.	s	+	-	-	-	-	+	+
56.	<i>Navicula</i> sp.	?	+	+	-	-	-	-	+
57.	<i>Nitzschia acicularis</i> W. Sm.	b-f	+	+	+	+	+	+	+
58.	<i>N. apiculata</i> (Greg.) Grun.	f	-	+	-	-	-	-	-
59.	<i>N. closterium</i> (Ehr.) W. Sm.	s	+	-	-	-	-	+	-
60.	<i>N. distans</i> Greg.	b	-	-	-	-	-	-	+
61.	<i>N. gracilis</i> Hantzsch.	f	+	+	-	-	-	-	-
62.	<i>N. holsatica</i> Hust.	f	-	+	-	+	-	+	+
63.	<i>N. hungarica</i> Grun.	b	-	-	-	-	+	+	-
64.	<i>N. macilenta</i> Greg.	b	-	+	-	-	-	+	-
65.	<i>N. sigma</i> (Kutz.) W. Sm.	b	-	-	-	-	-	+	-
66.	<i>N. sigmoidea</i> (Ehr.) W. Sm.	b-f	-	-	-	+	-	-	-
67.	<i>N. vermicularis</i> (Kutz.) Grun.	b-f	-	+	-	-	-	+	-
68.	<i>Nitzschia</i> sp.	?	-	+	-	-	-	-	-
69.	<i>Pinnularia</i> sp.	?	-	+	-	-	-	-	-
70.	<i>Pleurosigma elongatum</i> W. Sm.	b	-	-	-	-	-	+	-
71.	<i>P. delicatulum</i> W. Sm.	b	+	+	-	-	+	+	+
72.	<i>Stephanodiscus hantzschii</i> Grun.	b-f	-	+	-	-	-	-	-
73.	<i>Surirella capronii</i> Breb.	b-f	-	-	-	+	-	-	-
74.	<i>Synedra ulna</i> (Nitzsch.) Ehr.	b-f	+	+	+	+	+	+	+
Pyrophyta – пиррофитовые									
75.	<i>Exuviaella cordata</i> Ostf.	s	-	-	-	-	-	+	-
76.	<i>Prorocentrum micans</i> Ehr.	s	-	-	-	-	-	-	+
Euglenophyta – эвгленовые									
77.	<i>Euglena acus</i> Ehr.	f	-	-	-	-	-	+	+
78.	<i>E. viridis</i> Ehr.	f	-	-	-	-	+	-	-
79.	<i>Euglena</i> sp.	f	-	-	-	-	+	+	-
80.	<i>Phacus</i> sp.	f	-	-	-	-	-	-	+
81.	<i>Trachelomonas</i> sp.	f	-	-	-	-	+	-	-
Chlorophyta – зеленые									
82.	<i>Actinastrum hantzschii</i> v. <i>gracile</i> Lagerh.	f	-	-	-	+	-	-	-
83.	<i>Ankistrodesmus convolutus</i> Corda	f	+	+	-	-	-	-	-
84.	<i>A. pseudomirabilis</i> v. <i>spiralis</i> Korschik.	f	-	-	-	-	-	-	+
85.	<i>A. arcuatus</i> Korschik.	f	+	-	-	-	-	-	-
86.	<i>Binuclearia lauterbornii</i> (Schmidle) Pr.-Lavr.	b-f	-	-	+	-	-	-	+
87.	<i>Chlamydomonas</i> sp.	f	+	-	-	-	-	+	-
88.	<i>Crucigenia quadrata</i> Morren	f	+	-	-	-	-	-	-

№ п/п	Вид фитопланктона	Отношение к солености	Время, место отбора проб						
			Весна				Лето		
			Водоем в г. Астрахань	озеро б/н у с.п. Промысловка	оз. Большое Яшалтинское	оз. Царык	Водоем в г. Астрахань	озеро б/н у с.п. Промысловка	оз. Большое Яшалтинское
89.	<i>Euteromorpha sp.</i>	f	-	-	-	+	-	-	-
90.	<i>Hyaloraphidium contortum</i> Pasch. et Korsch.	f	-	-	-	-	-	+	-
91.	<i>Pediastrum boryanum v. longicorne</i> Racib.	f	+	-	-	-	-	-	-
92.	<i>Scenedesmus acuminatus</i> (Lagerh.) Chod.	f	-	-	-	-	-	-	+
93.	<i>S. quadricauda</i> (Turp.) Breb.	f	-	-	-	-	-	-	+
94.	<i>Schroederia setigera</i> (Schroed.)	f	-	-	-	+	-	-	-

Примечание: + обнаружена таксономическая единица, - нет таксономической единицы

Открытием, сделанным в процессе проведения работ, было нахождение в водоемах с соленостью намного выше 40 ‰ пресноводных видов фитопланктона (Прошкина-Лавренко, Макарова, 1968; Левшакова, 1971) до настоящей работы не отмечавшихся в гипергалинных водоемах Юга России.

Из 14 видов представителей группы синезеленых водорослей найдено два пресноводных вида (*Anabaena spiroides f. contracta*, *Oscillatoria sp.*), живущих во всех водоемах в исследуемый период, что составляет 14,3 % от группы. Вид *Gomphosphaeria aponina v. multiplex* обнаружен летом в водоемах г. Астрахань и оз. Большом Яшалтинском. Специфичными видами весной в оз. Царык являлись *Anabaena Scheremetievii* и *Gloeocapsa minuta*, летом, в оз. Большое Яшалтинское – *Anabaenopsis elenkinii*.

Gloeocapsa turgida был обнаружен весной в оз. Царык, летом в оз. Большое Яшалтинское. Только в озере б/н у с.п. Промысловка зафиксировано наличие *Aphanizomenon flos-aquae* и *A. ussaczevii*. Для загрязненного водоема г. Астрахань специфичным оказался только один вид из данной группы – *Gloeocapsa minuta*. Минимальное видовое разнообразие синезеленых водорослей отмечено в оз. Царык весной – 1 таксон, максимальное в озере б/н у с.п. Промысловка – 7. Таксономическое разнообразие синезеленых водорослей в процентном отношении в исследуемых водоемах в 2018 г. максимально представлено солоновато-пресноводными видами (42,9 % из 14 таксонов).

Группа золотистых водорослей представлена только одним видом *D. sertularia* обнаруженным в водоеме г. Астрахань весной.

Диатомовые водоросли занимают 62,8 % (59 видов) общего таксономического разнообразия фитопланктона изучаемых гипергалинных водоемов. Из них, согласно классификации А.И. Прошкина-Лавренко, И.В. Макаровой (1968) и В.Д. Левшаковой (1971), таксономических единиц: пресноводных – 14, солоноватоводно-пресноводных – 24, солоноватоводных – 10, морских – 4, с не выясненной экологией – 7, обитающих в гипергалинных водоемах с соленостью выше 116,0 ‰. Представителей убиквистических видов в данной группе не зафиксировано. Обнаружено, что только 6 (10,2 % от общего количества) видов являются общими для всех водоемов. Максимальное количество специфических видов зафиксировано в озере б/н у с.п. Промысловка – 19 из них 3 пресноводных. Минимальная величина индивидуальных для водоема видов выявлено в водоеме в г. Астрахань и оз. Царык – по 4 таксономических единиц соответственно. Из них

пресноводных в водоеме в г. Астрахани 2 вида, в оз. Царык – 1. В оз. Большое Яшалтинское найдено 6 видов диатомовых водорослей, живущих весной или летом, только в данном водоеме и из них ни одного пресноводного. Солоноватоводно-пресноводные виды в данной группе составили 40,7 %.

Два вида морских представителей пиропфитовых водорослей обнаружены только летом. В озере б/н у с.п. Промысловка найдена *Exuviaella cordata* и *Prorocentrum micans* - в оз. Большое Яшалтинское.

Пресноводные, согласно работам 1968-1971 гг. (Прошкина-Лавренко, Макарова, 1968; Левшакова, 1971), представители группы эвгленовых водорослей зафиксированные только летом в количестве 5 таксономических единиц. Максимальное количество видов (60 % от всего количества эвгленовых) определено в загрязненном водоеме в г. Астрахань. Общих для всех исследованных водоемов водорослей данной группы летом 2018 г. не обнаружено.

Группа зеленых водорослей в гипергалинных водоемах была представлена 13 видами из которых 12 – пресноводные (92,3 %). Максимальное количество таксонов было весной в водоеме г. Астрахань (5). Летом в нем не осталось ни одного представителя группы. В оз. Большое Яшалтинское, наоборот, количество зеленых водорослей летом увеличилось на два таксона за счет пресноводных представителей группы. Единственный представитель группы зеленых – солоноватоводно-пресноводный *Binuclearia lauterbornii* присутствовал в оз. Большое Яшалтинское во всех изученных сезонах, все другие виды отмечены только в один сезон в одном водоеме. В озере б/н у с.п. Промысловка весенняя популяция *Ankistrodesmus convolutus* была вытеснена двумя представителями группы – *Chlamydomonas sp.* и *Hyaloraphidium contortum*. *Chlamydomonas sp.* была обнаружена весной в водоеме в г. Астрахань.

Летнее видовое разнообразие изученных водоемов богаче весеннего в общем на 5 таксонов. Количественное и качественное распределение таксономического разнообразия фитопланктона гипергалинных водоемов по отношению к солености показано на рис. 1.

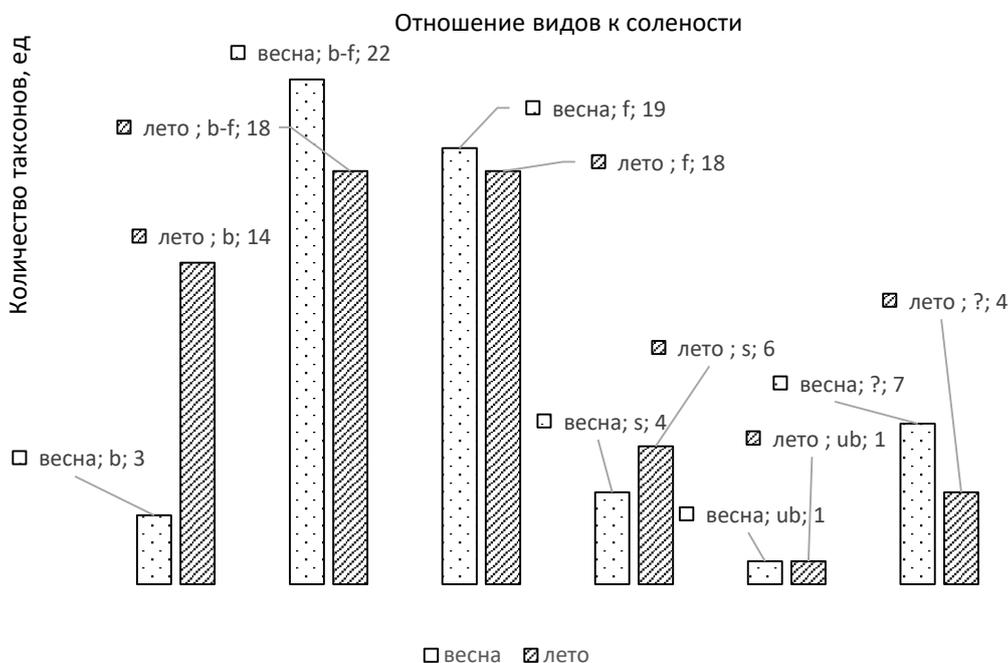


Рисунок 1. Количественное и качественное распределение таксономических групп фитопланктона в зависимости от сезона 2018 г.

Заключение

Данные исследования выявили адаптивные возможности различных по отношению к солености видов водорослей фитопланктона менять свою биологию и приспосабливаться к высоким концентрациям солей, показывая высокую экологическую пластичность.

Отмечено, что летом значительно увеличивается количество пресноводных форм в группах диатомовых и эвгленовых водорослей, которые адаптировались к высокой солености водоемов Юга России.

Список источников

1. Иванова В.И. Экологическое состояние и генезис биоты гипергалинных водоемов Калмыкии. Автореферат диссертации на соискание ученой степени к.б.н. Самара: Калмыцкий филиал ГНУ ВНИИГ Россельхозакадемии, 2013. 19 с.

2. Усачев П.И. Количественная методика сбора и обработки фитопланктона // Труды всесоюзного гидробиологического общества, т. 11. С. 411-415.

3. Левшакова В.Д. Некоторые экологические особенности фитопланктона Северного Каспия // Труды КаспНИРХ, 1971, т. 26. С. 67-82.

4. Прошкина-Лавренко А.И., Макарова И.В. Водоросли планктона Каспийского моря. Л.: Наука, 1968. 289 с.

© Якимов А. В., Некрасова С. О., Татаринцева Т. А., Ардабьева А. Г., Терлецкая О. В., 2022

СЕКЦИЯ 4. ЗАЩИТА И ИММУНИТЕТ РАСТЕНИЙ

Научная статья
УДК 632.51

Эффективность химических мер защиты посевов кукурузы от сорной растительности в условиях Нижнего Поволжья

Денис Дмитриевич Бабушкин, аспирант 1 курса Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов; младший научный сотрудник отдела кукурузы и зернобобовых культур ФГБНУ Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго и кукурузы «Россорго», г. Саратов

Еськов Иван Дмитриевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, зав. кафедры «Защита растений и плоовошеводство» Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов

Зайцев Сергей Александрович, кандидат сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник отдела кукурузы и зернобобовых культур ФГБНУ Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго и кукурузы «Россорго», г. Саратов

Аннотация. В данной статье показана динамика численности сорных растений в посевах кукурузы до обработки, а также сравниваются результаты подобранных препаратов в борьбе как с однолетними, так и с многолетними сорными растениями численность в условиях Нижнего Поволжья.

Ключевые слова: кукуруза, сорные растения, распространенность, биологическая эффективность

The effectiveness of chemical measures to protect corn crops from weeds in the conditions of the lower volga region

Annotation. This article shows the dynamics of the number of weeds in corn crops before processing, and also compares the results of selected drugs in the fight against both annual and perennial weeds in the conditions of the Lower Volga region.

Key words: corn, weeds, prevalence, biological efficiency

Кукуруза – одна из основных культур современного мирового земледелия, разностороннего использования и высокой урожайности. На продовольствие в странах мира используется около 20% зерна кукурузы, на технические цели - 15-20% и примерно две трети - на корм. [1]

На урожайность и в целом на формирование зерен в початке отрицательное влияние оказывает засорённость посева. Сорняки потребляют из почвы огромное количество воды и элементов питания. Из-за недостатка влаги и питания замедляется развитие початка и растения, увеличивается разрыв между цветением метёлки и початка, вследствие чего нарушается процесс опыления, наблюдается бесплодие растений. В результате значительно снижается урожай зерна и зелёной массы кукурузы, ухудшается кормовая ценность зелёной массы и силоса. [3]

Материал и методика. Исследования проводились в 2021 г. в ФГБНУ РосНИИСК «Россорго». Объектом исследований: гибридная популяция кукурузы – РНИИСК-1. Исследования проводились по общепринятым методикам. Для закладки опыта участок разбивается в горизонтальном и вертикальном направлении на 2 ряда и 6 столбцов. Число делянок $2 \times 6 = 12$.

Учеты проводятся перед применением гербицида, через один месяц после обработки и перед уборкой. Учитывается видовой состав сорных растений, их число в расчете на учетную площадку. Размер учетной площадки зависит от уровня засорения. На пропашных культурах в качестве учетной площадки выделяют 0,5 или 1 погонный метр ряда. [4]

Схема посева 5м*2,6м агротехнические мероприятия общепринятые для интенсивной технологии возделывания кукурузы. Глубина посева кукурузы 4-6см.

В данном опыте для борьбы с сорной растительностью в посевах кукурузы применялись такие химические препараты как: Гезагард, КС (500 г/л), Ранголи-Тиран, ВДГ (250 г/кг) в смеси с 200 мл/га Неон 99 (800 г/л оксиэтилированных алкилфенолов), Аминопелик, ВР (600г/л).

Результаты. Анализ видового состава сорной растительности показал, что на посевах присутствуют как многолетние, так и однолетние сорные растения.

Предварительный учет численности сорных растений проводился в фазу 3-х листьев, так как сорные растения в посевах кукурузы стали интенсивно распространяться в больших количествах. При данном учете было установлено что среднее количество сорных растений на контроле достигло 29 шт/м²; в 1 варианте: 35 шт/м²; во 2 варианте 33 шт/м²; в 3 варианте также 33 шт/м² (см. Рисунок 1).

После данного учета было установлено, что численность сорных растений превышает ЭПВ, в связи с этим были произведены гербицидные обработки.

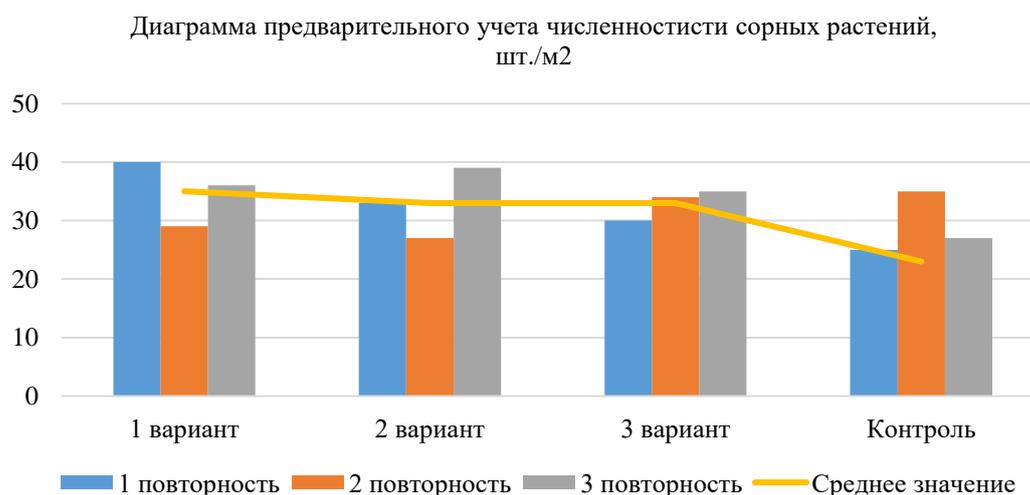


Рисунок 1. Численная засоренность кукурузы сорными растениями

Обработка разными гербицидами способствовала снижению засоренности как однолетними так и многолетними сорными растениями. По сравнению с контролем, на опытных участках препараты проявили себя по-разному

В учетный 2021 год наибольшая эффективность в борьбе с однолетними сорными растениями была отмечена в 3 варианте, где опытный участок был обработан по посевам гербицидом Гезагард, КС, и последовательно в фазу 5 листьев была произведена обработка гербицидом Ранголи-Тиран, ВДГ. Средняя численность однолетних сорных растений в предварительный учет составляла 27 шт./м², а в заключительный после обработки показатель был 8 шт./м². Биологическая эффективность после обработки данным препаратами составила 70,4%.

Чуть ниже показатель во 1 варианте с Аминопелик, ВР. Средняя численность однолетних сорных растений до обработки составляла 22 шт./м². После обработки в заключительный учет 7 шт./м² Биологическая эффективность составила 68,9%.

Эффективность препарата во 2 варианте Ранголи – Тиран,ВДГ, оказалась самой низкой по сравнению с другими вариантами. Средняя численность однолетних сорных растений до

обработки составляла также 22 шт./м², после обработки 9 шт./м². Биологическая эффективность составила 59,1%

В контроле численность сорных растений с каждым учетом возрастала (см. Таблица 1).

Таблица 1 – Влияние препаратов на однолетние сорные растения

Вариант опыта	Среднее число сорных растений в посевах кукурузы в годы исследований.			Снижение численности относительно исходной с поправкой на контроль (относительно контроля) по суткам учетов, %.	
	Предварительный учет	Через 30 дней	Заключительный учет	Предварительный учет	Заключительный учет
Контроль	20	16	33	–	–
Аминопелик, КС	22	6	7	72,2	68,9
Ранголи – Тиран,ВДГ	22	2	9	90,9	59,1
Гезагард, КС + Ранголи – Тиран, ВДГ	27	3	8	88,9	70,4
F _{факт.}	24,67*	746,28*	905,815*	–	–
НРС _{0,05}	2,097	0,809	1,440	–	–

Так же отдельно фиксировалась численность многолетних сорняков, а также влияние гербицидов на их численность. В данном опыте лучше себя показал препарат Аминопелик, ВР, достигала 13 шт./м², в заключительный учет 4 шт./м². Биологическая эффективность 69,2%.

В учетный 2021 год средняя численность до обработки в варианте с препаратом Ранголи – Тиран, ВДГ составила 11 шт./м², а после обработки 4 шт./м². Биологическая эффективность составила 63,6%. Чуть выше эффективность была в варианте с препаратами Гезагард,КС + Ранголи – Тиран, ВДГ, что составляла 66,7%. А средняя численность растений до обработки составила 6 шт./м², а в последний учет 2 шт./м²(см. Таблица 2).

Таблица 2 – Влияние препаратов на многолетние сорные растения

Вариант опыта	Среднее число сорных растений в посевах кукурузы в годы исследований			Снижение численности относительно исходной с поправкой на контроль (относительно контроля) по суткам учетов, %	
	Предварительный учет	Через 30 дней	Заключительный учет	Предварительный учет	Заключительный учет
Контроль	9	12	14	–	–
Аминопелик, ВР	13	2	4	84,6	69,2

Вариант опыта	Среднее число сорных растений в посевах кукурузы в годы исследований			Снижение численности относительно исходной с поправкой на контроль (относительно контроля) по суткам учетов, %	
	Предварительный учет	Через 30 дней	Заключительный учет	Предварительный учет	Заключительный учет
Ранголи – Тиран,ВДГ	11	3	4	72,7	63,6
Гезагард, КС + Ранголи – Тиран, ВДГ	6	3	2	50	66,7
F _{факт.}	97,28*	1067,92*	782,20*	–	–
НРС _{0,05}	1,050	0,495	0,670	–	–

Вывод. Исследования показали, что гербициды, применяемые в посевах кукурузы, по-разному влияют на сорную растительность и на изменение ее численности.

По данным исследований можно выделить что в борьбе с однолетними сорным растениями эффективнее себя показал опыт в 3 варианте, где опытный участок был обработан по посевам гербицидом Гезагард, КС, и в последствии в фазу 5 листьев была произведена обработка гербицидом Ранголи-Тиран, ВДГ. Биологическая эффективность составила 70,4%.

В борьбе с многолетними сорными растениями в 2020-2021 годах лучше всех эффективность показал вариант с препаратом Аминопелик,ВР (600 г/л). Который справился с сорными растениями в 2020 году на 63,6%, а в 2021 году 69,2%.

Список источников

1. Дюрягин И.В., Панфилов А., Иванова Е. Эффективность выращивания кукурузы на зерно // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. – 2018. – № 5. – С. 61.
2. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М. Колос, 1968.
3. Фисюнов А. В. Справочник по борьбе с сорняками. М., "Колос" 1984 год
4. Методические указания для проведения лабораторно-практических занятий по теме: «Изучение ассортимента пестицидов». Составили: Доцент Е.Ю Веретельник – 2012. – 20 с.

© Бабушкин Д.Д., Еськов И.Д., Зайцев С.А., 2022

Научная статья
УДК 336.018(045)

Влияние различных комбинаций гербицидов на урожай сои на орошении

Денисов Константин Евгеньевич
Полетаев Илья Сергеевич
Греков Дмитрий Алексеевич
ФГБНУ «ВолжНИИГиМ», Саратовская обл.

Аннотация. В статье рассматриваются результаты влияния различных комбинаций гербицидов на урожай сои на орошении, проведенные на опытном участке в ОПХ «ВолжНИИГиМ» в г.Энгельсе, Саратовской области. Изучено влияние на засоренность и проведено сравнение разных вариантов обработанных посевов.

Ключевые слова: соя, гербициды, орошение, засоренность, урожайность, посевы

The effect of various combinations of herbicides on the soybean crop under irrigation

Denisov Konstantin Evgenievich

Poletaev Ilya Sergeevich

Grekov Dmitry Alekseevich

FGBNU "VolzhNIIGiM",

Saratov region

Abstract. The article discusses the results of the influence of various combinations of herbicides on the soybean crop under irrigation, conducted at a pilot site in the OPH "VolzhNIIGiM" in Engels, Saratov region. The influence on clogging was studied and a comparison of different variants of treated crops was carried out.

Keywords: soybeans, herbicides, irrigation, contamination, yield, crops

Соя — масличная и зернобобовая сельскохозяйственная культура. В мире площади посевов сои занимают первое место среди зернобобовых культур. В 1983 г. они составляли 52 млн га в более 40 стран мира, к концу XX века — 67 млн га или 42% от общей площади посевов зернобобовых культур. Валовой сбор составляет 143 млн. т или 62% от общего сбора зерна зерновых бобовых при средней урожайности 2,2 т/га [1].

В богарных условиях России урожайность семян сои составляет 1,0-1,5 т/га, на орошаемых землях — 2,7-4,0 т/га. При высоком уровне агротехники соя может давать и более высокие урожаи [3].

Значительная часть ее посевов (56 %) сосредоточена на Дальнем Востоке, где 72 % приходится на производство сои в Амурской области. Здесь сумма температур выше 10 градусов Цельсия, (1900-23000) дает возможность возделывать только ультраскороспелые и отдельные скороспелые сорта, биологический потенциал урожайности которых редко превышает 1,5 т/га.

Нарастают объемы производства сои в Центральном федеральном округе – 28 % от всех посевов РФ, где ограниченность тепловых ресурсов также не способствует возделыванию среднескороспелых и среднеспелых, наиболее урожайных сортов у этой культуры. В Южном федеральном округе почти вся посевная площадь – 155,1 тыс. га. или 85,6 % от посевов этого региона – приходится на Краснодарский край. Здесь наблюдается положительная динамика роста средней по годам урожайности – 1,58-2,11 т/га. Но площади посева больше не возрастают, поскольку в этом, благоприятном по почвенно-климатическим условиям регионе, сое трудно составить конкуренцию другим ценным сельскохозяйственным культурам. Волгоградская область - один из регионов ЮФО, где посевы сои за прошедшие пять лет (2012-2016) возросли в 2,2 раза, и увеличилась урожайность.

Однако, несмотря на наметившийся подъем производства сои, в целом по стране ее валовое производство лишь на 20-30 % покрывает потребности народного хозяйства в высокобелковом сырье[2].

Важной задачей становится повышение урожайности сои при орошении. Одним из способов повышения урожайности сои является эффективная борьба с сорной растительностью. Особенно актуальна эта задача в условиях орошения. Однако применение гербицидов может вызвать стресс у растений сои, который можно снизить за счет последующей обработки посевов микроудобрением. Для подбора наиболее оптимальной

системы борьбы с сорной растительностью на базе ОПХ «ВолжНИИГиМ» в 2021 г. были заложены опыты в посевах сои сорта «Марина».

Схема защиты от сорной растительности включала в себя применение почвенного гербицида на основе С-метолахлора. По вегетирующим растениям применялись гербициды на основе Клетодима и Тифенсульфулон-метила. Для снижения стресса от применения гербицидов применяли обработку посевов микроудобрением содержащим микроэлементы в хелатной форме.

Схема опыта включала 16 вариантов:

1. Контроль (без применения гербицидов и некорневых подкормок)
2. Микроудобрение.
3. Клетодим
4. Тифенсульфулон-метил
5. Клетодим + Тифенсульфулон-метил
6. Клетодим + микроудобрение
7. Тифенсульфулон-метил + микроудобрение
8. Клетодим + Тифенсульфулон-метил + микроудобрение
9. С-метолахлор
10. С-метолахлор + Клетодим
11. С-метолахлор + Тифенсульфулон-метил
12. С-метолахлор + Клетодим + Тифенсульфулон-метил
13. С-метолахлор + микроудобрение
14. С-метолахлор + Клетодим + микроудобрение
15. С-метолахлор + Тифенсульфулон-метил + микроудобрение
16. С-метолахлор + Клетодим + Тифенсульфулон-метил + микроудобрение

Норма высева составляла 0,8 млн. всхожих семян на 1 га. Посев производился в третьей декаде мая. Почвенный гербицид, вносился до посева. Гербициды по вегетирующим растениям вносились в фазу ветвления, микроудобрения применяли в фазу бутонизации. Применяли следующие нормы: почвенный гербицид на основе С-метолахлора - 1,3 л/га, гербицид на основе Клетодима – 0,0016 л/га, гербицид на основе Тифенсульфулон-метила – 0,004 л/га, микроудобрения – 1,0 л/га. Расход рабочей жидкости составлял 200 л/га.

Полученные в результате проведения исследований данные показывают влияние на урожайность сои в условиях орошения как схемы защиты растений, так и применение микроудобрений для снятия стресса растений (таблица 1).

Таблица 1 – Урожайность сои по вариантам опыта, 2021 г.

Варианты опыта	Урожайность	Прибавка к контролю	
		т/га	%
1.Контроль	1,64	-	-
2.Микроудобрение	1,78	0,14	9,00
3.Клетодим	1,96	0,32	20,00
4.Тифенсульфулон-метил	2,35	0,71	43,00
5.Клетодим + Тифенсульфулон-метил	2,60	0,96	59,00
6.Клетодим + микроудобрение	2,20	0,56	34,00
7.Тифенсульфулон-метил + микроудобрение	2,56	0,92	56,00
8.Клетодим + Тифенсульфулон-метил + микроудобрение	2,80	1,16	71,00
9.С-метолахлор	2,23	0,59	36,00
10.С-метолахлор + Клетодим	2,59	0,95	58,00
11.С-метолахлор + Тифенсульфулон-метил	2,71	1,07	65,00
12.С-метолахлор + Клетодим + Тифенсульфулон-метил	2,89	1,25	76,00

Варианты опыта	Урожайность	Прибавка к контролю	
		т/га	%
13.С-метолахлор + микроудобрение	2,42	0,78	48,00
14.С-метолахлор + Клетодим + микроудобрение	2,78	1,14	70,00
15.С-метолахлор + Тифенсульфурон-метил + микроудобрение	2,98	1,34	82,00
16.С-метолахлор + Клетодим + Тифенсульфурон-метил + микроудобрение	3,10	1,46	89,00

В результате анализа таблицы видно увеличение урожайности по отношению к контролю на всех вариантах опыта. На контрольном варианте урожайность составляла 1,64 т/га. Наибольшая урожайность наблюдалась на варианте с совместным применением гербицидов и микроудобрений, различие с контролем составляло 89,0%. Наиболее эффективными оказались в наших опытах действующие вещества Тифенсульфурон-метил и С-метолахлор, которые более всего способствовали повышению урожайности растений сои.

Так же необходимо отметить что обработка посевов микроудобрением повышала урожайность по сравнению с вариантами без обработки, что говорит о снятии стресса у растений сои.

Список источников

1. Устюжанин А.П. Стратегия развития соевого комплекса России // Земледелие, 2010. №3. – С. 3-6.
2. Программа развития соеводства Российской Федерации на 2015-2020 гг. URL: http://www.ros-soya.su/24124_Program.doc
3. Долгинова В.А. Соя в России: без ГМО. — М.: НИА — Природа, 2016. — 111 с.

© Денисов К. Е., Полетаев И.С., Греков Д.А., 2022

Научная статья
УДК 632.51:633.15

Влияние предпосевной обработки сои на фитопатогенную нагрузку семян

Еськов Иван Дмитриевич, Теняева Ольга Львовна, Лихацкая Светлана Геннадиевна
Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов

Аннотация. В статье представлены результаты лабораторных и полевых исследований о влиянии предпосевной обработки сои на зараженность семян сои сорт Соир 4 грибными патогенами. Изучена эффективность различных комбинаций био- и химических препаратов на всхожесть, и продуктивность сои в производственных условиях. Наибольший эффект обеспечила баковая смесь гербицидов Балерина Форте, СЭ и Крейцер, ВДГ. Комплексное использование протравителя Альфа-Протравитель, ТКС + НитрагинКм + Мегамикс-Семена позволило получить самый высокий урожай 2,25 т/га (прибавка урожая 0,58 т/га) и рентабельность 123 %, что выше контроля на 50 %, варианта с экологичной баковой смесью инокулятора и ростостимулирующих веществ на 44%, протравливания ТМТД на 5%.

Ключевые слова: соя, фитопатогены, протравливание семян, фунгициды, всхожесть, биологическая эффективность

The effect of pre-sowing processing of soybeans on phytopathogens of seeds

Ivan Dmitrievich Eskov, Olga Lvovna Tenyaeva, Svetlana Gennadiyevna Likhatskaya
Saratov State University of genetics, biotechnology and engineering
named after N.I. Vavilov, Saratov

Abstract. The article presents the results of laboratory and field studies on the effect of pre-sowing soybean treatment on the contamination of soybean seeds of the Soir 4 variety with fungal pathogens. The effectiveness of various combinations of bio- and chemical preparations on the germination and productivity of soybeans in production conditions has been studied. The greatest effect was provided by the tank mixture of herbicides Ballerina Forte, SE and Kreutzer, VDG. The complex use of the protectant Alpha-Protectant, TKS + NitraginCm + Megamix-Seeds allowed to obtain the highest yield of 2.25 t/ha (yield increase of 0.58 t /ha) and profitability of 123%, which is 50% higher than the control, the option with an eco-friendly tank mixture of inoculator and growth-stimulating substances by 44%, etching TMTD by 5%.

Keywords: soy, phytopathogens, seed pickling, fungicides, germination, biological efficiency

Введение. Соя, как и другие культуры, поражается многими грибными болезнями, которые являются одной из причин значительной потери урожая. Поражение патогенными грибами вызывает снижение урожая на 20–30% и ухудшает его качество. Оптимизация фитосанитарного состояния посевов сои должна проводиться экологически безопасными методами, так как культура используется в пищевой промышленности и для кормления животных. Эта проблема может быть решена разработкой комплекса защитных мероприятий, направленных на ограничение развития болезней сои. Протравливание - один из надежных и экологически безопасных способов защиты от семенной и почвенной инфекцией сои. Рациональное использование протравителей, их применение согласно оптимальному регламенту в комплексе с биологически активными веществами, позволяет значительно сократить потери урожая от болезней в годы массового развития патогенов [3,4,5].

Цель исследований состояла в выявлении видового состава грибных болезней сои, их распространенности, вредоносности и изучение эффективности фунгицидных и био-препаратов для защиты сои от грибной инфекции в степной зоне Поволжья.

Научные исследования проводились в 2020-2022 гг. на полях ООО "Наше Дело" Марксовского района, расположенного в Северной левобережной природной сельскохозяйственной микроне Саратовской области на сорте сои Соер 4.

Для исследования были взяты препараты для протравливания семян сои с различными функциями и изучены их баковые смеси. Биодобрение Нитрагин Км, содержит природный штамм клубеньковых бактерий *Bradyrhizobium japonicum* 206, вирулентный к различным сортам сои, которые в симбиозе с растением способны фиксировать свободный азот атмосферы. Инокуляция семян клубеньковыми бактериями, препарат имеет Разрешение Министерства сельского хозяйства РФ (Россельхознадзора). Расход Нитрагина Км - 80 грамм на 1 гектарную норму высева семян. Один литр рабочего раствора готовят из 80 г препарата «НитрагинКМ» и 100 мл органно-минерального комплекса.

Жидкое минеральное удобрение для предпосевной обработки семян на основе микро - и макроэлементов Мегамикс – Семена (бинарная упаковка, тара 10+10 л.): макроэлементы, гр/л: N – 58; P — 6; K — 58; S – 50; Mg – 22; микроэлементы, гр/л: Cu — 33; Zn – 31; Fe – 4; Mn – 3; B – 4,6; Mo – 7; Co – 2,8; Cr – 0,5; Se – 0,1; Ni – 0,1. Норма расхода – 2 л/т.

Также химические фунгицидные протравители. ТМТД, ВСК. (Тирам 400 г/л, химический класс Дитиокарбаматы) Норма расхода препарата 6 кг/т (плесневение семян, аскохитоз, фузариоз, бактериоз).

Беномил 500, СП. (Беномил (Фундазол) 500 г/кг, Бензимидазолы). Норма расхода препарата 3 кг/т (плесневение семян, аскохитоз, фузариоз, бактериоз).

Альфа-Протравитель, ТКС (Имазалил 100 г/л +Тебуконазол 60 г/л, химический класс Имидазолы + триазолы). Норма расхода препарата 0,4 л/т (фузариозная корневая гниль, аскохитоз, фузариоз, плесневение семян)

Обработка семян ТМТД, Беномил 500 и Альфа-Протравитель за 3 дня до посева, а обработка Нитрагином и жидким минеральным удобрением Мегамикс- Семена в день посева).

Сорт сои Соер 4 создан на Ершовской опытной станции орошаемого земледелия НИИСХ Юго-Востока. Авторы: к.с.-х.н. Мордвинцев М.П, Визнер В.С., Подкина Д.В., к.с.-х.н. Соколов С.М. Правовые параметры: патент № 0131 с приоритетом от 19.09.1994 г., зарегистрирован 28.05.1998 г., допущен к использованию с 1997 г. Родословная сорта. Гибридизация эколого-географически отдаленных генотипов: Восход / 3000-78.

Исследования предусматривали закладку полевых и лабораторных опытов на базе лаборатории защиты растений и плодоовощеводство по общепринятым методикам [1,2].

Определение микофлоры семян сои проводили по методике Н.А. Наумовой (1970). Определяли наружную и внутреннюю инфекцию.

Для определения внутренней инфекции семена опускали на 1 минуту в чистый спирт, затем 30 минут промывали проточной водой и раскладывали в стерильные чашки Петри. Через 10 дней после закладки семян в чашки Петри определяли микрофлору и процент поражения каждым патогеном, выводя среднюю по повторениям.

Испытание протравителей проводилось согласно «Методическим указаниям по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве» (2009) [1].

Обследование посевов проводили по общепринятой методике по учету масличных культур (Чумаков и др, 1974). Распространенность и развитие болезней определяли по методике К.М. Степанова, А.Е. Чумакова (1972).

Результаты исследований. В период исследований семена сои в основном поражались плесневением (корневыми гнилями, в том числе фузариозом семян), а также альтернариозом и аскохитозом. Болезни, передающиеся через семена очень вредоносны, при заражении фузариозом биологический порог вредоносности (ПВ) не более 5%, аскохитозом – 10%.

Фузариоз сои значительно проявил себя в начале вегетации растений, так в период всходов распространение составила 15 % посева и 13 % развитие болезни. В период цветения пораженность фузариозом усилилось распространение и развитие болезни составила 12,0% и 21,3% соответственно. К моменту образования бобов распространённость болезни остановилось (12,7%), а интенсивность снизилась до 2,3%. Это связано с тем, что пораженные в первый период вегетации фузариозом в последствие погибли, а остальные растений оказались непораженными или проявили устойчивость к грибной инфекции, хотя и значительно отстали в росте и уступали по урожайности здоровым растениям (в предуборочный период (конец августа) распространённость составила 13,0%, а развитие 0,5%.

Аскохитоз в период вегетации сои получил меньшее развитие по сравнению с фузариозом, так первые симптомы проявились на сое в период цветения образование бобов пораженными оказались 2-3%. В предуборочный период распространите болезни было 5,5%. Развитие болезни не превышало 1%. Таким образом ЭПВ развития аскохитоза равный 25 % не был достигнут, болезнь проявилась в слабой степени.

Контроль по показателям всхожести и энергией прорастания превосходил только вариант с экологически безопасным стимулятором образования клубеньков и комплексным использованием этого препарата и микроудобрения Мегамикс-Семена (на 2,1 и 5,1% соответственно).

Известно, что не все фунгицидные протравители совместимы с Нитрогином, некоторые химические вещества негативно сказываются на посевные качества проростков сои и других бобовых культур, угнетая проростки (таблица 1).

Обработка ТМТД показала лучшие результаты, чем комплексное применения нитрогина и ТМТД. Хотя Тирам является одним из тех действующих веществ, которые хорошо совместимы и инокуляторами бобовых.

Таблица 1 – Влияние комплексного применения протравителей с инокулятом на посевные качества сои сорта Соер 4

Вариант опыта	Энергия прорастания		Лабораторная всхожесть семян	
	%	к контролю, %	%	к контролю, %
1 Контроль (без обработки)	80,5	-	80,2	-
2 Нитрагин Км	79,5	98,8	80,8	100,7
3 Нитрагин Км + Мегамикс-Семена	82,2	102,1	84,3	105,1
4 ТМТД, ВСК	72,3	89,8	79,2	98,8
5 ТМТД + Нитрагин Км + Мегамикс-Семена	71,3	88,6	74,9	93,4
6 Беномил 500, СП	72,0	89,4	75,8	94,6
7 Беномил 500, СП + Нитрагин Км + Мегамикс-Семена	79,0	98,1	80,2	100
8 Альфа-Протравитель, ТКС	77,8	96,6	79,3	98,9
9 Альфа-Протравитель, ТКС + Нитрагин Км + Мегамикс-Семена	75,5	93,8	76,5	95,4

Беномил 500, имеющий схожий химический класс, оказал более положительное воздействие на проростки чем ТМТД и еще выше показатели комплексное применения Беномила 500 и НитрогинаКм с Мегамикс-Семена. Однако эти показатели были все таки ниже контрольного варианта по энергии прорастания (на 1,9%) и равен контролю по всхожести .

Фунгицид Альфа-Протравитель имеет хорошо выраженную росторегулирующее действие, способствует интенсивному и равномерному нарастанию корневой системы, однако в лабораторных условиях его показатели были ниже контрольных. Еще ниже были посевные характеристики совместного использования этого двухкомпонентного протравителя с инокулятором и биоудобрением.

Альфа-Протравитель и Беномила 500 .показали себя более эффективными в сравнении с ТМТД.

Анализируя биометрические характеристика проростков, очевидно, что все варианты опыта превосходили контрольный вариант по длине и массе проростков.

Длина корешка (см) находится в сильной корреляционной зависимости с длиной проростка сои ($r=0,929$), такая же тенденция сохранилась и для массы корешков и надземной массы ($r=0,961$) проростков.

Длина корешка, $-0,466$, длина ростка $-0,598$, так же как и сырая масса корней проростков $-0,607$, находится в обратной корреляционной зависимости от энергии прорастания, корреляционная зависимости мощности проростков от всхожести семян не существенна. Хорошо развитые проростки не являются гарантом густых дружных входов сои.

В лабораторных условиях проводилась оценка эффективности различных баковых смесей для предпосевной обработки семян сои. Установлено, что семена сильно заражены семенной инфекцией, в основном это плесневение семян. Сапрофитные плесневые грибы составляют поверхностную микрофлору семян. Проявились возбудителями плесневения семян - несовершенные грибы рода *Aspergillus*, рода *Penicillium*, и грибы *Mucorales* (класс

Zygomycetes). Так же на семенах есть фузариум *Fusarium scirpi* Lamb, et Fautr. var. *acuminatum* Wr. (около 12,5% зараженных семян в пробе), семена покрылись белым пушком с характерными спорами. Источником заболевания являются главным образом зараженные семена и в меньшей степени почва (таблица 2).

В контрольном варианте общая зараженность семян грибной инфекцией составила 42,9%.

НитрагинКм несколько повысил устойчивость сои к инфекции, однако заражённость семян осталась достаточно высокой (29,4%). Баковая смесь Нитрагин + Мегамикс-Семена способствовала усилению зараженности семян (32,5%, что на 3,1 % выше по сравнению с обработкой одним инокулятором). Очевидно, что комплекс питания жидкого минерального удобрения не только обеспечивает наилучшую реализацию потенциала развития проростка, но и стимулирует развитие сапрофитных грибов на семенах сои.

Зараженность семян в варианте с ТМТД, вск составила 1,5 %; Беномил 500, СП - 14,9 %; Альфа-Протравитель, ТКС - 8,7 %.

Таблица 2 – Биологическая и экономическая эффективность протравителей против семенной инфекции сои сорта Соер 4

Вариант опыта	Зараженность, %	Биологическая эффективность, %
1 Контроль (без обработки)	42,9	-
2 Нитрагин Км	29,4	28,9
3 Нитрагин Км + Мегамикс-Семена	32,5	24,0
4 ТМТД, ВСК	1,5	96,2
5 ТМТД + Нитрагин Км + Мегамикс-Семена	2,2	95,1
6 Беномил 500, СП	14,9	64,5
7 Беномил 500, СП + Нитрагин Км + Мегамикс-Семена	16,4	63,5
8 Альфа-Протравитель, ТКС	8,7	79,7
9 Альфа-Протравитель, ТКС + Нитрагин Км + Мегамикс-Семена	7,0	83,7

НСР05 2, 96

$F_{\text{фак}} > F_{\text{табл}} 748,5 > 2,43$

Оценивая эффективность использования различных фунгицидных протравителей установлено, что ТМТД наиболее успешно подавил инфекцию семян (96,2%), так же хорошо проявил себя двухкомпонентный фунгицид Альфа-Протравитель (79,7%). Обработка семян Беномилом 500 показал достаточно среднюю эффективность (64,5%).

Отметим, что добавление к протравителям ТМТД и Беномил 500 биосмеси (НитрагинКм+ Мегамикс-Семена) способствовало повышению зараженности и, как следствие, снижению биологической эффективности на 1,1% и 1,0 соответственно.

Только баковая смесь Альфа-Протравитель, ТКС + НитрагинКм + Мегамикс-Семена при сравнении с одним фунгицидным препаратом Альфа-Протравитель, не только не снизила свою эффективность в подавлении грибной инфекции, но и повысила ее на 4%.

Самая высокая полевая всхожесть была в варианте с ростостимулирующей баковой смесью (НитрагинКм + Мегамикс-Семена) 90,3%. В вариантах с фунгицидами ТМТД, вск и Альфа-Протравитель, ТКС полевая всхожесть была ниже предыдущего варианта (86,1 и 84,5%, но выше контроля на 3,6% и 2,0 %соответственно). Учет сохранившихся к уборке растений на вариантах показал, что наибольшее их количество было при применении ТМТД (97,0%), чуть

меньше при баковой смеси биологических и химических компонентов (96,5% от взошедших растений). В варианте с биосмесью к уборке было меньше всего растений на м² (83,6% от взошедших растений).

Комплексное использование протравителя Альфа-Протравитель, ТКС + НитрагинКм + Мегамикс-Семена позволило получить самый высокий урожай 2,25 т/га (прибавка урожая 0,58 т/га) и рентабельность 123 %, что выше контроля на 50 %, варианта с экологичной баковой смесью инокулятора и ростостимулирующих веществ на 44%, протравливания ТМТД на 5%.

Выводы. В период исследований в Левобережье Саратовской области семена сои в основном поражались плесневением (корневыми гнилями, в том числе фузариозом семян), а также альтернариозом и аскохитозом. Распространение и развитие фузариоза достигало 15% (на уровне ЭПВ). Развитие аскохитоза не превышало 1%. ЭПВ развития аскохитоза равный 25 % не был достигнут, болезнь проявилась в слабой степени.

При обработке семян сои НитрагинКм + Мегамикс-Семена самая высокой всхожестью 85,5 % (выше контроля на 5%), сформировал проростки с массой корней 6,098 мг и ростков 38,890 мг и длинной коней и ростков 4,8 и 3,8 см соответственно, что выше контроля, однако ниже показателей с фунгицидными протравителями.

Самые мощные проростки были в вариантах с фунгицидными протравителями и ростостимуляторами. При это энергия прорастания с средним была ниже контроля на 3,8%, а всхожесть - на уровне контроля.

В контрольном варианте общая зараженность семян грибной инфекцией составила 42,9%. Зараженность семян при обработке Нитрагином высокая (29,4%). Баковая смесь НитрагинКм + Мегамикс-Семена способствовала усилению зараженности семян (32,5%, что на 3,1 % выше по сравнению с обработкой одним НитрагиномКм). Зараженность семян в варианте с ТМТД, вск составила 1,5 %; Беномил 500, СП - 14,9 %; Альфа-Протравитель, ТКС - 8,7 %.

ТМТД наиболее успешно подавил инфекцию семян (96,2%), так же хорошо проявил себя двухкомпонентный фунгицид Альфа-Протравитель (79,7%). Обработка семян Беномилом 500 показал среднюю эффективность (64,5%). Баковая смесь Альфа-Протравитель, ТКС + нитрагин + мегамикс семена при сравнении с одним препаратом Альфа-Протравитель, повысила свою эффективность в подавлении грибной инфекции на 4%.

Список источников

1. Методические указания по регистрационным испытаниям пестицидов в части биологической эффективности Общая часть / Под редакцией академика РАН В.И. Долженко, академика РАН В.Н. Ракитского. - Минсельхоз России, 2018 - 56 с.

2. Поляков И.Я. Прогноз развития вредителей и болезней сельскохозяйственных культур (с практикумом). — Л.: «Колос», Ленинградское отделение, 1984. — 318 с.

3. Рекомендации: Методические основы оптимизации структуры посевных площадей и построения полевых севооборотов в равнинных агроландшафтах засушливого Поволжья // ФГБНУ «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Юго-Востока», Саратов, 2017 г. - 14 с.

4. Ресурсосберегающая технология возделывания сои в Среднем Поволжье.- Кинель, 2014. - 35 с.

5. Ресурсосберегающая технология возделывания сои в Среднем Поволжье [Текст] : рекомендации / [Казарин В. Ф. и др.] ; Гос. научное учреждение Поволжский научно-исследовательский ин-т селекции и семеноводства им. П. Н. Константинова Российской акад. с.-х. наук. - Кинель : Поволжский НИИСС, 2010. - 39 с.

© Еськов И.Д., Теняева О.Л., Лихацкая С.Г., 2022

Эффективность предпосевной защиты озимой мягкой пшеницы в лесостепной зоне Правобережья Саратовской области

Иван Дмитриевич Еськов, Ольга Львовна Теняева, Светлана Геннадьевна Лихацкая
Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии
и инженерии имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов

Аннотация. В условиях Саратовской области, при возделывании озимой мягкой пшеницы, обязательными агротехническим приёмом является предпосевная обработка семян системными фунгицидами и инсектицидами. В качестве наиболее эффективных, при защите растений озимой мягкой пшеницы рекомендуются протравители – Баритон, кс и СценикКомби, кс. При применении росто- и иммуностимулирующих препаратов СценикКомби и Баритон урожайность озимой пшеницы была выше, чем при других протравителях. Урожайность самого экономически привлекательного варианта опыта V.(Ранний пар. + Ламадор) составил 3,91 т/га, Урожайность наиболее урожайного варианта VII. (Ранний пар + удобрения + СценикКомби) 4,10 т/га.

Ключевые слова: протравители семян (инсектициды, фунгициды), озимая пшеница, вредные объекты, экономическая эффективность

The effectiveness of pre-sowing protection of winter soft wheat in the forest-steppe zone of the right bank of the Saratov region

Ivan Dmitrievich Eskov, Olga Lvovna Tenyaeva, Svetlana Gennadievna Likhatskaya
Saratov State University of genetics, biotechnology and engineering
named after N.I. Vavilov, Saratov

Annotation. In the conditions of the Saratov region, when cultivating winter soft wheat, a mandatory agrotechnical technique is pre-sowing seed treatment with systemic fungicides and insecticides. Research objects: protectants Lamador, suspension concentrate (Prothioconazole + Tebuconazole), Baritone, suspension concentrate (Prothioconazole + Fluoxastrobin), Scenic Combi, suspension concentrate (Clothianidin + Prothioconazole + Tebuconazole +Fluoxastrobin), Tebu 60 Microemulsion (Tebuconazole), Imidor, Water-soluble concentrate (Imidacloprid). As the most effective, when protecting plants of winter soft wheat, fungicides are recommended – Baritone and Scenic Combi.As the most effective, when protecting plants of winter soft wheat, protectants are recommended – Baritone, cs and Scenic Combo, cs. When using growth- and immunostimulating drugs Scenic Combi and Baritone, the yield of winter wheat was higher than with other protectants. The yield of the most economically attractive experience option: V.Early steam + Lamador was 3.91 t/ha, the yield of the most productive variant VII (Early steam + fertilizers + Scenic Combo) was 4.10 t/ha.

Key words: protectants (insecticides, fungicides), winter wheat, harmful objects, economic efficiency

Введение. В целях реализации комплексной программы развития АПК Саратовский области особое значение приобретает разработка мер по эффективному ведению сельскохозяйственного производства и использованию средств интенсификации растениеводства [3]. При совершенствовании структуры посевных площадей зерновых культур особое внимание должно быть обращено на оптимизацию посевов озимых культур, которые в Среднем Поволжье являются страховыми зерновыми культурами [4,7,9].

Наличие в структуре севооборота посевов озимых создает условия для более устойчивого ведения зернового хозяйства, повышает рентабельность производства зерна, при этом появляются благоприятные предпосылки для массового перехода на энергосберегающие технологии возделывания сельскохозяйственных культур [8].

Обострившиеся в последнее время экономические и экологические проблемы требуют значительных изменений применяемых технологий в сторону их биологизации и ресурсосбережения при обеспечении рентабельности производства. Стабилизацию и повышение урожайности при этом обеспечивают приемы и способы, позволяющие при минимальных затратах удобрений, средств защиты растений и других техногенных средств получать высокие урожаи экологически чистой продукции, повысить рентабельность отрасли [1,5].

Важным фактором в реализации этой проблемы является применение интегрированной защиты растений. В сложившихся экономических условиях необходимо продолжать внедрять новые подходы к организации проведения работ по интегрированной защите растений. Основу должны составить комплексные методы, в которых химические средства защиты растений должны дополнять агротехнические приемы, включающие научно обоснованные севообороты, подбор устойчивых к болезням и вредителям сортов, систему обработки почвы, борьбу с сорняками и своевременную уборку урожая.

Цель исследований- установить эффективность средств защиты растений на посевах озимой мягкой пшеницы при различных способах содержания пара.

Задачами исследований предусматривалось:

- провести полевые испытания средств защиты растений на посевах озимой пшеницы;
- определить эффективности препаратов в комплексной системе защиты посевов в зависимости от условий применения.

Материал и методика исследования. Объекты исследований: протравители – комплексный СценикКомби, кс, фунгицидные Баритон, кс, Ламадор, кс, Тебу60, мэ и инсектицидный Иמידор, врк. Протравочная машина ПС-10 А, норма расхода рабочей жидкости 10л/т. Все семена обрабатывались непосредственно перед их высевом.

Полевые исследования проводились на озимой пшенице Жемчужина Поволжья (элита) на производственных посевах Турковского района при различных технологиях возделывания в 2020-2021 гг. Посев озимой пшеницы на всех вариантах опыта был произведён в 1 декаде сентября 2019 и 2020 гг., 4-кратная повторность, норма высева: 200 кг/га; 5-5.5млн/га, глубина заделки семян: 3-4 см, площадь делянки 2,2 га.

Испытание средств защиты растений проводилось в шестипольном зернопаровом севообороте (чистый пар – озимая пшеница – соя – яровая твёрдая пшеница - яровой ячмень - подсолнечник). В связи с поставленными в работе задачами по изучению эффективности фунгицидов и учету болезней и вредителей мы пользовались общепринятыми методами полевых и лабораторных исследований [2,6].

На всех вариантах опыта, наряду с протравителями, применяли в борьбе с сорной растительностью в паровом поле химические и механические обработки почвы (однократная культивации + Секатор Турбо, МД (Амидосульфурон 100 г/л + Йодосульфурон-метил-натрий 25 г/л+Мефенпир-диэтил250 г/л) за 20 дней до посева). В фазу колошения – опрыскивали инсектицидов Децис Эксперт, КЭ (Дельтаметрин 100 г/л).

Результаты полевых исследований обрабатывались математическими методами дисперсионного, корреляционного и регрессионного анализов в программе Excel.

Результаты исследований. В условиях лесостепной зоны Саратовской области проведены полевые испытания роста- и иммуностимулирующих протравителей фунгицидного и инсектицидно-фунгицидного действия на посевах озимой мягкой пшеницы.

Проведена оценка и влияние перспективности комплексной защиты растений озимой пестицидами, главным образом протравителями на фоне различных технологий обработки почвы на урожайность и экономическую эффективность.

Проведенный анализ листовой диагностики озимой пшеницы выявил разбалансированное содержание питательных веществ в тканях растительной массы, азота и фосфора – оптимальное значение при низком содержании калия. Накопление сахаров в узле кущения удовлетворительное, ближе к высокому от 14,3% (Тебу60+Имидор) до 18,3% (Ламадор). Лучшие комплексные показатели листовой диагностики были в вариантах обработанных Баритон и Ламадор.

Установлена корреляционная зависимость, при которой чем больше вес корней (% от веса проростка), тем выше содержание сахара ($r=-0,405$), т.к. очевидно развитие мощной зеленой массы идет избыточно, за счет угнетения первичных корней ($r=-0,999$), что при дальнейшем развитии заметно сдерживает рост вторичных корней и сказывается на зимостойкости растений. Наилучшее процентное соотношение веса корней к весу проростка отражающее баланс органов растений на первых этапах органогенеза в варианте с протравителем СценикКомби (12,19%).

Протравливание зерна не влияет непосредственно на степень засоренности агроценоза, однако благодаря предпосевной обработки и протравителям были получены густые всходы, и в дальнейшем озимая пшеница успешно подавляла сорные растения. Наименьшая засоренность в варианте с СценикКомби на фоне ресурсосберегающей технологии + N₄₅ (РК)₁₅ - 0,5 экз./м².

Биологическая эффективность фунгицида Тебу60 в среднем 74,2%, Ламадора 76,2% Баритона 79,0%, у лучшего варианта опыта СценикКомби, эффективность от 85% (септориоз проростков) до 100% (плесневение семян), в среднем 94,2% (таблица 1).

Таблица 1 – Биологическая эффективность фунгицидных протравителей против семенной инфекции озимой пшеницы

Препарат	Фузариозная корневая гниль (<i>Fusarium</i> spp.)	Гельминто- спориозная (обыкн.) корневая гниль (<i>Bipolaris</i> <i>sorokiniana</i>),	Плесневение семян / чёрный зародыш (<i>Alternaria</i> spp., <i>Cladosporium</i> spp.)	Септориоз проростков (<i>Septoria</i> <i>nodorum</i>)
Контроль (% зараженных зерен)	45,0	16,0	50,0	8,4
Ламадор, КС, 0,2л/т	80,7	68,0	60,5	95,8
Баритон, КС, 1,4 л/т	88,7	77,6	70,4	-
СценикКомби, КС, 1,4 л/т	97,0	95,0	100,0	85,0
Тебу60, МЭ, 0,4 л/т	82,0	75,2	66,5	72,0

Инсектицидный протравитель Имидор показал хорошую биологическую эффективность в борьбе с злаковыми мухами 60,5%, но на 29,5% хуже, чем СценикКомби, так же содержащий д.в. из группы неоникотиноидов (варианты – ранний пар), и на 36,8% хуже применения СценикКомби на фоне вспашки парового предшественника.

По структуре продуктивности лучшим вариантом опыта является СценикКомби (Ресурсосберегающая т.+ N₄₅ (РК)₁₅), сформировавший самый густой продуктивный стеблестой 455 шт./м² с высотой растений 80,4 см, выполненный колос (0,90 г/колос и 24.0 шт зерен /колос) (таблица 2).

Установлено статистически достоверное увеличение урожайности на всех вариантах опыта с протравителями по сравнению с контролем – от 0,10 (Ресурсосберегающая т.+Баритон) до 0,82 т/га (Вспашка +СценикКомби), тем более при внесении удобрений с применением протравителя СценикКомби - 0,76 т/га (22,7 %).

Самыми урожайными в опыте были варианты II.Вспашка + N₄₅ (РК)₁₅ + СценикКомби, урожайность 4,16т/га; и вариант VI.Ранний пар. + N₄₅ (РК)₁₅ + СценикКомби, урожайность 4,10 т/га (НСР₀₅=0,083 т/га).

Таблица 2 – Влияние средств интенсификации на элементы структуры урожая озимой пшеницы при предпосевной обработке зерна

Варианты	Густота стеблестоя, шт./м ²	Продуктивнаякуст ис-тость, шт.	Масса зерна, г/колос	Кол-во зёрен в колосе, шт.	Масса 1000 семян, г	Урожайность, т/га
I.Традиционная т. (вспашка 20-22 см) (контроль)	375	2,23	0,89	22,6	39,4	3,34
II. Традиционная т. +N ₄₅ (РК) ₁₅ +N ₃₀ (подкормка)	424	2,20	0,98	24,4	40,2	4,16
III.Ресурсосберегающ ая т.(ранний пар)	420	2,28	0,82	21,0	39,0	3,44
IV.Ресурсосберегающ ая т.	452	2,54	0,79	22,4	35,3	3,57
V. Ресурсосберегающ ая т.	445	2,28	0,88	22,1	39,8	3,91
VI.Ресурсосберегающ ая т.	452	2,18	0,88	22,7	38,8	3,98
VII.Ресурсосберегающ ая т.+N ₄₅ (РК) ₁₅ +N ₃₀ (подкормка)	455	2,22	0,90	24,0	37,5	4,10
НСР ₀₅ F факт>Fтабл.	-	-	-	-	1,08 21,655>2, 573	0,083 111,372> 2,573

Самый экономически привлекательный вариант опыта: V.Ранний пар +Ламадор, уступает самому урожайному варианту VII(Ранний пар + удобрения + СценикКомби) всего 1,9 ц/га, он же наименее затратный (9,4тыс.руб./га), и высококорентабельный (221 %), и с наибольшей окупаемостью дополнительных затрат – 6,19 руб./га.

Выводы. Проведенный анализ листовой диагностики озимой пшеницы перед зимовкой выявил разбалансированное содержание питательных веществ в тканяхрастительной массы. Накопление сахаров в узле кущения удовлетворительное, ближе к высокому (от 14,3% (Тебу60+Имидор) до 18,3% (Ламадор)). Лучшие комплексные показатели листовой диагностики были в вариантах обработанных фунгицидными протравителями Баритон и Ламадор.

Установлена корреляционная зависимость, при которой чем больше вес корней (% от веса проростка), тем выше содержание сахара (r=-0,405), т.к. развитие зеленой массы идет избыточно за счет угнетения первичных корней (r=-0,999), что при дальнейшем развитии заметно сдерживает рост вторичных корней и сказывается на зимостойкости растений. Наилучшее процентное соотношение веса корней к весу проростка отражающее баланс

органов растений на первых этапах органогенеза в варианте с протравителем СценникКомби.

Биологическая эффективность фунгицида Тебу 60 в среднем 74,2%, Ламадора 76,2% Баритона 79,0%, у лучшего варианта опыта СценникКомби эффективность от 85% (септориоз проростков) до 100% (плесневение семян), в среднем показатель составил 94,2%.

Инсектицидный протравитель Иמידор показал биологическую эффективность в борьбе с злаковыми мухами 60,5%, что на 29,5% хуже, чем СценникКомби, так же содержащее действующее вещество из группы неоникотиноидов, и на 36,8% хуже применения СценникКомби на фоне вспашки парового предшественника.

По структуре продуктивности лучшим вариантом опыта является вариант VII СценникКомби (Ранний пар + N₄₅ (РК)₁₅), сформировавший самый густой продуктивный стеблестой 455 шт./м²с высотой растений 80,4 см), выполненным колосом (0,90 г/колос и 24.0 шт. зерен /колос).

Прибавка урожая (%) от применения СценникКомби по сравнению с использованием Баритон с аналогичной традиционной технологией составила 24,5%. При сравнении вариантов опыта при ресурсосберегающей технологии, самая высокая урожайность в варианте при совместном использовании протравителя СценникКомби и удобрений 4,10 т/га, выше варианта с Баритон на 0,66 т/га (6,6 ц/га), варианта с СценникКомби без удобрений на 0,53 т/га.

Самый экономически эффективный вариант опыта V. Ранний пар + Ламадор, этот вариант характеризуется наименьшими затратами (9365 руб./га), и высокой рентабельностью (221 %), и наибольшей окупаемостью дополнительных затрат – 6,19 руб./га. При этом вариант уступая самому урожайному варианту VII(Ранний пар + удобрения + СценникКомби) всего 0,19 т/га.

Список источников

1. Лазарев В.И Эффективность биопрепаратов на посевах сельскохозяйственных культур. / Лазарев В.И., Казначеев М.Н., Айдиев А.Ю. Стифеев А.И. Сонин В.А. Курск, 2003 - 127 С.
2. Методические указания по проведению регистрационных испытаний фунгицидов и биологических препаратов против гнилей корнеплодов свеклы столовой / Свиридов А. В., Зенчик С.С. – Гродно : ГГАУ, 2014. – 11 с.
3. Ножкина И.А. Особенности государственной политики в аграрной сфере в условиях импортозамещения на примере АПК Саратовского Поволжья / Ножкина И. А., Шалаева С. С. //Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова - Номер: 5 (58) 2018 Стр. 43-48.
4. Перспективная ресурсосберегающая технология производства озимой пшеницы: метод. рек. — М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2009. — 68 с.
5. Пикушова Э.А. Биоэкологические основы применения пестицидов: учебное пособие . – Краснодар, 2007 – 152 с. (учебники и учебные пособия для высших учебных заведений).
6. Поляков И.Я. Прогноз развития вредителей и болезней сельскохозяйственных культур (с практикумом). — Л.: «Колос», Ленинградское отделение, 1984. — 318 с.
7. Рекомендации: Методические основы оптимизации структуры посевных площадей и построения полевых севооборотов в равнинных агроландшафтах засушливого Поволжья // ФГБНУ «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Юго-Востока», Саратов, 2017 г. - 14 с.
8. Сафин Р. Как защитить растения в условиях ресурсосберегающих технологий / Сафин Р., Таланов И., Садриев А // Главный агроном, 2008. — №11. — С. 52—56.
9. Тихонов, Н. Н. Оптимизация элементов технологии возделывания озимой пшеницы в лесостепи Среднего Поволжья / Н. Н. Тихонов. // Молодой ученый. — 2014. — № 20 (79). — С. 94-96.

**Устойчивость сортимента яблони к мучнистой росе в условиях интенсивного сада
Нижнего Поволжья на базе УНПК «Агроцентр»**

И.Д. Еськов, В.С. Вдовенко

Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии
и инженерии имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов

Аннотация. В данной статье представлены и проанализированы результаты изучения восприимчивости 19 сортов яблони к мучнистой росе. Были определены наиболее устойчивые к мучнистой росе сорта, позволяющие получить наиболее качественную продукцию и существенно снизить количество обработок фунгицидными препаратами.

Ключевые слова: яблоня, устойчивость, парша, мучнистая роса

**Resistance of apple tree assortment to powdery mildew
in the conditions of intensive garden of the Lower
Volga region on the basis of unpc "Agrocenter"**

I.D. Eskov, V.S. Vdovenko

Saratov State University of genetics, biotechnology and engineering
named after N.I. Vavilov, Saratov

Abstract. This article presents and analyzes the results of studying the susceptibility of 19 apple varieties to powdery mildew. The most resistant to powdery mildew varieties have been identified, which can allow obtaining the highest quality products and significantly reduce the number of treatments with fungicides.

Введение. Немаловажную роль в выращивании плодовых деревьев играет поиск наиболее устойчивых к мучнистой росе сортов. Устойчивые к мучнистой росе сорта, позволяют получить наиболее экологически чистую и безопасную продукцию, так же имеет место быть существенная экономия на химических обработках, тем самым удешевляя производство. Одна из наиболее экономически значимых болезней в нашем регионе является мучнистая роса.

Возбудитель фитопатогенный гриб семейства мучнисторосые. Этот патоген способен поражать как молодые листья, так и побеги, бутоны, цветки и завязи яблони. На пораженных участках образуется серо-белый мучнистый налет, который со временем становится рыжим. Заражение происходит чаще всего в период вегетации. Максимально благоприятная температура для заражения +18°C-+25°C с одновременно высокой влажностью воздуха.

Существует как первичное заражение, оно проявляется в ранневесеннее время, именно в фазу набухания и распускания почек, заражение происходит от мицелия, который перезимовал в почках.

Вторичное заражение, источником этого заражения служат конидии, проявление конидиомы лучше всего видно в фазу обособления бутонов. Достигает своего пика после фазы цветения, одновременно с приростом молодых побегов [3].

Было замечено что в жаркий период, растение ослаблено и больше всего подвержено распространению болезни, происходит интенсивное спороношение и рост числа конидий.

Так же немаловажную роль в развитии заболевания играют колебания температур.

Однако при температуре -20°C и ниже грибница, которая находится в зараженных почках погибает. Несмотря на то, что сами почки тоже гибнут, вместе с этим сокращается инфекционное начало.

Тем самым после суровых зим количество первичной инфекции заметно сокращается.

Данное заболевание под воздействием различных экологических стрессов, постоянно мутирует, тем самым появляется необходимость снова и снова отбирать более устойчивые сорта [1].

Цель работы: Изучение в интенсивных насаждениях яблони Саратовской области заболеваемости растений мучнистой росой и выделение сортов, характеризующихся наибольшей устойчивостью к данному патогену.

Объекты, условия и методика исследований. Учеты и наблюдения проводились в 2020-2022 годах в яблоневоом саду интенсивного типа, заложенном в УНПК «Агроцентр» в 2014 году на площади 12 га. Схема посадки растений – 4х2,5 м. Формировка – веретеновидная (новое русское веретено).

Объектами исследований служили такие сорта яблони как: Жигулевское, Орлик, Губернское, Россошанское полосатое, Антоновка, Шафран Саратовский, Ртищевская красавица, Куликовское, Беркутовское, Синап орловский, Синап северный, Кутузовец, Кортланд, Лигол, Хоней крисп, Бессемянка мичуринская, Строевское, Штрейфлинг, Уэлси.

Учет пораженности плодов паршой проводился на листовой пластинке и плодах с 10 учетных деревьев.

С каждого дерева собирались подряд (без выбора) в разных местах по 30 плодов. Оценка пораженности каждого плода осуществлялась по следующей шкале:

1 балл - плоды здоровые;

2 балла - на плодах единичные (1-3) пятна, очень мелкие, едва заметные, без трещин;

3 балла - пятна единичные (1-3), хорошо заметные, диаметром до 0,5 см, без трещин или с легкими трещинами;

4 балла - пятна в значительном количестве, хорошо заметные, диаметром 0,5-1 см, без трещин или с легкими трещинами;

5 баллов - пятна многочисленные, трудно поддающиеся подсчету, с глубокими трещинами.

Учет пораженности мучнистой росой проводился по листовой пластине с 10 учетных деревьев. Оценка пораженности осуществлялась по 5 балльной шкале[4].

Результаты исследований. На основе результатов проведенного анализа были выявлены достоверные различия по устойчивости изучаемых сортов к мучнистой росе. Среди устойчивых образцов к мучнистой росе можно отметить следующие: Жигулевское, Орлик, Губернская, Россошанское, Антоновка, Шафран, Ртищевская красавица, Синап орловский, Кутузовец, Лигол и Бессемянка мичуринская (таблица 1).

Таблица 1 – Учет мучнистой росы на яблоне за 2020-2022

Яблоня/сорт	Мучнистая роса					
	2020		2021		2022	
	Степень развития болезни	Распространение болезни по кроне	Степень развития болезни	Распространение болезни по кроне	Степень развития болезни	Распространение болезни по кроне
Жигулевское (Осенний сорт)	0	0	0	0	0	0
Орлик (Осенний сорт)	0	0	0	0	0	0
Губернское (Зимний сорт)	0	0	0	0	0	0

Яблоня/сорт	Мучнистая роса					
	2020		2021		2022	
	Степень развития болезни	Распространение болезни по кроне	Степень развития болезни	Распространение болезни по кроне	Степень развития болезни	Распространение болезни по кроне
Россошанское полосатое (Осенний сорт)	0	0	0	0	0	0
Антоновка (Осенний сорт)	0	0	0	0	0	0
Шафран Саратовский (Осенний сорт)	0	0	1,5	0	0	1,0
Ртищевская красавица (Осенний сорт)	0	0	0	0	0	0
Куликовское (Зимний сорт)	1,4	1,4	2,2	1,8	1,6	1,5
Беркутовское (Зимний сорт)	2,6	2,3	3,1	2,8	2,4	2,6
Синап орловский (Зимний сорт)	0	0	0	0	0	0
Синап северный (Зимний сорт)	0,2	0,2	0,2	0,2	2,3	1,9
Кутузовец (Зимний сорт)	0	0	0	0	0	0
Кортланд (Зимний сорт)	3,2	3,3	3,9	3,5	3,5	3,7
Лигол (Зимний сорт)	0	0	0	0	0	0
Хоней крисп (Осенне-зимний)	0,8	1,6	0,8	1,9	0,6	1,5
Бессемянка мичуринская (Осенний сорт)	0	0	0	0	0	0
Строевское (Зимний сорт)	3,6	2	4,2	2,5	3,3	2,2

Яблоня/сорт	Мучнистая роса					
	2020		2021		2022	
	Степень развития болезни	Распространение болезни по кроне	Степень развития болезни	Распространение болезни по кроне	Степень развития болезни	Распространение болезни по кроне
Штрейфлинг (Осенний сорт)	0,3	0,6	1,5	1,4	0,5	0,4
Уэлси (Осенний сорт)	1,2	4	1,7	3,9	1,6	1,9

Выводы: Проведенные учеты и наблюдения по степени поражения изучаемых растений мучнистой росой выявили устойчивые к данному заболеванию образцы растений. Использование этих сортов позволит получить экологически чистую и безопасную продукцию, а также позволит минимизировать расходы на приобретение химических препаратов. Устойчивость к мучнистой росе можно отметить у следующих сортов: Жигулевское, Орлик, Губернское, Россошанское полосатое, Антоновка, Шафран Саратовский, Ртищевская красавица, Синап орловский, Кутузовец, Лигол и Бессемянка мичуринская.

Список источников

1. Бондаренко Н. В. Биологическая защита растений. - М.: Агропромиздат, 1986. - 278 с. Дементьева М.И. Фитопатология: Учебник / М.И. Дементьева. - М.: Колос, 1970. - с.465.
2. Алексеева С. А. Защита яблони от мучнистой росы. - М.: Россельхозиздат, 1986. - 16 с. Исаева Е.В. Атлас болезней плодовых и ягодных культур / Е.В. Исаева, З.А. Шестопал. Киев.: Урожай, 1991. - с.149.
3. Беккер З.Э. Физиология грибов и их практическое использование. - М.: МГУ, 1963. - 268 с.
4. Бондарцев А.С. Грибные болезни культурных растений и меры борьбы с ними. С-Пб.: Изд.-во департа. земледелия, 1912. - 207 с.
5. Козловская З.А. Результативность использования исходных форм различного генетического происхождения в селекции яблони на устойчивость к парше / З.А. Козловская, В.В. Васеха, Т.А. Гашенко, О.Ю. Урбанович // Плодоводство: науч. тр. / РУП «Институт плодоводства»; редкол.: В.А. Самусь (гл. ред.) [и др.]. – Самохваловичи, 2009. – Т. 21. – С. 10-16
6. Evolution of the population structure of *Venturia inaequalis*, the apple scab fungus, associated with the domestication of its host / P. Gladieux [et al.] // *Molecular Ecology*. – 2010. – Vol. 19, Number 4. – P. 656-671

© Еськов И.Д., Вдовенко В.С., 2022

Научная статья
УДК 631.52:633.11

Адаптивный сортимент озимой мягкой пшеницы для южной зоны Ульяновской области

Надежда Николаевна Захарова, Николай Григорьевич Захаров
Ульяновский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина,
г. Ульяновск

Аннотация. В статье представлена оценка сортов озимой мягкой пшеницы, проходивших изучение в южной зоне Ульяновской области по параметрам экологической адаптивности.

Ключевые слова: озимая мягкая пшеница, урожайность, сорт, сортоиспытание, адаптивность

Adaptive sorting of winter soft wheat for the southern zone of the Ulyanovsk region

Nadezhda Nikolaevna Zakharova, Nikolai Grigor'yevich Zakharov

Ulyanovsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin,
Ulyanovsk

Annotation. The article presents an assessment of winter soft wheat varieties studied in the southern zone of the Ulyanovsk region according to the parameters of ecological adaptability

Key words: winter soft wheat, yield, variety, variety testing, adaptability

Ульяновская область характеризуется значительной пестротой почвенных и климатических условий. По их совокупности регион условно делят на четыре макрзоны: западная, центральная, заволжская и южная [Переведенцев, 2012; Захарова, 2020]. Лучшие почвы по естественному плодородию сосредоточены в центральной и заволжской зоне, худшие – в западной зоне. Наибольшее количество осадков характерно для заволжской зоны, наименьшее – для южной зоны. Это зональное деление было положено в основу размещения сортоучастков Ульяновской области.

В 2016-2019 гг. в государственном сортоиспытании региона проходили изучение 10 сортов озимой мягкой пшеницы: Боярыня, Базальт, Новоершовская, Харьковская 92, Фотинья, Скипетр, Марафон, Саратовская 17, Универсиада, Волжская К, выведенные в различных научных учреждениях страны, включенные в 1993-2018 гг. в Государственный реестр селекционных достижений по Средневолжскому региону РФ.

Исследованиями установлено, что на Новоспасском ГСУ, охватывающем южные районы области, чаще, чем в других её районах, складываются наиболее благоприятные условия для реализации урожайного потенциала культуры. Так в среднем за 4-х летний период исследований (2016-2019 гг.) здесь была получена наибольшая урожайность озимой мягкой пшеницы – 4,43 т/га, в сравнении с другими её зонами (Заволжская – 3,76 т/га, Центральная – 4,09 т/га, Западная – 3,44 т/га). Для определения значимости и величины вклада различных факторов («год», «сорт», взаимодействие «год» x «сорт») в формирование урожайности озимой мягкой пшеницы в южной зоне области был проведен двухфакторный дисперсионный анализ. Установлена достоверность влияния всех факторов и их взаимодействия на анализируемый показатель (таблица 1).

Таблица 1 – Значимость и вклад разных факторов в формирование урожайности зерна озимой мягкой пшеницы в южной зоне Ульяновской области

Источник варьирования	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F_{ϕ}	$F_{0,05}$	Вклад фактора, %
Общее	338,0	159	–	–	–	–
Повторения	0,2	3	0,1	6,7*	2,7	0,1
Фактор «год»	316,4	3	105,5	11627,2*	2,7	93,6
Фактор «сорт»	10,7	9	1,2	131,0*	2,0	3,2
Взаимодействие «год» x «сорт»	9,6	27	0,4	39,3*	1,6	2,8
Остаток	1,1	117	0,0	–	–	0,3

*– достоверно на 5 % уровне значимости

Выявлено, что наибольший вклад в фенотипическую изменчивость результирующего показателя вносит фактор «год» – 93,6 %, тогда как влияние фактора «сорт» составило всего 3,2 %. Такие результаты свидетельствуют о слабой экологической защищенности исследуемого в южной зоне области сортифта озимых пшениц в целом и необходимости более тщательного подбора сортов при производственном возделывании культуры. Вклад взаимодействия факторов «год» x «сорт» в урожайность озимой пшеницы также невелик – составляет лишь 2,8 %. Вместе с тем его достоверность указывает на то, что в годы исследований сорта озимой пшеницы менялись по урожайности рангами. В связи с этим для обеспечения стабильности производства зерна озимой пшеницы в производственных условиях важным является наличие сортового разнообразия культуры.

В силу того, что реакции генотипов на условия внешней среды многомерны [Уоддингтон, 1964], для объективной и более полной их характеристики в сортоиспытаниях многие ученые рекомендуют использовать различные статистические модели и показатели [Чирко, 2009; Сюков, 2015; Давыдова, 2020].

Показатель «реализация потенциала урожайности» рассчитывается как отношение среднего её значения к максимальному, выраженное в процентах [Неттевич, 2001]. Максимальной урожайностью в годы исследований характеризовались сорта Боярыня и Скипетр – 7,02 и 7,05 т/га соответственно (2017 г.), что указывает на их высокий продукционный потенциал (таблица 2). Реализация их урожайного потенциала составила 68,8 и 64,5 % соответственно. Наивысшим значением анализируемого показателя в исследовании характеризовался сорт Фотинья – 71,7 %.

Для выявления сортов, сочетающих высокую потенциальную урожайность в благоприятных условиях и незначительное её снижение в неблагоприятных средах В.В. Хангильдиным (1986) был предложен критерий гомеостатичности (*Hom*). Чем выше гомеостатичность, тем меньше вариабельность урожайности сорта. Наибольшими значениями гомеостатичности в исследовании характеризовались сорта озимой пшеницы Универсиада (*Hom* = 4,96) и Фотинья (*Hom* = 4,58).

Важным параметром оценки адаптивных свойств сорта является также селекционная ценность генотипа (*Sc*). Согласно В.В. Хангильдину и Н.А. Литвиненко (1981), он даёт трансформированный по индексу устойчивости урожай, показывающий величину стабильной его части. Наибольшая селекционная ценность в исследовании установлена у сорта Боярыня – *Sc* = 2,27, наименьшая – у сорта Волжская К – *Sc* = 1,37.

Показатель фенотипической стабильности (*SF*), как параметр экологической адаптивности используется для оценки способности того или иного генотипа создавать различный (узкий или широкий) диапазон фенотипов в меняющихся условиях среды [Lewis, 1954; Кривобочек, 2019]. При *SF* = 1 генотип характеризуется максимальной фенотипической стабильностью, так как при выращивании его в разных средах признаки остаются константными. Все изучаемые сорта озимой пшеницы показали фенотипическую нестабильность изучаемого показателя. Наименьшим её значением характеризовались сорта Фотинья, Боярыня и Универсиада – *SF* = 2,12.

Для оценки адаптивности сортов различных сельскохозяйственных культур может быть использован также показатель стрессоустойчивости, предложенный А.А. Rossielle и J. Nembrin (1981). Согласно мнению авторов, чем меньше разрыв между минимальной урожайностью и максимальным её значением (*min-max*), тем выше стрессоустойчивость сорта и тем шире диапазон его приспособительных возможностей. Наибольшая стрессоустойчивость при выращивании в южной зоне области установлена у сорта озимой пшеницы Фотинья (*min-max* = -3,08), а наименьшая – у сорта Скипетр (*min-max* = -4,15).

Таблица 2 – Показатели адаптивности сортов озимой мягкой пшеницы, 2016-2019 гг.

Сорт	Урожайность, т/га		Реализация потенциала урожайности, %	Коэффициент адаптивности от-до	Гомеостатичность, <i>Нот</i>	Селекционная ценность генотипа, <i>Sc</i>	Фенотипическая стабильность, <i>SF</i>	Стрессоустойчивость	Пластичность, <i>bi</i>
	средняя	от-до							
Фотинья	4,18	2,75-5,83	71,7	0,90-1,00	4,58	1,97	2,12	-3,08	1,05
Базальт	4,62	2,99-6,62	69,8	1,00-1,14	4,38	2,08	2,21	-3,63	1,12
Боярыня	4,83	3,30-7,02	68,7	1,06-1,15	4,33	2,27	2,12	-3,72	1,06
Волжская К	3,85	2,12-5,98	64,4	0,74-0,93	2,72	1,37	2,82	-3,86	1,13
Марафон	4,47	2,86-6,83	65,4	0,90-1,05	3,14	1,87	2,39	-3,97	0,98
Новоершовская	4,48	2,96-6,84	65,5	0,85-1,11	3,31	1,94	2,31	-3,88	0,93
Саратовская 17	4,40	2,69-6,21	70,9	0,94-1,04	4,07	1,91	2,31	-3,52	0,85
Скипетр	4,55	2,85-7,05	64,6	0,93-1,08	2,94	1,84	2,47	-4,15	1,03
Универсиада	4,29	2,86-6,06	70,8	0,89-1,12	4,96	2,03	2,12	-3,20	0,96
Харьковская 92	4,64	3,00-6,64	69,8	1,02-1,07	4,20	2,10	2,21	-3,64	0,90

Как критерий адаптивных свойств Л.А. Животковым с соавторами (1994) предложен коэффициент адаптивности, определяемый отношением урожайности сорта озимой пшеницы к среднесортovому значению урожайности культуры в сортоиспытании (рисунок 1).

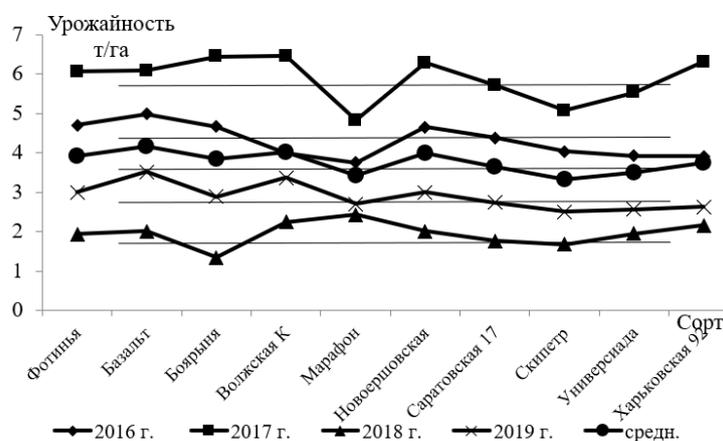


Рисунок 1. Варьирование урожайности сортов озимой пшеницы по годам исследований

По данному показателю высокую приспособленность к выращиванию в южной зоне области показали сорта Базальт, Боярыня, Харьковская 92 – коэффициенты адаптивности 1,00-1,15 (см. таблицу 2).

По мнению академика В.И. Кирюшина (2007), в нашей стране назрела необходимость перехода на дифференцированные технологии (экстенсивные, нормальные, интенсивные) возделывания сельскохозяйственных культур в зависимости от природных условий и уровня интенсификации. Оценка пластичности исследуемых генотипов по методике S.A. Eberhart, W.A. Russell (1966) показала, что высокопластичными при возделывании в южной зоне региона являются сорта Базальт ($b_i = 1,12$) и Волжская К ($b_i = 1,13$), среднепластичными – сорта озимой пшеницы Боярыня, Скипетр, Марафон, Фотинья и Универсиада ($b_i = 0,96-1,06$). Слабая отзывчивость на условия среды установлена у сортов Новоеершовская, Саратовская 17, Харьковская 92 ($b_i = 0,85-0,93$).

По комплексу рассмотренных показателей адаптивности при изучении в южной зоне Ульяновской области выделились сорта озимой пшеницы Фотинья (реализация потенциала урожайности, фенотипическая стабильность, стрессоустойчивость, гомеостатичность) и Боярыня (фенотипическая стабильность, селекционная ценность генотипа, коэффициент адаптивности). Выявление адаптивных реакций районированного сортимента озимой пшеницы позволяет полнее охватить большое микроэкологическое разнообразие территории Ульяновской области и использовать генетически заложенные продукционные возможности сортов.

Список источников

1. Давыдова Н.В., Казаченко А.О., Широколава А.В. и др. Экологическая оценка стабильности и пластичности сортов яровой мягкой пшеницы различных периодов сортосмены // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2020. № 3. С. 142-149.
2. Животков Л.А., Морозова З.А., Секутаева Л.И. Методика выявления потенциальной продуктивности и адаптивности сортов и селекционных форм озимой пшеницы по показателю «урожайность» // Селекция и семеноводство. 1994. № 2. С. 3-6.
3. Захарова Н.Н., Захаров Н.Г. О микрозональном районировании сортов озимой мягкой пшеницы в Ульяновской области // Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения: Материалы X Межд. науч.-практ. конф. Ульяновск, 23 июня 2020 года. Ульяновск: Ульяновский гос. аграр. ун-т им. П.А. Столыпина, 2020. С. 7-11.
4. Кирюшин В.И. Инновации, землеустройство и ресурсосберегающие технологии в земледелии // Достижения науки и техники АПК. 2007. № 12. С. 46-48.
5. Кривобочек В.Г., Косенко С.В., Демина И.Ф. Экологическое варьирование и фенотипическая стабильность урожайности сортов озимой и яровой мягкой пшеницы в лесостепи Среднего Поволжья // Нива Поволжья. 2019. № 3 (52). С. 16-21.
6. Неттевич Э.Д. Влияние условий возделывания и продолжительности на результаты оценки сорта по урожайности // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2001. № 3. С. 34-38.
7. Переведенцев Ю.П., Шарипова Р.Б., Важнова Н.А. Агроклиматические ресурсы Ульяновской области и их влияние на урожайность зерновых культур // Вестник Удмуртского университета. Серия Биология. Науки о Земле. 2012. № 2. С. 120-126.
8. Сюков В.В., Менибаев А.И. Экологическая селекция растений: типы и практика (обзор) // Известия Самарского научного центра РАН. 2015. Т. 17. № 4 (3). С. 463-466.
9. Уоддингтон К. Морфогенез и генетика. М. 1964. 305 с.
10. Хангильдин В.В., Литвиненко Н.А. Гомеостатичность и адаптивность сортов озимой пшеницы // Науч.-техн. бюл. ВСГИ. 1981. № 1. (39). С. 8-14.
11. Хангильдин В.В. Параметры оценки гомеостатичности сортов и селекционных линий в испытании колосовых культур // Науч.-техн. бюл. ВСГИ. 1986. № 2 (60). С. 36-41.

12. Чирко Е.М. Сравнительная оценка зерновой продуктивности и адаптивности сортов проса (*Panicum miliaceum*) в условиях юго-западного региона республики // Весті нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. 2009. № 3. С. 49-54.
13. Eberhart S.A., Russell W.A. Stability parameters for comparing varieties // Crop Sci. 1966. Vol. 6. № 1. P. 36-40.
14. Lewis D. Gene-environment interaction: A relationship between dominance, heterosis, phenotypic stability and variability // Heredity. 1954. B. 8. № 3. P. 333-356.
15. Rossielle A.A., Hemblin J. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments // Crop Sci. 1981. Vol. 21. № 6. P. 27-29.

© Захарова Н.Н., Захаров Н.Г., 2022

УДК 929

Научная статья

Характеристика возбудителя мучнистой росы пшеницы (*Blumeria graminis* f. sp. *Tritici*) в условиях Нижнего Поволжья

Мария Андреевна Карпенко

Эльмира Александровна Конькова

ФГБНУ «ФАНЦ Юго-Востока», г. Саратов

Аннотация. Целью данной работы являлась характеристика возбудителя мучнистой росы пшеницы. Описаны основные биологические особенности данного возбудителя. Освещены результаты проведенных исследований по выявлению источников устойчивости пшеницы к мучнистой росе.

Ключевые слова: пшеница, патоген, мучнистая роса

Characteristics of the causative agent of powdery mildew of wheat (*Blumeria graminis* f. sp. *Tritici*) in the conditions of the Lower Volga region

Maria Andreevna Karpenko

Elmira Aleksandrovna Konkova

Federal State Budgetary Scientific Organization «Federal Center of Agriculture Research of the South- East Region»

Abstract. The purpose of this work was to characterize the causative agent of powdery mildew of wheat. The main biological features of this pathogen are described. The results of studies conducted to identify the sources of wheat resistance to powdery mildew are highlighted.

Key words: wheat, pathogen, powdery mildew

Возбудитель мучнистой росы – гриб *Blumeria graminis* (DC.) Speer f. sp. *Tritici* Marchal (*Bgt*). Он является облигатным патогеном. Развитие происходит только при взаимодействии с живыми клетками растения-хозяина. Особенность мучнисторосяных грибов - их приуроченность к эпидермальной ткани растений-хозяев и преимущественное развитие на ее поверхности.

Развивается гриб преимущественно на молодых вегетирующих частях растений, листьях, листовых влагалищах и стеблях. На всех органах первоначально появляется белый паутинистый налет, который затем уплотняется, образуя подушечки сероватого или буроватого цвета с темными точками - плодовыми телами сумчатой стадии (Пересыпкин В.Ф., 1979).

Вредоносность заболевания заключается в уменьшении ассимиляционной поверхности листьев. В результате этого существенно снижается продуктивность культуры. Потери урожая зерна могут составлять 10-15% и более.

В инфекционном цикле патогена наблюдаются две стадии - конидиальная и сумчатая. Конидиальное размножение служит главным образом для размножения и распространения возбудителя в течении всей вегетации, реже для перезимовки. Половая (сумчатая) стадия начинает формироваться через 3-6 недель после появления конидиального спороношения (Некlesa Н.П., 2002).

Заражение растений происходит в основном при помощи конидий, которые имеют период жизнеспособности примерно 2-9 дней.

При благоприятных условиях температуры и влажности конидии возбудителя мучнистой росы на поверхности листа растения прорастают и образуют первичную ростовую трубку, затем образуют аппрессориальную ростковую трубку, которая в дальнейшем формирует аппрессорий. Он вступает в контакт с эпидермальными клетками растения, по крайней мере, в 2 точках. Первичная ростовая трубка служит для закрепления конидии на поверхности растения. При совместимом взаимодействии аппрессорий образует инфекционный вырост внутрь клетки растения-хозяина. К концу первых суток внутри эпидермальной клетки растения-хозяина образуется гаустория, служащая для поглощения питательных веществ и транспорта их в растущие гифы эктофитного мицелия (Сережкина Г.В. и др., 1996). Последние в свою очередь формируют гаустории второго порядка. Видимая невооруженным глазом колония обычно образуется на 5-6 сутки.

Лопasti аппрессориев и гифальные лопasti принадлежат материнским клеткам гаусторий, которые осуществляют питание растущей колонии патогена. Особенностью возбудителя мучнистой росы является то, что из 2 точек взаимодействия питающая гаустория развивается только в месте контакта лопasti аппрессория. Очевидно, что количество, положение, физиологическое состояние гаусторий второго порядка определяет размер и форму колоний патогена. В этом случае факторы, оказывающие влияние на указанные параметры развития гаусторий, в значительной степени определяют характер развития патогена.

В случае несовместимости грибного патогена и растения-хозяина у значительной части прорастающих конидий наблюдаются нарушения в дифференциации инфекционных структур (Сережкина Г.В. и др., 1996).

Для развития патогена большое значение имеют первые этапы инфекционного процесса. Изменения при прорастании конидий и их последующем росте являются важными симптомами нарушения патологического процесса.

Количество нормально сформированных инфекционных структур патогена мучнистой росы коррелирует с поверхностной плотностью колоний, по которой можно судить об уровне восприимчивости растения-хозяина (Сережкина Г.В., 1996).

Развитие патогена на листьях различных по устойчивости растений в значительной степени определяется степенью его совместимости с растением-хозяином (Рябченко А.С. и др., 2003). При совместимости партнеров колонии образуются с плотно переплетенными гифами, а число гифальных лопастей невелико. При низкой совместимости число гифальных лопастей увеличивается, но их адгезия с листовой поверхностью и способность к образованию эффективных гаусторий снижается. Это провоцирует патоген на существенный поперечный рост гиф мицелия и оккупацию большей площади листовой поверхности для поиска других мест проникновения в клетки растения (Мишина Г.Н. и др., 2001).

На развитие возбудителя мучнистой росы значительное влияние оказывают погодные условия. Высокая влажность воздуха и наличие капельножидкой влаги на растениях способствуют прорастанию конидий патогена и росту мицелия. При наступлении сухой погоды конидии гриба распространяются при помощи ветра и заражают другие растения пшеницы. Оптимальными условиями для развития возбудителя заболевания является чередование периодов с осадками и их отсутствием (Чекмарев В.В. и др., 2020).

Мучнистая роса является широко распространенным и вредоносным заболеванием пшеницы в Нижнем Поволжье.

В 2022 году в лаборатории иммунитета растений было изучено 404 образца озимой пшеницы, из которых 47% оказались высокоустойчивыми (Конькова Э.А. и др., 2022). Данные сортообразцы рекомендуются к использованию в селекционном процессе, для получения разнообразного селекционного материала пшеницы с высокой устойчивостью к возбудителю мучнистой росы.

Список источников

1. Конькова Э.А., Карпенко М.А., Салмова М.Ф. Скрининг сортообразцов озимой и яровой мягкой пшеницы по устойчивости к мучнистой росе в условиях Саратовской области // Материалы Международной научно-практической конференции и Всероссийской школы молодых ученых и специалистов, посвященных 130-летию организации «Особой экспедиции Лесного департамента по испытанию и учету различных способов и приемов лесного и водного хозяйства в степях южной России». 2022. Часть 1. С. 316-318.

2. Мишина Г.Н., Сережкина Г. В., Аветисян Т. В. и др. Особенности формирования гало в процессе патогенеза как ответная реакция эпидермальных клеток злаков на проникновение возбудителей мучнистой росы // Изв. РАН Сер. биол. 2001. № 4. С 424-430.

3. Неклеса Н. П. Мучнистая роса зерновых культур // Защита и карантин растений. 2002. № 5. С. 46-47.

4. Пересыпкин В.Ф. Болезни зерновых культур. М.: Колос, 1979.

5. Рябченко А. С., Сережкина Г. В., Мишина Г. Н., Андреев Л. Н. Морфологическая изменчивость возбудителя мучнистой росы пшеницы в связи с его паразитической адаптацией к различным по устойчивости пшенично - эгилопсным линиям // Изв. РАН. Сер. Биол. 2003. №3. С. 315-321.

6. Сережкина Г. В., Андреев Л. Н., Аветисян Т. В. И др. О роли первичных реакций во взаимоотношениях паразита и растения-хозяина при определении устойчивости пшенично-пырейных гибридов к *Erysiphe graminis tritici* на стадии проникновения // Изв. РАН Сер. Биол. 1996. №4. С. 422-429.

7. Чекмарев В.В. Влияние гидротермических условий на развитие мучнистой росы пшеницы / В.В. Чекмарев, Е.В. Афанасьев, О.И. Илларионова, Н.И. Ермилова, И.Ю. Попова // Защита и карантин растений. 2020. №9. С. 49-50.

© Карпенко М.А., Конькова Э.А., 2022

Научная статья
УДК 634.8:632.4

Мониторинг оидиума у сорта Цветочный

Мария Игоревна Мурзина

Всероссийский научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия – филиал Федерального Государственного Бюджетного Научного Учреждения Федеральный Ростовский Аграрный Научный Центр, Ростовская обл.

Аннотация. В статье приведены результаты мониторинговых обследований сорта Цветочный в 2022 году.

Ключевые слова: оидиум, сорт, пораженность, метеоусловия, химические препараты

Murzina Mariya Igorevna

Abstract. The article presents the results of monitoring surveys of the variety Tsvetochny in 2022.
Key words: oidium, variety, affection, weather conditions, chemical.

В настоящее время в связи с изменением климатических условий и недостаточным увлажнением, а также с преобладанием высоких температур воздуха в летний период виноградники более подвержены поражению грибными заболеваниями. Одним из наиболее распространенных заболеваний винограда является оидиум.

Оидиум (*Uncinula necator* Burill) грибное заболевание винограда. Способен поражать все зеленые части виноградного куста, большой ущерб качеству и количеству урожая наносит поражение соцветий и молодой завязи. Гриб на листовой поверхности развивается на верхней стороне, в связи с чем листья буреют и усыхают. Кожица у пораженных ягод под давлением растущей мякоти лопается, семена становятся видны при этом снижается урожайность винограда. Пик распространения оидиума наблюдается при температуре воздуха 19-24⁰ С и при повышенной влажности воздуха без осадков. Инкубационный период инфекции продолжается до 5-7 дней, приводя к потере урожая в 70-80 % [1].

Объекты исследования и методы исследования: объектом исследования является сорт **Цветочный (НИИВиВ имени Я.И. Потапенко)**. Среднепоздний период созревания. Поражается оидиумом, относительно устойчив к милдью.

Исследования проводятся в условиях ФГБНУ ФРАНЦ г. Новочеркасск. Сорт имеет штамбовую формировку со схемой посадки 3 x 1,5 м.

Полевой опыт по определению степени распространенности и вредоносности оидиума был заложен в соответствии с методическими рекомендациями [2-5] по общепринятой методике [6].

Результаты исследований. Складывающиеся метеорологические условия оказывают влияние на распространенность оидиума. Так, лето 2022 года оказалось сухим и жарким, и это тормозило развитие заболевания.

Мониторинг оидиума проводился с фазы распускания почек, последующие фазы: 3-5 листьев, выдвижение соцветий, перед цветением, после цветения, ягода-горошина, смыкание ягод в грозди, окрашивание ягод, созревание ягод.

Интенсивность инфицирования оидиумом в 2022 году была незначительна и нарастала к концу вегетации. Благоприятные условия для развития оидиума складывались в третьей декаде августа при высокой температуре воздуха и недостаточности осадков (период интенсивного развития грибных болезней) и начале сентября.

Перед сбором урожая листья были поражены оидиумом с интенсивностью развития 0,5 балла, ягоды поражены инфекцией с интенсивностью в 1,0 балл (таблица).

Таблица 1 – Поражаемость сорта Цветочный оидиумом перед сбором урожая, балл

Сорт	Оидиум	
	листья	ягоды
Цветочный	0,5	1,0

Химические обработки проводились препаратами: Дискор, Импакт, Ровраль.

Вывод: появление оидиума было отмечено поздно (конец августа-начало сентября) в период созревания ягод. Урожай еще не был убран, но поражение гроздей не превышало 1,0 балла.

Список источников

1. Агапова С.И., Бурдинская В.Ф., Вошедский Атлас болезней и вредителей винограда/ Новочеркасск. – 2002. с. 74.
2. Лазаревский М.А. Изучение сортов винограда/М.А. Лазаревский//Ростов-на-Дону, 1963. – 151 с.
3. Недов П.Н. Новые методы фитопатологических и иммунологических исследований виноградарстве/П.Н. Недов//Изд-во Наука: Кишинев, 1985. – 138 с.
4. Якушина Н.А. Методические рекомендации по применению фитосанитарного контроля в защите промышленных виноградных насаждений Юга Украины от вредителей и болезней/ Н.А. Якушина, Е.К. Странишевская, Я.Э. Родионовская, Ю.А. Цибульняк, Ю.Е. Хижняк//Ялта: Национальный Институт Винограда и Вина «Магарач». – 2006. -с.12-13.
5. Талаш А.И. Методика проведения испытаний средств защиты против «сезонных» возбудителей болезней на виноградниках в полевых условиях/А.И. Талаш – РАСХН. – Краснодар: СКЗНИИСиВ, 2008. – 12 с.
6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта/Б.А. Доспехов. – М., 1965. – 423 с.

© Мурзина М.И., 2022

Научная статья

УДК 631.524:633.111 «324»

Анализ генотипов пшеницы по генам запасных белков и устойчивости к листовостебельным заболеваниям

Мария Евгеньевна Мухордова

ФГБНУ «Омский аграрный научный центр», Омск

Аннотация. В статье представлены результаты идентификации генов устойчивости к листовостебельным заболеваниям (Sr, Lr) и генам запасных белков Glu (высокомолекулярных субъединиц глютеинов) в генотипе образцов озимой мягкой пшеницы, которые применяются при подборе пар для скрещиваний как доноров при создании нового сорта.

Ключевые слова: мягкая яровая пшеница, качество клейковины (Glu1), устойчивость, бурая и стеблевая ржавчины (Lr, Sr)

Analysis of wheat genotypes by genes of spare proteins and resistance to leaf-stem diseases

Maria E. Mukhordova

FGBSI «Omsk Agrarian scientific center», Omsk

Abstract. The article presents the results of identification of genes of resistance to leaf-stem diseases (Sr, Lr) and genes of Glu spare proteins (high-molecular subunits of glutenins) in the genotype of winter soft wheat samples, which are used in the selection of pairs for crosses as donors when creating a new variety.

Keywords: soft spring wheat, gluten quality (Glu1), resistance, brown and stem rust (Lr, Sr)

В последнее время в практической работе селекционера все более широкое применение находит маркер-ассоциированный отбор, что позволяет достоверно вести отбор по генотипу, исключая фактор влияния окружающей среды.

Использование ДНК маркирования позволяет проводить предварительный скрининг коллекций сортов и образцов для поиска доноров новых генов устойчивости к

листочкостебельным заболеваниям и генам запасных белков. Важным резервом в достижении высоких урожаев озимой пшеницы является ликвидация потерь от неблагоприятных абиотических и биотических факторов [1].

Использование резистентных к болезням линий и сортов является одним из эффективных способов защиты растений. Маркер-ассоциированная селекция (MAS) с применением генетических маркеров ускоряет отбор целевых генотипов и повышает эффективность селекционного процесса, служит для идентификации функциональных генов сортообразцов [2, 3].

Наиболее актуальными направлениями селекционной работы в настоящее время являются: создание сортов пшеницы, устойчивых к абиотическим стрессорам, грибным болезням и выведение сортов с высоким качеством зерна.

Методы селекции постоянно совершенствуются, что позволяет сокращать время, затрачиваемое на создание нового сорта. Так, использование методов маркерной селекции позволит сократить период выхода на рынок новых сортов [4].

Перспективным и востребованным направлением селекционной работы также является селекция на качество.

Качество хлеба определяется рядом факторов, главными из которых являются количественное и качественное состояние клейковины. Главным образом высокомолекулярные глютеины (HMW-GS) детерминируют состояние клейковины (состав субъединиц). Локусы генов Glu-A1, Glu-B1 и Glu-D1 являются полиморфными и локализованы на длинных плечах хромосом 1A, 1B и 1D соответственно, контролируют высокомолекулярные глютеины (запасные белки) эндосперма пшеницы [5, 6].

На качество муки, производимой из того или иного сорта пшеницы, оказывает влияние разнообразие аллелей, определяющих аминокислотный состав больших субъединиц [7].

Н.И. Вавилов (1935) считал, что особенностью селекции растений как науки является комплексный подход к растениям с привлечением разных методов исследований [8].

Поэтому целью нашего исследования была - провести диагностику генов устойчивости к листостебельным заболеваниям, а также исследовать глютеиновые аллели в сортообразцах пшеницы.

Материалы и методы. Объектом эксперимента были 5 сортов, различающихся между собой по ряду хозяйственно-ценных признаков яровой мягкой пшеницы селекции Омского АНЦ – Омская 44, Омская 45, Омская крепость, Уралосибирская 3, Сигма 5.

Изучено аллельное разнообразие генов HMW глютеинов (Glu 1), а также гены устойчивости к ржавчине (Lr, Sr). Пробоподготовка образцов осуществлялась при помощи гомогенизатора TissueLyser LT. Экстракцию ДНК проводили из 7-х дневных проростков зерен пшеницы с помощью готового набора реактивов «Экстран-3» («Синтол», Россия). Концентрацию измеряли на флуориметре Maxlife. Для определения аллельного состояния гена Glu A1, Glu D1 использованы праймеры, разработанные S. Liu с соавторамиⁱ, а гена Glu B1 – праймеры W. Maⁱⁱ. Носители гена Lr 19 - с использованием маркера S.K. Guptaⁱⁱⁱ, гена Lr26 - с использованием маркера D. De Froidmont^{iv}, гена Sr31 - с использованием маркера B.K. Das,^v Sr 32 - с использованием маркера R. Mago^{vi}, гена Sr 25 - с использованием маркера T.Y. Li^{viii}.

Праймеры синтезированы в ООО «Биоссет» (г. Новосибирск). Для проведения ПЦР был использован набор BioMaster HS -Taq ПЦР-Color (2x). Объем реакционной смеси - 50 мкл/образец. Амплификацию осуществляли в термоциклере T100 («Bio-Rad», США).

Анализ полученных фрагментов амплификации фракционировали методом горизонтального электрофореза в 1,5% агарозном геле в 1×TBE буфере в течение 60 минут при напряжении в 150В. Гель окрашивали с помощью интеркалирующего агента Ethidium bromide. Результаты детектированы в системе гель документации GelDoc XR+ с помощью ПО Bio-Rad Image Lab 5.1. Оценка размеров фрагментов ДНК по подвижности была проведена в сравнении со стандартными ДНК маркерами. В качестве маркера молекулярного веса использовали «50 bp Ladder».

Результаты и обсуждение. В наших исследованиях проведен скрининг генов устойчивости к бурой и стеблевой ржавчине на образцах пшеницы яровой мягкой. Результаты ДНК-анализа представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Наличие генов устойчивости в образцах яровой мягкой пшеницы

№ п/п	Сорт, сортообразец	Lr19 512	Lr26 412	Sr25 190	Sr31 576	Sr32 184
1	Омская 44	+	+	+	+	+
2	Омская 45	+	+	+	+	+
3	Омская крепость	-	+	-	+	+
4	Уралосибирская 3	+	+	+	+	+
5	Сигма 5	-	-	-	-	+

Молекулярно-генетический анализ изученных образцов показал, что комплекс генов Lr19/Sr25 обнаружен в трех сортах: Омская 44, Омская 45, Уралосибирская 3. Кластер же генов Lr26/ Sr31 выявлен у всех форм, кроме сорта Сигма 5. Присутствие кластера генов Lr26/Sr31 указывает на пшенично-ржаную транслокацию 1RS.1BL, а она кроме устойчивости к грибным патогенам, повышает урожайность и биомассу, обеспечивает приспособляемость к условиям внешней среды [9].

Выяснилось, что две ржано-пшеничные транслокации несут три сортообразца. Ген стеблевой ржавчины Sr32 диагностирован во всех исследуемых образцах, который широко функционален против всех известных патотипов стеблевой ржавчины [10].

Для выявления генетических носителей признаков качества клейковины был проведен ПЦР анализ генов Glu1 всех трех геномов с последующим разделением продуктов амплификации при помощи гель-электрофореза (таблица 2).

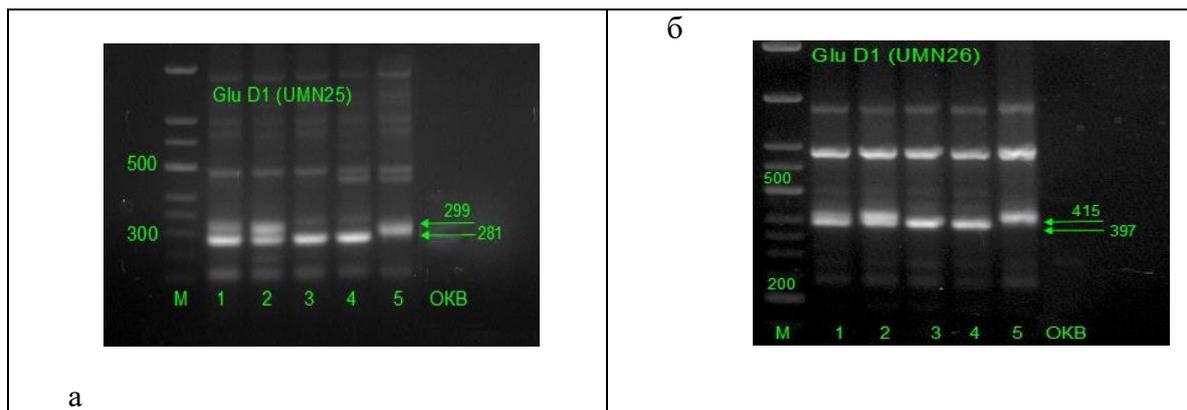
В результате идентификации определен состав аллелей Glu-A1 локуса. Для гена GluA1 наличие бэнда 344 п.н. указывает аллель Glu-A1b, который соответствует субъединице Ax2*, она положительно влияет на качество теста. Весь пул анализируемых сортов содержит искомую аллель Glu-A1b.

Таблица 2 – Наличие генов качества (Glu 1) в образцах яровой мягкой пшеницы

№	Сортообразец	Glu A1 (Umn19)		Glu B1		Glu D1			
		Glu A1b	Glu A1a	GluB1i	Glu B1b	Umn25		Umn26	
						Glu D1d	Glu D1a (2+12)	397 Glu- D1d (5+10)	415 Dy12 Glu-D1a (2+12)
1	Омский 44	+	-	-	+	+	-	+	-
2	Омский 45	+	-	-	+	+	+	+	+
3	Омская крепость	+	-	-	+	+	-	+	-
4	Уралосибирская 3	+	-	-	+	+	-	+	-
5	Сигма 5	+	-	-	+	-	+	-	+

Все образцы, прошедшие анализ гена Glu B1, имеют генотип Glu-B1b, содержащий субъединицы Vx7*+Vu8 т.е. бэнд 633+766 п.н., оказывающий неблагоприятное влияние на хлебопекарное качество зерна.

В данном исследовании для идентификации гена Glu-D1 применялись два разных праймера Umn25, Umn26. Сравнение результатов диагностики показало полное совпадение, поэтому можно использовать как тот, так и другой праймер (рисунок 1).



**Рисунок 1. Электрофореграмма продуктов ПЦР с праймерами: а – Umn25; б – Umn26
1-Омская 44; 2-Омская 45; 3-Омская крепость; 4-Уралосибирская 3; 5-Сигма 5. М- М –
маркер молекулярного веса. ОКВ- отрицательный контроль**

При изучении аллельного состава Glu-D1 локуса были выявлены образцы, а именно, Омская 44, Омская крепость и Уралосибирская 3, несущие в своих геномах Glu-D1d аллель, которая положительно влияет на качество теста. Сорт Омская 45 является гетерозиготным по аллельному составу гена Glu D1, т.е. в генотипе имеется как аллель Glu D1d, так и Glu D1a.

Выводы

1. Сорта Омская 44, Омская 45 и Уралосибирская 3 содержат в генотипе все изученные гены (Lr19/Sr25, Lr26/ Sr31, Sr32) и могут служить донорами устойчивости к ржавчинным заболеваниям.
2. Сорта Омская 44, Омская крепость и Уралосибирская 3 имеют генотипы, которые обладают высоким качеством клейковины (Glu A1b, Glu D1d) и могут быть рекомендованы как источники качества для использования в селекционных программах.
3. В результате проведенного анализа было установлено, что два сорта Омской селекции Омская 44 и Уралосибирская 3 могут быть включены в скрещивания как доноры генов устойчивости и качества.

Список литературы

1. Гулаева Н.В., Чесноков Ю.В., Шевченко С.Н., Зуева А.А., Менибаев А.И. Практическое применение молекулярных маркеров в селекции пшеницы (обзорная) // Известия Самарского научного центра РАН. 2018. Т. 20. №2-4(82). С. 726-731.
2. Кохметова А.М., Атишова М.Н. Идентификация источников устойчивости к стеблевой ржавчине пшеницы с использованием молекулярных маркеров // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2012. Т. 16. № 1. С. 132-141.
3. Мухордова М.Е., Бабий В.С., Урман М.В. Выявление генов устойчивости к ржавчинным заболеваниям с помощью молекулярного скрининга образцов озимой мягкой пшеницы // Проблемы и перспективы научно-инновационного обеспечения агропромышленного комплекса регионов : Сборник докладов IV Международной научно-практической конференции, Курск, 13–15 июля 2022 года. – Курск: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Курский федеральный аграрный научный центр", 2022. С. 23-26.
4. Хлесткина Е.К., Пшеничникова Т.А., Усенко Н.И., Отмахова Ю.С. Перспективные возможности использования молекулярно-генетических подходов для управления технологическими свойствами зерна пшеницы в контексте цепочки «зерно–мука–хлеб» // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2016. №20(4). С.511-527.
5. Фомина Е.А. Малышев С.В., Шилова А.А., Левданский О.Д., Урбанович О.Ю. Изучение аллельного разнообразия генов HMW глютеинов сортов и линий пшеницы, используемых в

селекционном процессе в Республике Беларусь, с помощью ПЦР маркеров // Цитология і генетика. 2019. Т. 53, № 4. С. 20-33.

6. Климушина М.В., Дивашук М.Г., Мухаммед Т.А.К., Семенов О.Г., Карлов Г.И. Анализ аллельного состава генов, связанных с хлебопекарными качествами, у аллоцитоплазматических гибридов пшеницы // Генетика. 2013. Т.49, № 5. с. 617–625.

7. Фомина Е.А., Дмитриева Т.М., Урбанович О.Ю. Использование молекулярных маркеров в селекционном процессе озимой пшеницы (*Triticum Aestivum* L.) для выделения образцов, перспективных по аллельному составу генов, оказывающих влияние на хлебопекарное качество зерна и высоту растения / Молекулярная и прикладная генетика. 2019.Т. 26. С.19-33.

8. Вавилов Н.И. Селекция как наука // Теоретические основы селекции растений. М.; Л., 1935 Т. 1 С. 1–24.

9. Леонова И.Н. Влияние чужеродного генетического материала на проявление хозяйственно важных признаков мягкой пшеницы (*T. aestivum* L.). Вавиловский журнал генетики и селекции. 2018. №22(3). С.321-328.

10. Баранова О.А., Лапочкина И.Ф., Анисимова А.В., Гайнуллин Н.Р., Иорданская И.В., Макарова И.Ю. Идентификация генов *Sr* у новых источников устойчивости мягкой пшеницы к расе стеблевой ржавчины *Ug99* с использованием молекулярных маркеров // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2015. №19(3). С.316-322.

© Мухордова М.Е., 2022

Научная статья
УДК 33.330.338.339

Перспективы производства органической продукции на примере УНПО «Муммовское» Саратовской области

Владимир Иванович Норovyatkin, Маргарита Владимировна Сидельникова

Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии
и инженерии имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов

Аннотация. В статье представлены основные этапы перехода сельскохозяйственных предприятий на органическое земледелие, а также, определены: необходимые условия и нормативы, предъявляемые к производству органической продукции, контрольные функции и этапы проведения проверок на соответствие исполнения всех требований на местах. Представлена технология выращивания органической тыквы в условиях переходного периода в УНПО «Муммовское» Аткарского района Саратовской области.

Ключевые слова: органическое земледелие, органическая продукция, производство, сельское хозяйство, урожайность, качество

Prospects for the production of organic products on the example of UNPO "Mummovskoye" of the Saratov region

Vladimir Ivanovich Norovyatkin, Margarita Vladimirovna Sidelnikova

Saratov State University of genetics, biotechnology and engineering
named after N.I. Vavilov, Saratov

Abstract. The article presents the main stages of the transition of agricultural enterprises to organic farming, and also defines: the necessary conditions and standards for the production of organic

products, control functions and stages of inspections for compliance with all requirements on the ground. The technology of growing organic pumpkin in the conditions of the transitional period in the UNPO "Mummovskoye" of the Atkarsky district of the Saratov region is presented.

Key words: organic farming, organic products, production, agriculture, productivity, quality

Производство органической продукции является одним из основных направлений сельскохозяйственной деятельности в условиях создания полноценной продовольственной программы РФ. В соответствии со Стратегией развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 года (распоряжение Правительства РФ от 8 сентября 2022 г. № 2567-р, г. Москва) ключевыми ориентирами развития сельского хозяйства являются сохранение, восстановление и повышение плодородия земель сельскохозяйственного назначения, их рациональное использование, развитие пищевой и перерабатывающей промышленности, ускоренное импортозамещение [5].

В сложившейся экономической ситуации органическое земледелие является актуальным и перспективным направлением сельского хозяйства, позволяет получать высококонкурентную и качественную продукцию, в широком ассортименте, способствующую улучшению состояния здоровья населения [4].

К производству органической продукции предъявляются определённые требования, представленные в таблице 1.

Таблица 1 – Основные требования, предъявляемые к производству органической продукции

Разрешено	Запрещено
Применение специальных севооборотов с возделыванием бобовых культур; почвоулучшающих веществ животного или растительного происхождения, полученных компостированием или анаэробной ферментацией	Применение ГМО, наноматериалов, ионизирующего излучения
Внесение биоудобрений и почвоулучшающих веществ, допущенных к применению в соответствии с ГОСТ 33980	Применение минеральных азотных удобрений, синтетических гербицидов, фунгицидов, инсектицидов и др. пестицидов, синтетических регуляторов роста и синтетических красителей
Использование семян и посадочного материала органического производства	Гидропонное производство
Допускается использование материалов на основе полиэтилена, полипропилена и других поликарбонатов, разрешенных к применению в установленном порядке, для покрытия защищаемых конструкций, синтетических мульчей, сеток от насекомых	Использование поливинилхлорида для упаковки органической продукции

Как видно из таблицы 1, при производстве органической продукции запрещено применение генно-инженерно-модифицированных организмов в качестве средств защиты растений, а также неорганических веществ для улучшения почвы, удобрений, семян и посадочного материала в процессе выращивания сельскохозяйственной продукции. Сырье и полученная продукция не должны подвергаться ионизирующему излучению. Недопустимо

также использование наноматериалов, включая упаковку и поверхности, которые контактируют с органической продукцией.

Основные этапы перехода предприятий на органическое земледелие представлены на рисунке 1. Так, при производстве органической продукции должны использоваться только органические семена. Допускается использование семян (растительного посадочного материала), полученных методами органического производства, в течение как минимум одного поколения, а для многолетних культур – в течение двух вегетационных периодов [1].

Подготовка земли путем сжигания растительности или растительных остатков запрещена. Земельные участки, которые используются для производства органической продукции, должны соответствовать требованиям гигиенических нормативов, предъявляемым к почвам. Повышенное содержание загрязняющих веществ в почве недопустимо, поэтому такие земельные участки выводятся из севооборота. А также, с целью предотвращения попадания загрязняющих веществ из прилегающих территорий, на предприятиях по производству органической продукции, устанавливаются специальные барьеры и буферные зоны [3].

Для повышения плодородия почвы допускается использование препаратов на основе продуктов жизнедеятельности микроорганизмов. Подготовка компоста основывается на использовании исключительно растительных составляющих или препаратов из микроорганизмов.



Рисунок 1. Основные этапы перехода на производство органической продукции

В соответствии с приложением А ГОСТ 33980 производство органической продукции должно быть основано на применении разрешенных удобрений, существующих и выделяющихся в природе, способствующих улучшению почвы на длительный период времени.

Химическая обработка минеральных удобрений для придания большей растворимости запрещена. Наряду с удобрениями могут применяться органические подкормки, зеленые удобрения, севооборот и азотофиксация растениями. Для определения наиболее подходящего способа поддержания плодородия проводится анализ почв и растений, а также независимая экспертиза.

Допускается применение средств защиты растений, которые состоят из ингредиентов в соответствии с ГОСТ33980 (приложение Б). Все остальные ингредиенты не должны являться канцерогенами, тератогенами, мутагенами или нейротоксинами. Превентивные меры по

защите растений от вредителей, болезней и сорных растений, основываются на защите энтомофагов, выборе определённых видов и сортов растений, подборе севооборота и оптимальных методов возделывания [2].

В производстве органической продукции допускается одновременная уборка урожая, выращенного по органической технологии и урожая, выращенного по иным технологиям, но при этом должно быть обеспечено требование о недопущении их смешения или обмена, а также обеспечение идентификации органической продукции. При этом все оборудование, которое применялось при производстве продукции, не относящейся к органической, должно быть очищено от загрязняющих веществ до использования в органическом производстве. Для очистки и дезинфекции оборудования используются средства, разрешенные в органическом растениеводстве в соответствии со стандартом.

При хранении и транспортировании органической продукции необходимо обеспечить идентификацию её партий и исключение смешивания или обмена с продукцией, не относящейся к органической. Транспортировка органической продукции осуществляется по требованиям, предъявляемым к транспортированию сельскохозяйственной продукции, сырья и пищевой продукции. При этом допускается применение транспортных средств (контейнеров), в которых ранее осуществлялась перевозка продукции, не относящейся к органической, после их тщательной очистки для транспортировки органической продукции.

Упаковка органической продукции должна быть изготовлена из материалов, которые не загрязняют продукцию и не оказывают негативного воздействия на окружающую среду.

Продукция, произведенная в соответствии с требованиями ГОСТ 33980, маркируется как «органическая». Данная продукция должна содержать наименование изготовителя и место его нахождения, а также наименование органа, подтверждающего ее соответствие установленным требованиям к органическому производству. Следует отметить, что продукция, произведенная в переходный для органического производства период может быть маркирована только как «произведенная в переходный период». На рынках сбыта запрещена реализация продукции, не соответствующая предъявляемым требованиям к органическому производству, позиционируемая при этом как органическая.

На всех этапах производства органической продукции осуществляются проверки на соответствие ГОСТ и нормативным требованиям с последующим оформлением необходимой документации, подтверждающей ее органическое происхождение, качество и безопасность для потребителей. Органом сертификации предприятий органической продукции является филиал ФГБУ «Россельхозцентр», расположенный в Воронежской области, который установил переходный период на органическое производство сроком не менее 24 месяцев с ежегодной проверкой и оценкой соблюдения всех нормативных требований. Продолжительность переходного периода для производства органической продукции в основном зависит от вида производства и составляет:

- для посевных площадей – не менее двух лет, предшествующих посеву;
- для многолетних кормовых культур – не менее двух лет до начала использования в качестве органических кормов;
- для многолетних культур (кроме кормовых растений) – не менее трех лет до сбора первого урожая органических продуктов [3].

Примером успешного перехода на производство органической продукции является УНПО «Муммовское», с 1 октября 2021 г. являющееся структурным подразделением ФГБОУ ВО «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова».

В начале своей деятельности УНПО «Муммовское» выращивало тыквы сорта «Серая Волжская» на площади 1 га. Необходимо отметить, что производственные структуры УНПО «Муммовское» расположены в Аткарском районе Саратовской области: вдали от источников загрязнения окружающей среды, объектов промышленной деятельности, территорий интенсивного ведения сельского хозяйства, что в свою очередь полностью соответствует всем требованиям по производству органической продукции.

При переходе на органическое производство УНПО «Муммовское» провело добровольную сертификацию в соответствии с ГОСТ 33980 «Продукция органического производства». В течение установленного органом сертификации переходного периода на органическое производство в УНПО «Муммовское», также проводились проверки следующей документации:

- ежегодный план выращивания растений и севооборота;
- информация об используемых сортах;
- информация о разрешенных удобрениях и средствах защиты растений;
- информация об агроэкологическом состоянии почв;
- отчет о происхождении, типах, составе и использовании приобретенной и реализованной продукции.

Все контрольные проверки, проведённые в УНПО «Муммовское», показали, что требования перехода на органическое производство тыквы соблюдены, а именно: посадка органических семян, правильная подготовка и обработка почвы, отсутствие запрещённых удобрений и биологических средств защиты, очистка оборудования при проведении всех технологических операций, уборка урожая вручную, отдельное хранение и транспортировка выращенной продукции, маркировка продукции в соответствии с переходным периодом ее производства для дальнейшей реализации на рынках сбыта. На всех этапах производства тыквы осуществлялась тщательная очистка сельскохозяйственной техники специальными средствами, а также: вспашка зяби, боронование с сегментами, 1-ая культивация, предпосевная культивация, сев, полив, 1-ая междурядная обработка, 2-ая междурядная обработка, транспортировка (рисунок 2).



Рисунок 2. Обработка сельскохозяйственной техники на этапах производства органической тыквы в УНПО «Муммовское» Вавиловского университета

В результате валовый сбор тыквы в соответствии с технологической картой составил 1,1 т. В перспективе УНПО «Муммовское» планирует производство органической продукции, востребованной на внутреннем и внешнем рынках сбыта.

В заключении необходимо отметить, что производство органической продукции УНПО «Муммовское» на базе Вавиловского университета будет способствовать наиболее эффективной и прибыльной работе предприятия, обеспечит необходимую устойчивость в период санкций и импортозамещения, позволит добиться значительных результатов в научной и производственной деятельности и внесет конкретный вклад в обеспечение продовольственной безопасности Саратовской области.

Список источников

1. Ван Мансвельт, Я. Д. Органическое сельское хозяйство: принципы, опыт и перспективы / Я. Д. Ван Мансвельт, С. К. Темирбекова // Сельскохозяйственная биология. – 2017. – Т. 52. – № 3. – С. 478-486. – DOI 10.15389/agrobiology.2017.3.478rus.
2. Воротников, И. Л. Анализ факторов, препятствующих и способствующих развитию производства экологически чистых продуктов питания в России / И. Л. Воротников, М. В. Сидельникова // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. – 2021. – № 1. – С. 33-39. – DOI 10.31442/0235-2494-2021-0-1-33-39.
3. ГОСТ 33980-2016 «Продукция органического производства. Правила производства, переработки, маркировки и реализации» URL:<https://protect.gost.ru>.
4. Проект «Органическое сельское хозяйство – новые возможности. Система и практики ответственного землепользования, устойчивого развития сельских территорий», 2021 г. URL: <https://soz.bio/sbornik-materialov-po-organicheskomu/>.
5. Стратегия развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 года от 8 сентября 2022 г. № 2567-р URL:<http://government.ru/docs/46497/>.

© Норовяткин В.И., Сидельникова М.В., 2022

Научная статья
УДК 632.51:633.15

Видовой состав сорной растительности в посевах кукурузы и эффективность гербицидной защиты в условиях Ртищевского района Саратовской области

Сергей Юрьевич Оськин, Елена Евгеньевна Критская
Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии
и инженерии имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов

Аннотация. В статье представлены результаты фитосанитарного мониторинга посевов кукурузы на выявление видового и численного состава сорняков; изучена эффективность гербицидной защиты посевов против сорной растительности. Наибольший эффект обеспечила баковая смесь гербицидов Балерина Форте, СЭ и Крейцер, ВДГ, применяемая в фазу 3-4 листа культуры.

Ключевые слова: кукуруза, сорные растения, засоренность, экономический порог вредоносности, гербициды, эффективность

Species composition of weeds in corn crops and effectiveness of herbicidal protection in rtishchevsky district of saratov region

Sergey Yuryevich Oskin, Elena Evgenievna Kritskaya
Saratov State University of genetics, biotechnology and engineering
named after N.I. Vavilov, Saratov

Abstract. The article presents the results of phytosanitary monitoring of corn crops for the presence and determination of the number of weed vegetation, outlines the results of field tests of herbicides in corn crops grown for grain. The effectiveness of using modern herbicides against weed plants has been studied. The greatest effect was provided by the tank mixture of herbicides Ballerina Forte, SE and Kreuzer, VDG used in phase 3-4 of the culture sheet.

Keywords: corn, weed plants, contamination, economic threshold of harmfulness, herbicides, efficiency

Введение. Кукуруза является важной культурой в севооборотах Саратовской области. В последние годы наблюдается расширение площадей ее посевов в регионе.

Получение высокого и стабильного урожая культуры зависит от многих факторов. Высокая степень засоренности посевов представляет собой одну из главных причин, снижающих продуктивность и сдерживающих получение стабильного урожая. Появление сорной растительности в посевах представляет серьезную проблему, отсутствие конкуренции со стороны культуры оказывает положительное действие на развитие сорняков [1,5].

Успешная борьба с засоренностью в посевах кукурузы основывается, в основном, на использовании гербицидов. Оптимальный выбор препаратов или их смесей, своевременность сроков и способов внесения обеспечивают высокую их биологическую и экономическую эффективность [2,4]. Выбор гербицидов зависит от видового состава сорняков.

Цель исследования. Изучение видового состава сорной растительности и биологической эффективности баковых смесей гербицидов Балерина Форте, СЭ + Крейцер, ВДГ и Балерина, СЭ + Крейцер, ВДГ в посевах кукурузы гибрида ЖАКЛИН (JAKLEEN).

Материал и методика исследования. Исследования проводились в 2022 году на базе предприятия Ртищевского района, ориентированного на возделывание зерновых, масличных и зернобобовых культур. Материалом послужили данные результатов полевых опытов.

Схема исследований включала 2 варианта с применением химических средств защиты, а также контроль (без применения гербицидов):

- 1 – без гербицида (контроль);
- 2 – Балерина Форте, СЭ (0,5 л/га) + Крейцер, ВДГ (0,1кг/га)+ ПАВ Адю, Ж (0,1л /га);
- 3 – Балерина, СЭ (0,5 л/га) + Крейцер, ВДГ (0,09 кг/га) + ПАВ Адю, Ж (0,1 л/га);

В состав гербицида Балерина Форте, СЭ имеет в своем составе три действующих вещества: 2,4-Д (сложный 2-этилгексилловый эфир) (300г/л), пиклорам (37,5 г/л) и флорасулам (10 г/л). Действующими веществами гербицида Балерина, СЭ являются 2,4-Д (сложный 2-этилгексилловый эфир) (410 г/л) флорасулам (7,4 г/л). Крейцер, ВДГ содержит никосульфурон (650 г/кг), тифенсульфурон-метил (60 г/кг) и флорасулам (40 г/кг) [6].

Агротехника в опыте. Предшественник кукурузы - озимая пшеница. Осенью основная обработка почвы представляла собой лущение стерни на глубину 6-8 см сразу после уборки предшественника и последующая вспашка на глубину 25-27 см. Весной, с наступлением физической спелости почвы, проводилось покровное боронование, перед посевом - предпосевная культивация на глубину до 6-8 см с прикатыванием и выравниванием поля. Одновременно с посевом вносили удобрения – азофоска в норме 138 кг/га, посев осуществлялся пневматической сеялкой ТС-М-4150А.

Проводились фенологические наблюдения за фазами развития растений кукурузы и состоянием сорной растительности.

Определение уровня засоренности на 1м² осуществляли по общепринятой методике на каждом варианте опыта посевов количественным методом в четыре срока: 3-4 листа (9 июня - исходная); 7-8 лист (23 июня); трубкование до 9 узла (9 июля); цветение (24 июля).

Посевы обрабатывали гербицидами методом опрыскивания агрегатом Гварта 7 в фазе 3-4 листа. В фазу 6-8 листьев проводили листовую подкормку Полидон Кукуруза в норме 1л/га.

Биологическую эффективность проведенной обработки подсчитывали через 14, 30 и 45 суток по основным видам сорняков, с дальнейшим разделением по биологическим группам.

Биологическую эффективность применения химической обработки против сорной растительности рассчитывали по формуле

$$C_{к(испр)} = 100 \frac{B_0}{B_k} \times 100 \frac{A_k}{A_0}$$
, где $C_{к(испр)}$ – снижение количества сорняков в % к исходной засоренности в опыте с поправкой на контроль; B_0 и B_k – количество сорняков на 1 м² в опыте и на контроле, соответственно, при первом (втором или другом) учете, шт./м². A_k и A_0 – исходная засоренность в опыте и контроле, шт./м²[3].

Размещение вариантов – рендомизированное, каждый вариант занимал площадь 20м². Повторность в опытах 5-ти кратная [1,3].

Результаты исследования. Анализ проведенного обследования посевов кукурузы в фазе 3-4 листьев показал высокую степень засоренности сорной растительностью, находящейся на ранних этапах развития. Общая численность сорняков в среднем составила 214,4 шт./м², из которых 87,5% занимали однолетние, большинство из которых (90,5%) двудольные. Среди многолетних наибольшую долю составляли двудольные сорняки (80,6%), преобладающее число имела щирица запрокинутая 31 шт./м² (14,5%).

Однолетних сорняков из класса однодольные насчитывалось 17,8 шт./м² (8,3%). Основные представители: щетинник сизый *Setari aglauca* (4,38%), овсюг обыкновенный *Avena fatua* (2,52%) просо куриное *Echinochloa crus-galli* (1,4%).

Класс двудольные имел наибольшее представительство 169,8 шт./м² (79,2%). Это щирица запрокинутая *Amaranthus retroflexus* (14,5%), марь белая *Chenopodium album* (13,2%), звездчатка средняя *Stellaria media* (10,2%), ярутка полевая *Thlaspi arvense* (6,2%), пастушья сумка *Capsella bursa-pastoris* (5,2%), пикульник обыкновенный *Galeopsis tetrahit* (5,2%), горчица полевая *Gale opsistetrahit* (4,6%), василек синий *Certaure acyanus* (4,3%), гречишка вьюнковая *Fallopia convolvulis* и другие сорные растения (11,2%).

Таблица 1 – Состав сорной растительности в посевах кукурузы на контрольном варианте на протяжении вегетации

Численность	шт./м ²	% от общего числа						
Засоренность	исходная		на 14-й день		на 30-й день		на 45-й день	
Всего сорняков	214,4	-	231,6	-	247,8	-	240,2	-
Однолетние, в т.ч.	187,6	87,5	200,0	86,4	215,4	86,9	207,6	86,4
однодольные	17,8	8,3	21,2	9,2	27,6	11,1	25,6	10,7
двудольные	169,8	79,2	178,8	77,2	187,8	75,8	182,0	75,7
Многолетние, в т.ч.	26,8	12,5	31,6	13,6	32,4	13,1	32,6	13,6
однодольные	5,2	2,4	5,6	2,4	6,0	2,4	6,2	2,6
двудольные	21,6	10,1	26,0	11,2	26,4	10,7	26,4	11,0

Многолетние сорные растения составляли 12,5%, среди которых: сурепка обыкновенная *Barbare avulgaris* (2,1%), вьюнок полевой *Convolvulus arvensi* (1,8%), осот полевой *Sonchus arvensis* (1,5%), латук татарский *Lactuca tatarica* (1,3%), бодяк полевой *Cirsium arvense* (1,2%), молочай лозный *Euphorbia virgata* (1,0%), полынь обыкновенная *Artemisia vulgaris* (0,8%), одуванчик лекарственный *Taraxacum officinale* (0,4%) и хвощ полевой *Equisetum arvense* (0,1%) из класса двудольных, с общей численностью 21,6 шт./м². Класс однодольные был представлен пыреем ползучим *Elytrigia repens* (2,4%) численностью 5,2 шт./м² (табл. 1).

Такая численность сорняков превышала пороговую, что вызвало необходимость химической обработки.

В контрольные дни учетов (через 14 и 30 и 45 дней) в контроле, в сравнении с исходной засоренностью, наблюдалось увеличение численности сорной растительности 8; 15,6 и 12% соответственно. На 14 день подавляющее большинство приходилось на однолетние сорняки из класса двудольные (77,2%) с преобладанием в посевах щирицы запрокинутой численностью 32,0 (13,8%), мари белой 30,2 (13,0%), звездчатки средней 22,0 (9,5%) и ярутки полевой 15,0 шт./м² (6,5%). Среди многолетних сорняков двудольные также доминировали (11,2%), из них наибольшее количество составляла сурепка обыкновенная 4,4 шт./м² (1,9%).

На 30 сутки наибольшую численность имела щирица запрокинутая 34,6 (14%) и марь белая 32,2 шт./м² (13%). Общая средняя численность в равнении и учетом на 14 сутки возросла на 16,2 шт./м². Через 45 дней общая средняя численность сорной растительности сократилась на 7,6 шт./м² в сравнении с показателем предыдущего учета. Таким образом, на протяжении всей вегетации преобладали однолетние двудольные сорняки.

В вариантах с применением гербицидов Балерина Форте, СЭ (0,5 л/га) + Крейцер, ВДГ (0,1кг/га) + ПАВ Адыю, Ж (0,1л/га) и Балерина, СЭ (0,5 л/га) + Крейцер, ВДГ (0,09 л/га) + ПАВ Адыю, Ж (0,1 л/га) через две недели после обработки среднюю численность сорных растений, в сравнении с контролем, удалось снизить на 51,5 и 43,6%, соответственно. В видовом отношении наибольшая гибель однолетних и многолетних сорняков отмечалась в первом варианте и составила 52,9 и 42,4% соответственно, что превышает данные второго варианта - 45,8 и 29,8%.

Через 30 суток гибель сорной растительности в первом варианте составила уже 96,5%, во втором – 87,4%. Состав однолетней и многолетней сорной растительности удалось снизить на 97,2 и 91,4 в первом, а также 88,8 и 78,4% во втором вариантах опыта.

В третий срок учета, через 45 суток, биологическая эффективность составила, соответственно, 94,2 и 86%. Наибольшее снижение численности однолетних и многолетних сорных растений отмечено в первом варианте - 95,5 и 85,9%, наименьшие показатели отмечены во втором варианте - 86,0 и 76,7% соответственно.

Отмечалось активное воздействие всех гербицидов практически на все виды сорняков, достигших к данному моменту высокой численности, о чем свидетельствуют данные табл.2.

Таблица 2 – Численность сорной растительности и биологическая эффективность гербицидов в посевах кукурузы

Сорные Растения	Конт- роль	Вариант 1						Вариант 2					
		Балерина Форте, СЭ (0,5 л/га) + Крейцер, ВДГ (0,1кг/га) + ПАВ Адыю, Ж (0,1л/га)						Балерина, СЭ (0,5 л/га) + Крейцер, ВДГ (0,09 кг/га) + ПАВ Адыю, Ж (0,1 л/га)					
		1 уч.		2 уч.		3 уч.		1 уч.		2 уч.		3 уч.	
Засорен- ность, шт./м ²	Исход- ная, шт./%	14 день		30 день		45 день		14 день		30 день		45 день	
		шт./м ²	% гибели	шт./м ²	% гибели	шт./м ²	% гибели	шт./м ²	% гибели	шт./м ²	% гибели	шт./м ²	% гибели
Всего сорняков	214,4	112,4	51,5	8,8	96,5	14,0	94,2	130,6	43,6	31,2	87,4	33,6	86,0
Одно- летние	187,6/87,5	94,2	52,9	6,0	97,2	9,4	95,5	108,4	45,8	24,2	88,8	26	87,5
Одно- дольные	17,8/ 9,5	9,0	57,5	1,6	94,2	2,6	89,8	11,8	44,3	5,0	81,9	5,2	79,7
Дву- дольные	169,8/90,5	85,2	52,4	4,4	97,7	8,0	95,6	96,6	46,0	19,2	89,8	20,8	88,6
Много- летние	26,8/ 12,5	18,2	42,4	2,8	91,4	4,6	85,9	22,2	29,8	7,0	78,4	7,6	76,7
Однодо- льные	5,2/ 19,4	2,6	53,6	0,4	93,3	1,0	83,9	3,4	39,3	1,6	73,3	1,8	71,0
Двудоль- ные	21,6/ 80,6	15,6	40,0	2,4	90,9	3,6	86,4	18,8	27,7	5,4	79,5	5,8	78,0

Дисперсионный анализ полученных данных по биологической эффективности доказывает достоверную разницу между вариантами опыта.

Таблица 3 – Биологическая эффективность защитных мероприятий против сорной растительности, %

Биологическая эффективность, %					НСР ₀₅
Варианты	Средняя за период наблюдений	через 14 суток	через 30 суток	через 45 суток	
Балерина Форте, СЭ (0,5 л/га) + Крейцер, ВДГ (0,1кг/га)+ ПАВ Адью, Ж (0,1л/га).	80,7	51,5	96,5	94,2	1,9
Балерина, СЭ (0,5 л/га) + Крейцер, ВДГ (0,09 кг/га) + ПАВ Адью, Ж (0,1 л/га)	72,3	43,6	87,4	86,0	2,33
НСР ₀₅	-	3,17 Фф. (32,8) > Фкр.(5,32)	1,86 Фф. (216,9) > Фкр.(5,32)	2,61 Фф. (80,81) > Фкр.(5,32)	-

Анализируя эффективность гербицидов, видим, что достигнув максимального значения через 30 суток после проведенной обработки, она оставалась практически таковой и через 45 суток, что подтверждают данные дисперсионного анализа (табл. 3).

Выводы. Полученные опытные данные по применению Балерина Форте, СЭ (0,5 л/га) + Крейцер, ВДГ (0,1кг/га) + ПАВ Адью (0,1л/га); Балерина, СЭ (0,5 кг/га) + Крейцер, ВДГ (0,09 кг/га) + ПАВ Адью (0,1 л/га) показали высокую биологическую эффективность. На протяжении вегетации культуры во всех вариантах опыта при использовании гербицидов погибла основная часть сорной растительности.

Наибольшая биологическая эффективность на 14, 30 и 45 день была достигнута в варианте опыта с использованием препаратов Балерина Форте, СЭ (0,5 л/га) + Крейцер, ВДГ (0,1кг/га) + ПАВ Адью (0,1л/га) 51,5%, 96,5% и 94,2% соответственно.

Список источников

1. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351.
2. Прудникова, А.Г., Вредоносность сорных растений и меры борьбы с ними при возделывании сельскохозяйственных культур: монография / А.Г. Прудникова, И.Н. Романова. – Смоленск: Смоленская ГСХА. – 2011. – 116 с.
3. Спиридонов Ю.Я. Методическое руководство по изучению гербицидов, применяемых в растениеводстве/ Ю. Я. Спиридонов, Г. Е. Ларина, В. Г. Шестаков ; под ред. М. С. Соколова ; Российская акад. с.-х. наук, Отд-ние защиты растений, Всероссийский науч.-исслед. ин-т фитопатологии. - Изд. 2-е, испр. и доп. - Москва : Печатный Город, 2009. - 247 с.
4. Спиридонов, Ю.Я. Научно обоснованные технологии химического метода борьбы с сорняками в растениеводстве различных регионов Российской Федерации/ Ю.Я. Спиридонов, В.Г. Шестаков. Голицыно: РАСХН-ВНИИФ, 2001. – 245 с.
5. Церетели И.С. Гербициды в посевах кукурузы // Защита и карантин раст. 2014. № 5. С. 44.
6. Пестициды. ру [Электронный ресурс]. URL: <https://www.pesticidy.ru/pesticides/herbicides>.

Устойчивость различных сорто-подвойных комбинаций яблони к абиотическим и биотическим факторам в степной зоне Поволжья

Артем Алексеевич Полищук, Иван Дмитриевич Еськов, Ольга Львовна Теняева
Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов

Аннотация. В статье представлены результаты оценки фитосанитарной ситуации и устойчивости к абиотическим и биотическим факторам сорто-подвойных комбинаций яблони. Наибольшую устойчивость к экологическим факторам выявлена у саженцев на клоновом подвое.

Ключевые слова: яблоня, подвой, сорта, энтомофаги, фитофаги, фитопатогены

Resistance of various variety-rootstock combinations of apple trees to abiotic and biotic factors in the steppe zone of the Volga region

Artem.A. Polishchuk, Ivan.D. Eskov, Olga.L. Tenyaeva
Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov, Saratov

Abstract. The article presents the results of the assessment of the phytosanitary situation and resistance to abiotic and biotic factors of varietal-rootstock combinations of apple trees. The greatest resistance to environmental factors was found in seedlings on clonal rootstock

Keywords: apple tree nursery, rootstock, variety, entomophages, phytophages, phytopathogens

Введение. Яблоня является наиболее распространенной плодовой культурой в России. Общая площадь яблоневых промышленных насаждений в нашей стране более 100 тыс. га., в Саратовской области – 4 тыс. га (из 10 тыс. га всех садовых насаждений области). На территории Саратовской области яблоню активно выращивают в Хвалынском, Ртищевском и Саратовском районах [7,8]. За последние годы отмечается выход из кризисного состояния садоводства России, которое должно обеспечить население требуемым количеством продуктов. Развитие отрасли садоводства должно быть ориентировано на инновационный путь, основой которого является концентрация насаждений и в целом производства в крупных специализированных хозяйствах. Необходимо использование научных достижений, господдержки, инвестиций, и развитие плодоконсервного комплекса [3]. Развитие отечественного садоводства повлечет за собой расширение площадей под закладку плодовых насаждений, возрастание потребности в высококачественном, адаптированном посадочном материале.

В существующих климатических условиях селекция на устойчивость к экологическим факторам служит одним из направлений, которое может обеспечить повышение продуктивности, а в целом и экономической эффективности производства плодов. В процессе селекции плодовых культур существует необходимость совмещать нужные свойства в одном генотипе и оценивать новые формы по всем компонентам зимостойкости и засухоустойчивости [10].

Одним из определяющих признаков для выращивания это постоянная необходимость в качественном посадочном материале, не поврежденном болезнями и вредителями. Поэтому особенно важно продолжать работать над совершенствованием систем защитных мероприятий не только в плодовых садах, но и в питомниках яблони. Современное интенсивное садоводство строится на слаборослых клоновых подвоях. Клоновые подвои дают возможность моделировать, не оказывая воздействия на наследственность сорта, его силу

роста, сроки вступления в плодоношение, продуктивность, экологическую устойчивость, в кратчайшие сроки удовлетворить спрос в посадочном материале [1,4,10].

При изучении и внедрении новых клоновых подвоев яблони в производство необходимость исчерпывающих характеристик их хозяйственно-ценных свойств остается актуальной, что и послужило основанием для проведения наших исследований.

Цель исследований - изучение устойчивости различных сорто-подвойных комбинаций яблони к абиотическим и биотическим факторам в степной зоне Поволжья. В рамки исследований входил анализ влияния абиотического и биотического фактора на особенности развития и распространения вредной энтомофауны, а так же грибных болезней в питомнике яблони.

Объект исследований – подвои клоновый (54-118) и семечковый (Антоновка), саженцы питомника 2-го года (зимние сорта Беркутовское и Ханей Крисп), возбудители болезней (мучнистая роса яблони - *Podosphaera leucotricha* Salm.), фитофаги (яблонная тля - *Aphis pomi* Degeer), комплекс энтомофагов. Семенной подвой для выращивания таких подвоев используют семена устойчивых, надежных, долговечных плодовых культур — Антоновки обыкновенной. Клоновый подвой — растение, полученное путем вегетативного размножения 54-118 — зимостойкий, хорошо совместимый со многими сортами, а потому весьма распространенный полукарликовый подвой, используемый многими питомниками. Привитые на нем деревья не требуют опоры. Они начинают плодоносить на 4-5 год после посадки и показывают в первые годы плодоношения высокую продуктивность. Высота взрослых деревьев не превышает 3-3,5 м.

Беркутовское - стандарт (зимний сорт селекции Саратовской опытной станции садоводства). Плоды вышесреднего размера. средняя масса 150 г. максимальная – 250 г. Мякоть белая. плотная. мелкозернистая. сочная. Вкус сладковато-кислый. дегустационная оценка 4.5-4.8 балла. Достоинства сорта: обильное ежегодное плодоношение. лежкость и высокие вкусовые качества плодов. компактная крона. зимостойкость и засухоустойчивость. Недостатки сорта: поражение мучнистой росой в годы эпифитотий.

Хоней крисп (Honeycrisp) - зимний сорт американской селекции, полученный от скрещивания сортов Макоун и Хоней голд (Macoun × Honeygold). Районирован в 2017 году по ЦЧР. Дерево имеет узкоовальную крону в первые три-четыре года роста в саду. Растет быстро, становится среднерослым, а крона компактной, широкоовальной. Кора на штамбе и основных ветвях гладкая, коричневая. Тип плодоношения смешанный. На вегетативно-размножаемых подвоях требуется наличие капельного орошения в сочетании с подкормками элементами минерального питания. Достоинства сорта: транспортабельность, урожайность, зимостойкость, товарные и вкусовые качества плодов. Недостатки сорта: недостаточная устойчивость к парше и мучнистой росе.

Экспериментальные исследования проводились в 2018-2021 гг. на полях ИП Глава КФХ «Калькова Т.Г.» Саратовского района (IV. Южная правобережная микрозона) и ООО «Яблонный сад» Марковского района (V. Северная левобережная микрозона) Саратовской области.

Саратовская область расположена на Юго-Востоке Европейской части России. Территория Саратовского района, где проходили исследования относится к степной зоне. Особенности климата заключаются в засушливости, в высокой степени континентальности и резкими диапазонами температур в зависимости от сезона года. Гидротермический коэффициент за май – июль равен 0,7-0,8. Основные виды почв – южные черноземы облегченного механического состава. Почва пригодна для выращивания плодовых культур и при применении агротехнических приемов возделывания можно обеспечить получение хороших урожаев яблок. Климатические условия Марковского района относятся к резко континентальному климату с суровой малоснежной зимой и жарким летом с суховейными ветрами восточного и юго-восточного направления. Климат района континентально-засушливый с холодной зимой и жарким летом. Гидротермический коэффициент за май –

июль равен 0,6-0,7. Почвенный покров Марксовского района довольно однообразен - темно-каштановые и южные черноземы разной мощности.

Наблюдения по выявлению видового состава фитофагов и энтомофагов агроценоза яблони проводились по общепринятым методикам ВИЗР (1986). Учет на поверхности почвы и на деревьях проводили на протяжении всего периода активной жизни насекомых. Определяли количество вредителей на единицу площади, отмечали их переселение и расселение, стадии и динамику развития. Малоподвижных насекомых и их личинок учитывали непосредственно на деревьях. Шкала заселенности тлей яблонной: 1 балл – отсутствие вредителя (0 %), 2 балла – незначительное заселение (следы – 6,2%), 3 балла – слабое заселение (6,3 – 12,5%), 4 балла – слабое заселение (12,6 – 25,0%), 5 баллов – сильное заселение (25,1 – 50,0%).

Агротехника в опытах, кроме изучаемых факторов, соответствовала принятым для производства рекомендациям.

Материалом исследований служили результаты учетов численности видов фито- и энтомофагов, а так же фитопатогенов в питомниках яблони. Учет энтомофауны и патогенов в плодовых насаждениях проводили согласно общепринятым методикам. Повторность 10-кратная, (1 саженец – проба) [2,9]. Определение видового состава собранных насекомых проводилось и подтверждалось по Определителю вредных и полезных насекомых и клещей плодовых и ягодных культур в СССР (1984) [5].

Экспериментальные данные обрабатывались методами дисперсионных анализов при 95%-м уровне достоверности с помощью программы Microsoft Office Excel 2016, по методике Б.А. Доспехова (1985).

Результаты исследований. В период исследований на подвоях в 2018 - 2020 гг. и на саженцах этих подвоев (2019-2021 гг.) был определен видовой состав доминирующих вредных объектов. На подвоях в основном встречались грушевый галловый клещ *Eriophyes pyri* Pgst. и мучнистая роса. На саженцах яблони на различных подвоях встречается и доминирует зеленая яблонная тля *Aphis pomide* Geer, остальные фитофаги гораздо малочисленней (яблонный цветоед *Anthonomus pomorum* L., плодовая листовертка *Hedya pubiferana*, яблонная моль *Yponomeuta malinellus*), из болезней весьма вредоносна мучнистая роса *Podosphaera leucotricha* Salm (сумч. стадия) и парша *Venturia inaequalis*. (сумч. стадия).

Видовой состав и численность фитофагов обуславливает структуру комплекса энтомоакарифагов, 10% от учтенных энтомофагов составили хищные клещи и 90% насекомые. В питомнике яблони энтомофаги в основном представлены паразитическими видами насекомых, в основном это представители Hymenoptera и Diptera; хищными видами представлены Coleoptera 22,1%, Neuroptera 8,9% и хищные клопы Hemiptera и Thysanoptera 6,7 % от общей численности полезной энтомофауны класса Insecta.

Coleoptera, представлена сем. Coccinellidae, наиболее массово встречались два вида жуков-коровок: *Coccinella septempunctata* L. (82,6%) и *Harmonia axyridis* Pallas. (17,4%) соответственно).

Сетчатокрылые (Neuroptera) представлены в основном златоглазками (сем. Chrysopidae *Chrysopa carnea* Stef), а так же отмечены клопы (Hemiptera) трех семейств Miridae 43,7%, Anthocoridae 25,0% и Nabidae 31,3% соответственно). Высокая численность, прожорливость и полифагия обуславливают важную роль хищных клопов и коровок в стабилизации численности комплекса вредных членистоногих в питомниках яблони. В питомниках яблони нет ярко выраженного доминирования, что свидетельствует об относительно равном обилии встречающихся видов, в группу доминирующих видов наряду с фитофагами входят энтомоакарифаги [6,7].

Численность яблонной тли в питомнике яблони на контроле (в среднем 2019-2021 гг.), в среднем 3,2 экз./1 раст. (саженцы на клоновом подвое) и 5,9 экз./1 раст. (саженцы на семечковый подвое) так же была не значительной, однако больше заселялись рослые семечковые подвои.

В среднем за период вегетации саженцев яблони на контрольных делянках мучниста роса проявила себя с распространением 8% и развитием 2,1%, т.е. грибная инфекция проявилась в

слабой степени. Корреляция ГТК в период активной вегетации яблони (апрель - сентябрь) с распространением и развитием мучнистой росы составила $r=-0,663$ и $r=-0,670$ соответственно, что указывает на то, что по мере снижения влагообеспеченности повреждаемость мучнистой росой растет. Так коэффициент корреляции распространения и развития мучнистой росы со среднесуточной температурой воздуха составил $r=0,787$ и $r=0,576$ соответственно, с влажностью воздуха $r=0,711$ и $r=0,902$, а так же с суммой осадков $r=0,614$ и $r=0,791$ и количеством дней с осадками $r=0,520$ и $r=0,651$. Качественные саженцы должны быть совершенно неповрежденные мучнистой росой. Установлено, что семечковые подвои способствуют большей распространенности патогена, чем клоновые подвои.

Выводы. В питомнике яблони энтомофаги в основном представлены паразитическими видами насекомых, к доминирующим хищным видам относятся представители отрядов Жуки и клопы.

В среднем за период вегетации яблони мучниста роса проявила себя с распространением 8% и развитием 2,1%, т.е. патогенная инфекция проявилась в слабой степени. Корреляция ГТК в период активной вегетации яблони (апрель - сентябрь) с распространением и развитием мучнистой росы 0,663 и $r=-0,670$ соответственно, что указывает на то, что по мере снижения влагообеспеченности повреждаемость мучнистой росой растет.

Оценка повреждаемости тлей и мучнистой росой яблони саженцев на различных подвоях показывает, что самые лучшие сорто-подвойные композиции на клоновых подвоях. Сорто-подвойные композиции на клоновых подвоях проявляют большую устойчивость к болезням и вредителям.

Список источников

1. Головин, С.Е. Фитосанитарный проблемы в питомниках плодовых культур/С.Е. Головин, Т.И. Романченко// Плодоводство и ягодоводство России. Сборник трудов науч.-практ. конф. «Состояние садовых растений после зимы 2006/07 г. и проблемы их зимостойкости» (13 июня 2007 г.) и международ. науч.-практич. конф. «Инновационные направления в питомниководстве плодовых культур» (14—15 июня 2007 г.). /Под общей редакцией И.М. Куликова. 2007.-Т18. — С.73-79.

2. Дубровин, В.В. Методы фитосанитарного мониторинга в защите растений от вредных насекомых. – Саратов, 2011. — 232 с.

3. Куликов, И.М. Развитие садоводства в России: тенденции, проблемы, перспективы [Текст] / И.М. Куликов, И.А. Минаков // Аграрная наука Евросеверо-востока. – 2017. – № 1 (56). – С. 9-14.

4. Муханин, И. В. Практическое руководство по созданию и возделыванию отводковых маточников клоновых подвоев / Муханин И. В. - Мичуринск : Б.и. ; Самара : Парус-Принт, 2003. - 56 с., [16] л. цв. ил., портр. : ил., табл.; 29 см.; ISBN 5-94791-012-8 : 500

5. Определитель вредных и полезных насекомых и клещей плодовых и ягодных культур в СССР [Текст] / [В. С. Великань и др.] ; сост. Л. М. Копанева. - Ленинград : Колос. Ленинградское отд-ние, 1984. — 288 с.

6. Полищук, А.А. Использование насекомых-опылителей для повышения урожайности яблони в Поволжье. // Вавиловские чтения – 2019: Сборник статей межд. науч.-практ. конф., посвященной 132-ой годовщине со дня рождения академика Н.И. Вавилова. – Саратов: Амирит, 2019 — С 214-217.

7. Полищук, А.А. Энтомофаги вредителей питомника яблони в лесостепной зоне Поволжья // Вавиловские чтения – 2019: Сборник статей межд. науч.-практ. конф., посвященной 132-ой годовщине со дня рождения академика Н.И. Вавилова. – Саратов: Амирит, 2019. — С 212-214.

8. Приказ министерства сельского хозяйства Саратовской области от 29 марта 2013 г. N 87-пр "О ведомственной целевой программе "Развитие садоводства и питомниководства в Саратовской области на 2013-2015 годы" (с изменениями и дополнениями) // "Собрании законодательства Саратовской области" N 12, март-апрель 2013 г., стр. 3633-36 (подписано в

печать 4 апреля 2013 г., выход в свет 5 апреля 2013 г.). Электронный ресурс Система ГАРАНТ: <http://base.garant.ru/9557699/#ixzz44UcVu4vg>.

9. Прогноз развития вредителей и болезней сельскохозяйственных культур (с практикумом)/ И. Я. Поляков, М. П. Персов, В. А. Смирнов. — Л.: Колос. Ленингр. отд-ние, 1984. — 318 с.

10. Чурикова, Н.Л. Агробиологическая оценка новых клоновых подвоев яблони селекции Мичуринского ГАУ в условиях ЦЧР : автореферат дис. ... кандидата сельскохозяйственных наук : 06.01.08 / Чурикова Наталия Леонидовна; [Место защиты: Мичурин. гос. аграр. ун-т]. - Мичуринск, 2019. - 22 с.

© Полищук А.А., Еськов И.Д., Теняева О.Л., 2022

Научная статья
УДК 633.111.1:632.4

Устойчивость образцов коллекции пшеницы мягкой яровой к стеблевой ржавчине

**Наталья Сергеевна Пугачева,
Людмила Анатольевна Кротова**

Омский государственный аграрный университет имени П.А.Столыпина,
г. Омск

Аннотация. В статье представлены результаты изучения коллекционных образцов пшеницы мягкой яровой ВНИИР им. Н.И. Вавилова. По результатам исследований выделено 20 номеров с высоким и средним уровнем устойчивости к стеблевой ржавчине, которые были использованы в гибридизации с местными сортами и селекционными линиями.

Ключевые слова: селекция, патоген, стеблевая ржавчина, устойчивость

Resistance of samples of the collection of soft spring wheat to stem rust

Natalia Sergeevna Pugacheva, Lyudmila Anatolyevna Krotova

Omsk State Agrarian University named after P.A.Stolypin,
Omsk

Annotation. The article presents the results of the study of collection samples of soft spring wheat VNIIR named after N.I. Vavilov. According to the research results, 20 numbers with a high and medium level of resistance to stem rust were identified, which were used in hybridization with local varieties and breeding lines.

Keywords: breeding, pathogen, stem rust, resistance

Угроза распространения стеблевой ржавчины в Западной Сибири велика, так как большие площади пшеницы заняты восприимчивыми сортами. Наиболее экономичный и экологически безопасный способ борьбы с этими заболеваниями – выращивание устойчивых сортов, для создания которых необходимо наличие источников высокого уровня резистентности. В связи с этим необходимо усиление селекционной работы по созданию устойчивых сортов, в решении которой очень важен поиск надежных источников устойчивости [1].

В поиске источников устойчивости, в качестве исходного материала для селекции яровой мягкой пшеницы на устойчивость к грибковым заболеваниям важную роль играет сотрудничество лаборатории селекции яровой мягкой пшеницы ФГБНУ "Омский АНЦ" с ВНИИР им. Вавилова, которое длится уже около 30 лет. За годы исследований было изучено более 3000 образцов яровой мягкой пшеницы из коллекции ВИР из 75 стран мира [2].

Таблица 1 – Коллекционные образцы, устойчивые к стеблевой ржавчине

№ каталога ВИР	Название образца	Страна происхождения	2019 г.			2020 г.		
			Период всходы – колошение, сутки	Поражение мучнистой росой, %	Поражение стеблевой ржавчиной (ИУ ¹)	Период всходы – колошение, сутки	Поражение мучнистой росой, %	Поражение стеблевой ржавчиной (ИУ ¹)
St. CP	Памяти Азиева	Россия, Омская обл.	47	60	0,81	49	67	0,59
k-66710	Roxo	Португалия	50	25	0,02	51	20	0,01
k-66728	Ardila	Португалия	48	60	0,00	49	80	0,07
k-66729	AC Vista	Канада	48	80	0,01	49	100	0,02
k-66707	Данк	Кыргызстан	50	60	0,07	55	50	0,13
k-66795	Лютетция	Россия, Оренбург. обл.	48	30	0,31	49	70	0,27
k-66793	Оренбургская юб.	Россия, Оренбург. обл.	47	70	0,50	50	80	0,49
k-66794	Красноярка	Россия, Оренбург. обл.	50	90	0,56	50	100	0,44
St. CC	Дуэт	Россия, Челябинская обл.	51	30	0,69	52	63	0,77
k-66733	RL-3	Россия, Тамбов. обл.	52	5	0,00	54	0	0,14
k-66711	Sever	Португалия	51	5	0,01	54	10	0,06

№ ката- лога ВИР	Назва- ние образца	Страна происхож- дения	2019 г.				2020 г.			
			Период – всходы – колошение, сутки	Поражение мучнистой росой, %	Поражение стеблевой ржавчиной (ИУ ¹)	Период всходы – колошение, сутки	Поражение мучнистой росой, %	Поражение стеблевой ржавчиной (ИУ ¹)		
									Поражение стеблевой ржавчиной (ИУ ¹)	Поражение стеблевой ржавчиной (ИУ ¹)
к- 66712	Tigre	Португалия	51	20	0,02	55	60	0,08		
к- 66734	RL-6-8	Россия, Тамбов. обл.	52	0	0,08	55	0	0,23		
к- 66735	СФР 34396-2- 3	Россия, Тамбов. обл.	51	15	0,31	52	30	0,26		
к- 66705	Pizol	Швейцария	51	0	0,60	52	0	0,53		
St. СП	Элемент 22	Россия, Омская обл.	53	30	0,01	55	50	0,13		
к- 66736	СФР 193-12- 8-6-1	Россия, Тамбов. обл.	53	еп	0,00	57	35	0,08		
к- 66737	СФР 32338-1- 17-1	Россия, Тамбов. обл.	53	15	0,00	57	30	0,03		
к- 66738	СФР 135-17- 16-15	Россия, Тамбов. обл.	54	20	0,00	55	60	0,15		
к- 66713	Eufrates	Португалия	53	50	0,09	50	70	0,27		
к- 66698	Ombu	Испания	53	40	0,00	54	50	0,02		
к- 66779	Айна	Казахстан	53	25	0,11	54	60	0,57		

В статье представлены результаты изучения 50 образцов пшеницы из 14 стран мира коллекции ВИР в 2019 и 2020 гг.

Коллекционные образцы высевались на селекционных полях ФГБНУ «Омский АНЦ» в оптимальный срок (14–16 мая). Посев осуществлялся ручной сеялкой СР-1М по 60 зёрен на погонный метр. Проведены фенологические наблюдения, а также проведен анализ по элементам продуктивности растений.

Учеты поражения растений стеблевой ржавчиной проводились в динамике, затем рассчитывался индекс устойчивости (ИУ, уровни устойчивости: высокий – от 0,10 до 0,35; средний – от 0,36 до 0,65; низкий – от 0,66 до 0,80; восприимчивый >80).

Большинство представленных образцов - 18 (36%) из России, остальные распределились следующим образом: из Германии и Португалии по 5 (10%); из Кыргызстана 4 (8%); из Великобритании и Польши по 3 (6%); из Латвии, Канады, Швейцарии и Швеции по 2 (4%); из Греции, Испании, Казахстана и Франции по 1 (2%). По продолжительности периода всходы-колошение в среднеспелой группе спелости было 22 образца (44%), к среднеранней группе было отнесено 10 (20%) и к среднепоздней – 18 (36%) образцов (табл.1).

Среди сортов-стандартов сорт среднеранней группы спелости Памяти Азиева в 2019 году был восприимчив к патогену стеблевой ржавчины, а в 2020 году имел среднюю устойчивость. Сорт среднеспелой группы Дуэт в течение двух лет был восприимчив, а Элемент 22 из среднепоздней группы спелости характеризовался высоким уровнем устойчивости.

Среди представленных коллекционных образцов 16% отнесены к среднеранней группе спелости, в среднеспелой и среднепоздней группах спелости - по 12%. В среднеспелой группе спелости большинство образцов происходят из России, Португалии и Кыргызстана; в среднеранней и среднепоздней группах - из России и Португалии. Образцы из Португалии (Рохо, Tigre) и из Тамбовской и Оренбургской области (RL-3, RL-6-8, СФР 32338-1-17-1, СФР 135-17-16-15) за два года исследований сочетали в себе устойчивость к мучнистой росе и к стеблевой ржавчине.

Для дальнейшей селекции по итогам полевых испытаний выделили образцы с комплексной устойчивостью, они рекомендуются к использованию в селекционном процессе в качестве источников устойчивости к грибковым заболеваниям.

Список литературы

1. Генофонд пшеницы мягкой яровой для селекции на устойчивость к стеблевой ржавчине в условиях Западной Сибири /Л.П. Россеева, И.А. Белан, Н.П.Блохина [и др.]// материалы Междунар. науч.-практич. конф., посвящ. 100-летию юбилею Омского ГАУ (21 февраля 2018 года). С. 727-731.

2. Исходный материал для селекции пшеницы мягкой яровой в условиях Омской области /Е.В. Зуев, И.А. Белан, Л.П. Россеева [и др.] // Успехи современной науки и образования. 2016. Т.6. № 11. С. 122-125.

© Пугачева Н.С., Кротова Л.А., 2022

Научная статья
УДК 63.631.632

Сравнительный анализ традиционных и органических технологий защиты технических сортов винограда в условиях степной зоны Нижнего Поволжья

Маргарита Владимировна Сидельникова, Никита Валерьевич Рязанцев
Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии
и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов

Аннотация. В статье проведен анализ традиционных и органических технологий защиты винограда от грибных болезней. Определены условия эффективного выращивания винограда и методы борьбы с болезнями и вредителями. Представлены средства защиты винограда от болезней и вредителей при традиционной и органической технологиях.

Ключевые слова: органическая продукция, сортимент, органическое земледелие, качество, защита растений, сельское хозяйство

Comparative analysis of traditional and organic technologies for the protection of technical varieties of grapes in the conditions of the steppe zone of the Lower Volga region

Margarita Vladimirovna Sidelnikova, Nikita Valerievich Ryazantsev

Saratov State University of genetics, biotechnology and engineering named after N.I. Vavilov, Saratov

Annotation. The article analyzes traditional and organic technologies for protecting grapes from fungal diseases. The conditions for effective cultivation of grapes and methods for combating diseases and pests are determined. The means of protecting grapes from diseases and pests using traditional and organic technologies are presented.

Key words: organic products, assortment, organic farming, quality, plant protection, agriculture

Виноградарство – одна из наиболее востребованных в настоящее время отраслей АПК в РФ, обеспечивающая потребности населения в высококачественных продуктах (ягоды в свежем и сушеном виде, соки, вина и др.). В соответствии с Постановлением Правительства РФ от 4 декабря 2021 г. № 2196 «Об утверждении Правил предоставления и распределения субсидий из федерального бюджета бюджетам субъектов Российской Федерации на стимулирование развития виноградарства и виноделия», комплекс мер по поддержке отрасли со стороны государства позволит развивать отрасль виноградарства, улучшить агротехнологии и повысить урожайность виноградников, а также создать условия для длительного хранения винограда и увеличения объёма сбыта [2, 6].

В этой связи наряду с традиционными технологиями выращивания винограда перспективным направлением является органическое виноградарство, которое хорошо зарекомендовало себя как в Европе (Испания, Италия и Франция), так и во всём мире. В отличие от традиционного производства, при выращивании органического (экологически чистого) винограда запрещено применение минеральных удобрений и химических средств защиты растений (гербициды, инсектициды, фунгициды и др.), что способствует уменьшению вредного влияния на окружающую среду [4].

Следует отметить, что из всех сельскохозяйственных культур выращивание винограда лидирует по пестицидной нагрузке и как следствие, загрязнению окружающей среды. Во многом это связано с многократной обработкой винограда с целью защиты от многочисленных вредителей и болезней. Наиболее часто встречающимися грибными болезнями винограда в условиях степной зоны Нижнего Поволжья являются: милдью, оидиум и серая гниль (Рисунок 1).

Возбудитель милдью – гриб *Plasmopara viticola*, поражает сначала листья и паразитирует преимущественно на виноградной лозе. При этом пораженные листья, стебли и грозди винограда имеют беловато-серый налет, похожий на золу. В дальнейшем милдью распространяется повсеместно в течение всего периода вегетации, особенно быстро в условиях повышенной влажности.



а) милдью



б) оидиум



в) серая гниль

Рисунок 1. Основные виды грибных болезней винограда в условиях степной зоны Нижнего Поволжья

Возбудитель оидиума – гриб *Uncinula necator*, который также как и милдью имеет повсеместное распространение в течение всего периода вегетации, поражая вначале побеги и листья растения, а затем и генеративные органы. Развивается на винограде в условиях сочетания теплой погоды с повышенной влажностью.

Возбудитель серой гнили – гриб *Botrytis cinerea* наиболее вредоносен в условиях излишней влажности. Данное заболевание поражает плоды и способно быстро уничтожить урожай винограда.

Данные виды болезней приводят к снижению качества винограда и значительным потерям урожая. Важными условиями получения высоких урожаев и качественного винограда являются: устойчивый сортимент, здоровая фитосанитарная обстановка и благоприятные погодные условия [7].

В отличие от традиционной технологии выращивания винограда с использованием глубокой вспашки земли, применением минеральных, химических (синтетических) удобрений, а также химических средств защиты растений от вредителей и болезней, в органическом земледелии плодородие почвы обеспечивают использование сидератов и органических удобрений (предпочтительно в компостированном виде), применение эффективных микроорганизмов и мульчирование почвы. После заделки сидератов (например, бобовые культуры, горчица, озимый рапс) почвенные микроорганизмы перерабатывают массу растений с почвенными минералами, образуя питательный гумус.

Для борьбы с различными болезнями и вредителями винограда могут применяться как химические, так и органические средства защиты растений (Таблица 1). При интенсивном использовании химических средств защиты по традиционной технологии выращивания винограда наносится непоправимый вред окружающей среде (в том числе почве и водоемам), а также происходит накопление тяжелых металлов и остатков пестицидов в самой продукции. В органическом производстве вместо пестицидов обработка винограда проводится с использованием биопрепаратов, которые способствуют получению экологически чистой продукции, повышению плодородия почвы за счет сохранения энтомофауны и представителей почвенной биоты, а также позволяют сохранить благоприятное состояние водоемов [1].

Не менее важным условием при выращивании винограда является климат. В степной зоне Нижнего Поволжья преобладает сухой климат. Малое количество осадков в период вегетации препятствуют развитию грибных болезней и позволяет свести к минимуму количество обработок винограда. В органическом производстве достаточно 3-4 раза проводить обработку винограда для надежной защиты от грибных заболеваний, в отличие от традиционного производства, при котором опрыскивание винограда проводится 12-14 раз в течение всего периода вегетации [3].

Таблица 1 – Основные препараты, применяемые для защиты винограда от болезней и вредителей при традиционной и органической технологиях

Традиционная технология	Органическая технология
борьба с грибными болезнями	
Против оидиума – сера, триазолы, стробилурины и др. Против милдью и антракноза – препараты меди, стробилурины и др. Против серой гнили – триазолы, стробилурины и др.	Против оидиума – сера, препараты сенной палочки, комбинированные биопрепараты. Против милдью – бордосская смесь, препараты сенной палочки, комбинированные биопрепараты. Против серой гнили – препараты сенной палочки, комбинированные биопрепараты.
В борьбе против гроздовой листовертки используют инсектициды (ФОС, пиретроиды, неоникотиноиды и др.)	Для контроля численности гроздовой листовертки применяется биометод (липидоцид, энтомофаг дибрахис).
Против клещей – акарициды или инсектоакарициды.	Против клещей проводится расселение метасейулюса, применяются биологические препараты на основе штаммов микроорганизмов (<i>Bacillus thuringiensis</i> и др.), зеленое мыло, масло кориандра посевного, тмина, аниса, душицы, эвкалипта.

Необходимо также отметить, что, например, формирование устойчивого сортимента является одним из наиболее эффективных приемов защиты, обеспечивающих устойчивость винограда к многочисленным болезням. При производстве органического винограда целесообразно применять наиболее устойчивые сорта региональной селекции, которые адаптированы к местным агроклиматическим условиям. В Нижнем Поволжье к таким сортам относятся Амурский Прорыв, Триумф, Оберлин Нуар и др. Данные сорта рекомендованы для выращивания органического винограда, так как обладают высокой комплексной устойчивостью к болезням [5].

Таким образом, адаптация органических технологий защиты технических сортов винограда в засушливых условиях Нижнего Поволжья как альтернатива традиционным технологиям является наиболее перспективным направлением, способствующим получению экологически чистого и качественного винограда, сохранению почвенного плодородия и улучшению экологического состояния сельских территорий.

Список источников

1. ГОСТ 33980-2016 «Продукция органического производства. Правила производства, переработки, маркировки и реализации» URL: <https://protect.gost.ru>.
2. Проект «Органическое сельское хозяйство – новые возможности. Система и практики ответственного землепользования, устойчивого развития сельских территорий», 2021 г. URL: <https://soz.bio/sbornik-materialov-po-organicheskomu/>.
3. Перспективы развития виноградарства и виноделия в Нижневолжском регионе / А. С. Овчинников, В. В. Бородычев, М. Ю. Храбров, В. М. Гуренко // Известия Нижневолжского

агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2015. – № 1(37). – С. 6-13.

4. Раджабов, А. К. Состояние и перспективы развития виноградарства, включая питомниководство / А. К. Раджабов, Н. П. Мишуров, Т. А. Щеголихина; Научный аналитический обзор. – Москва: Российский научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса, 2019. – 92 с.

5. Рязанцев, Н.В. Устойчивость винограда к вредным организмам в степной зоне Нижнего Поволжья / Н. В. Рязанцев, Ю. Б. Рябушкин, И. Д. Еськов // Защита и карантин растений. – 2019. – № 7. – С. 41-43.

6. Постановление Правительства РФ от 4 декабря 2021 г. № 2196 «Об утверждении Правил предоставления и распределения субсидий из федерального бюджета бюджетам субъектов Российской Федерации на стимулирование развития виноградарства и виноделия» URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202112090012>.

7. Методические рекомендации по выращиванию технических сортов винограда в системе органического сельского хозяйства на примере КФХ Д.В. Шелаев, Республика Крым URL: <https://soz.bio/metodicheskie-rekomendacii-po-vyrashhi/>.

© Сидельникова М.В., Рязанцев Н.В., 2022

Научная статья
УДК 631:633

Болезнеустойчивость и продуктивность козлятника восточного при применении биопрепаратов

Альбина Арсеновна Сабанова

Горский государственный аграрный университет,
г. Владикавказ

Хасан Тотрбекович Плиев

Горский государственный аграрный университет,
г. Владикавказ

Диана Олеговна Дзарахохова

Санкт-Петербургский государственный экономический университет,
г. Санкт-Петербург

Аннотация. В статье приведены результаты влияния биопрепаратов на болезнеустойчивость и продуктивность козлятника восточного в условиях лесостепной зоны РСО-Алания. Определены препараты, способствующие максимальному повышению болезнеустойчивости и продуктивности козлятника восточного.

Ключевые слова: козлятник восточный, болезни, биопрепараты, зеленая масса, урожайность

Disease resistance and productivity of the Eastern goat when using biological products

Albina Arsenovna Sabanova

Gorsky State Agrarian University,
Vladikavkaz,

Hassan Totrbekovich Pliev

Gorsky State Agrarian University,
Vladikavkaz,

Diana Olegovna Dzarakhokhova

St. Petersburg State University of Economics, Saint Petersburg

Annotation. The article presents the results of the influence of biological products on the disease resistance and productivity of the Eastern goat in the conditions of the forest-steppe zone of the Republic of Alania. The preparations contributing to the maximum increase in disease resistance and productivity of the eastern goat are identified.

Keywords: eastern goat, diseases, biological products, green mass, yield

Важным биологическим резервом адаптивной интенсификации сельскохозяйственного производства являются многолетние бобовые травы, которые оказывают существенное влияние не только на сохранение и воспроизводство плодородия почв, значительную экономию энергетических и трудовых ресурсов и качественное улучшение состояния окружающей среды, но и являются наиболее эффективным источником дешевых высокопитательных кормов для животноводства [2, 11].

Стимулом к биологизации растениеводства служит также нарастающее в мире беспокойство постоянно расширяющимся и все менее контролируемым использованием химических пестицидов, особенно в развивающихся странах, странах с переходной экономикой и слаборазвитых [5, 8].

Бобовые травы оздоравливают почву, освобождая её от вредных и способствуя развитию полезных микроорганизмов. Многолетние бобовые травы являются одним из основных факторов биологизации земледелия, значение которого неизмеримо возрастает в современных условиях, когда баланс гумуса большинства почв в последние годы складывается неблагоприятно, что может иметь тяжёлые последствия для земледелия уже в недалёком будущем [7, 10].

Современное состояние растениеводства все больше заставляет ученых и практиков обращать внимание на изучение биопрепаратов при возделывании многолетних бобовых трав [1, 4].

Механизмы положительного влияния биопрепаратов на растения разнообразны и достаточно мобильны. Наиболее важное значение из них имеют: фиксация атмосферного азота, стимуляция роста и развития растений, подавление развития фитопатогенов, улучшение питания растений, повышение устойчивости их к стрессовым условиям [6, 12].

Для совершенствования бактериальных биопрепаратов против фитопатогенных грибов необходимо разрабатывать технологию применения биопрепарата в зависимости от вида взаимоотношений гриба и растения. Привлекательна технологичность этих микроорганизмов, как при производстве, так и при применении биопрепаратов, а также селективность их действия и экологическая безопасность [3, 9].

Важным способом повышения продуктивности кормовых трав является внедрение в технологии их возделывания препаратов полифункционального действия.

В России на национальном рынке биотехнологической продукции микробиологические средства защиты растений составляют всего 1%.

Наряду с бактериальными препаратами в последнее время в мировой практике все шире применяется искусственное регулирование роста и развития растений за счет экзогенного воздействия на них полученными промышленным способом физиологически активными веществами – регуляторами роста.

В связи с вышеизложенным цель исследований заключалась в изучении влияния различных биопрепаратов на болезнеустойчивость и продуктивность козлятника восточного в условиях лесостепной зоны РСО-Алания.

Для решения поставленной цели был заложен полевой опыт с козлятником восточным сорта Гале в на лугово-черноземных почвах данной зоны.

Объектом исследований были: ризоторфин (ВНИИСХМ г. С.-Петербург), микробный препарат на основе ассоциативных бактерий Мизорин и биопрепарат Альбит.

Семена козлятника восточного сорта Гале перед посевом инокулировали биопрепаратами: ризоторфином (штамм 14-W) (0,6 кг на гектарную норму семян), мизорином (600 г на

гектарную норму семян), их смесью (ризоторфин (0,3 кг) + мизорин (300 г)) и альбитом (40 мл/т семян).

Семена козлятника восточного имеют твердую оболочку. Поэтому их перед посевом необходимо скарифицировать. Для этого мы пропустили семена через клеверотёрку. После этого проводили инокуляцию биопрепаратами. Обработка семян проводилась под навесом для исключения попадания прямых солнечных лучей.

Учет болезней растений козлятника восточного проводили по методике ВИЗР (Всероссийский институт защиты растений);

Учет урожайности зеленой массы проводили сплошным методом с учетной площади делянки.

Исследования показали (табл. 1), что устойчивость растений козлятника восточного против возбудителей заболеваний существенно зависела от применяемого препарата.

В начале вегетации козлятника восточного (1 учет - 25 июня) наблюдались две болезни – бурая пятнистость и мозаика. В наибольшей степени были поражены растения контрольного варианта: 70% бурой пятнистостью при 1-2 баллах поражения и 6,0% - мозаикой. Бурой пятнистостью также сильно был поражен вариант 2 (ризоторфин), где распространенность болезни составила 50%. Наименьшим развитие бурой пятнистости и мозаики было в вариантах, где применялись препараты мизорин, альбит и смесь ризоторфина с мизорином. Здесь при отсутствии мозаики на 4 варианте (альбит) и 2 % на 3,5 вариантах, бурая пятнистость была на уровне 25%, 15% и 20% соответственно.

При проведении 2-го учета (25 июля), в середине вегетации сложившиеся климатические условия благоприятствовали развитию наряду с бурой пятнистостью и мозаикой еще антракноза и аскохитоза. Как и в предыдущий учет, наиболее пораженным был контрольный вариант - бурой пятнистостью были поражены все растения. Аскохитоз поразил 40% посевов, мозаика и антракноз – 35% растений.

Анализируя данные мониторинга, можно отметить также, что бурая пятнистость поражает все растения всех вариантов. При этом наименее пораженным были 4 и 5 варианты с показателями 30% и 40% соответственно.

Ростстимулирующий и фунгистатический эффект альбита и мизорина с ризоторфином оказали эффект. В случае с мозаикой, как и в 1-ый учет, варианты 1,2 оказались наиболее пораженными – 35 %, остальные варианты были на 15-20% ниже.

Устойчивость к антракнозу проявили те же варианты (3,4,5) – 15 % при 1-2 баллах развития. Наименее устойчивым к аскохитозу оказался контрольный вариант – 40%. Самым устойчивым вариант с применением альбита (4), где возбудитель болезни подавлялся полностью.

Поражаемость болезнями отразилась на урожайности зеленой массы козлятника восточного и изменялась в зависимости от вида применяемого биопрепарата и колебалась от 28,1 до 37,6 т/га (табл. 2). Сравнивая действие биопрепаратов между собой, необходимо отметить, преимущество альбита перед ризоторфином и мизорином на 4,1 и 5,3 т/га. Применение смеси препаратов (ризоторфин+мизорин) была более эффективной, чем их раздельное применение.

Так инокуляция семян ризоторфином и мизорином дала прибавку урожая 4,2 и 5,4 т/га соответственно. В лучших вариантах (при обработке семян альбитом и смесью биопрепаратов) прибавки оказались более высокими – 7,3 и 9,5 т/га соответственно. Самую большую прибавку дал 4 вариант – 9,5 т/га или 33,8% с применением альбита.

Таблица 1 – Поражаемость болезнями козлятника восточного при использовании биопрепаратов

№	Варианты	Пораженность болезнями, %							
		1-ый учет		2-ой учет					
		бурая пятнистость	мозаика	бурая пятнистость	мозаика	антракноз	аскохитоз		
1.	Контроль	70/1-2	6,0	100/1-2	35,0	35/2	40/1-2		
2.	Ризоторфин	50/1-2	6,0	100/1-2	35,0	30/1-2	35/1-2		
3.	Мизорин	25/1	2,0	50/1-2	20,0	15/1-2	15/1-2		
4.	Альбит	15/1	0,0	30/1-2	15,0	15/1	0/0		
5.	Ризоторфин+ Мизорин	20/1	2,0	40/1-2	20,0	15/1-2	15/1		

*Примечание: в числителе – распространенность болезни, %;
в знаменателе – балл поражения.*

Таблица 2 – Влияние биопрепаратов на урожайность зеленой массы козлятника восточного, т/га

№	Варианты	Урожайность зеленой массы, т/га	Прибавка	
			т/га	%
1	Контроль	28,1	–	–
2	Ризоторфин	32,3	4,2	15,0
3	Мизорин	33,5	5,4	19,2
4	Альбит	37,6	9,5	33,8
5	Ризоторфин + Мизорин	35,4	7,3	26,0
	НСР ₀₅	1,07		

Таким образом, можно заключить, что инокуляции семян перед посевом козлятника восточного биопрепаратами повышала устойчивость растений к бурой пятнистости, мозаике, аскохитозу и антракнозу на 70%, 20%, 20%, 100% соответственно. Максимальную урожайность зеленой массы обеспечили альбит и смесь ризоторфина с мизорином – 37,6 и 35,4 т/га.

Список источников

1. Алборова, П.В. Влияние минеральных и бактериальных удобрений на рост, развитие и поражаемость болезнями донника желтого // Инновационные технологии производства. – Владикавказ, 2021. – С. 5-7.
2. Базаева, Л.М. Энтомология. – Владикавказ: ГГАУ, 2021. – 36 с.
3. Босиева, О.И. Загрязненность почв - антропогенный фактор деградации // Инновационные технологии производства. – Владикавказ, 2019. – С. 105.
4. Козырев, А.Х. Влияние предпосевной обработки семян гороха на поражаемость болезнями // Инновационные технологии производства и переработки с.х. продукции. – Владикавказ, 2019. – С. 13-15.
5. Кокоев, Х.П. Эффективность применения биопрепаратов при возделывании гороха // Известия Горского ГАУ. – 2018. Т. 55-4. – С. 42-47.
6. Сабанова, А.А. Микробиология и иммунология. – Владикавказ: ГГАУ, 2021. – 112 с.
7. Фарниев, А.Т. Азотфиксирующая активность и продуктивность козлятника восточного // Известия Горского ГАУ. – 2014. Т. 51-3. – С. 66-71.
8. Ханаева, Д.К. Биологические средства защиты растений. – Владикавказ: ГГАУ, 2022. – 80 с.
9. Bekuzarova, S.A. Current method in the selection of legume grasses // IOP Conf. Series: Earth and Envir. Science. – Krasnoyarsk, 2021. – P. 042003.
10. Farniev, A.T. Natural growth and development stimulants of Lucerne plants // IOP Conf. Series: Earth and Envir. Science. – Omsk City, 2021. – P. 012005.
11. Kozyrev, B.A. Land fund and its use in agricultural production in the Russian Federation // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – Dushanbe, 2022. – P. 012085.
12. Tsoraeva, E.N. Rational use of land resources: regional aspect // E3S Web of Conferences: 22. – Voronezh, 2021. – P. 03018.

Ясеновая изумрудная узкотелая златка: новая угроза насаждениям Среднего Поволжья

Екатерина Сергеевна Сергеева

Балашовский институт (филиал) ФГБОУ ВО «Саратовский национальный
исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского»,
г. Балашов

Аннотация. Распространение инвазионных видов является одной из серьезных угроз здоровью человека, его хозяйственной деятельности, а также существованию экосистем. Ясеновая изумрудная узкотелая златка в настоящее время является самым опасным стволовым вредителем ясеневых насаждений на территории европейской части России. Появление златки в Поволжье приведет к уничтожению насаждений *Fraxinus pennsylvanica* Marsh.

Ключевые слова: ясеновая изумрудная узкотелая златка, ясеня, угроза насаждениям

Agrilus planipennis: a new threat to the plantations of the Middle Volga region

Ekateina Sergeevna Sergeeva

Balashov Institute (branch) of the Saratov National Research State University named after
N.G. Chernyshevsky,
Balashov

Abstract. The spread of invasive species is one of the serious threats to human health, its economic activity, as well as the existence of ecosystems. The ash emerald narrow-bodied golden moth is currently the most dangerous stem pest of ash plantations in the European part of Russia. The appearance of the borer in the Volga region will lead to the destruction of plantations of *Fraxinus pennsylvanica* Marsh.

Keywords: Emerald ash borer, ash, threat to plantings

Наращение процессов глобализации экономик привело к перемещению вместе с транспортом множества видов живых организмов. Некоторые из них успешно акклиматизируются на новом месте за пределами естественного ареала. Попадая в новые экосистемы и не испытывая воздействия регулирующих численность организмов (хищников, паразитоидов и патогенов), такие виды нередко становятся опасными вредителями. Распространение инвазионных видов является одной из серьезных угроз здоровью человека, его хозяйственной деятельности, а также существованию экосистем. Ясеновая изумрудная узкотелая златка (ЯИУЗ) – *Agrilus planipennis* Fairmaire, 1888 (Coleoptera: Buprestidae) – высокоагрессивный ксилофильный вид, происходящий из Северо-Восточной Азии. Она способна поселяться даже на здоровых деревьях, приводя к их гибели, поэтому распространение ясеневой златки приносит огромные убытки. Важными прикладными задачами являются изучение распространения ясеневой златки, ее биологии на различных частях инвазионного ареала, выявление естественных врагов и методов борьбы [13].

В настоящее время ЯИУЗ является самым опасным стволовым вредителем ясеневых насаждений на территории европейской части России. К кормовым растениям *A. planipennis* относятся разные виды ясеней (*Fraxinus*). На своей родине в Северо-Восточной Азии златка является вторичным потребителем отмирающих экземпляров восточно-азиатских видов ясеней *F. chinensis* и *F. mandshurica*. Здоровые деревья этих видов устойчивы к вредителю и случаев значительного вреда на территории основного ареала не зарегистрировано. В инвазивном ареале ЯИУЗ заселяет и повреждает ясени в лесах и городских ясеневых насаждениях [19]. На Северо-Американском континенте устойчивых к златке видов ясеней не

найденно. Эксперименты показали, что все три вида европейских ясеней (*F. excelsior*, *F. angustifolia* и *F. ornus*) также могут поражаться златкой [2].

Основной вред наносят личинки, они прогрызают опоясывающие туннели в слоях флоэмы и камбия, что в случае значительных повреждений приводит к гибели деревьев из-за нарушения транспорта питательных веществ [20]. Ясени являются важным компонентом лесных экосистем и культурных ландшафтов, поэтому вторжение ЯИУЗ имеет серьезное экологическое воздействие на структуру леса и биоразнообразие лесных организмов.

В европейской части России ЯИУЗ впервые была обнаружена в Москве в 2003 г., однако результаты дендрохронологического анализа показали, что появление вредителя приходится на 1992 г. [3]. На протяжении последующих десяти лет основные исследования касались Москвы и ее окрестностей, так как считалось, что златка не проникла в другие регионы. Однако, проведенные в 2012-2013 гг. обследования показали, что златка уже не только проникла в соседние регионы: Тверскую, Калужскую, Тульскую и Смоленскую области, но и образовала отдельные очаги в Орловской и Воронежской областях [9]. В 2014 г. златка впервые регистрировалась в отдельных ясеневых насаждениях Тамбовской, Ярославской, Брянской областей, таким образом распространившись практически по всем регионам ЦФО [10]. В 2020 году очаги *A. planipennis* были выявлены в окрестностях Санкт-Петербурга [18].

В Нижнем Поволжье ЯИУЗ регистрируется с 2018 г., когда был обнаружен удаленный анклав в окрестностях Волгограда [17]. Позднее, в 2020 г. *A. planipennis* была найдена на севере Астраханской области [18].

Активно ЯИУЗ распространяется и в южном направлении. В 2019 году сделана первая находка в Луганской области, в 2021 году зарегистрирована в Ростовской области (г. Азов) [16]. Исследования 2022 года показали, что златка широко расселилась по территории севера Краснодарского края [11].

Таким образом, к 2022 г. ЯИУЗ распространилась во многих регионах европейской части России от Ленинградской области на севере до Краснодарского края на юге, образовав крупный фрагмент вторичного ареала и несколько удаленных анклавов. В тоже время продвижение в западном и восточном направлении от Москвы не столь значительны.

В Поволжье ЯИУЗ пока зарегистрирована только несколькими анклавами. В Верхнем Поволжье она найдена в Ярославле [10], в Нижнем Поволжье в Волгоградской и Астраханской областях [16]. В остальных регионах и в Среднем Поволжье златка пока не обнаружена. Однако, хотя расселение этого инвайдера относительно хорошо задокументировано, часто первые находки вида в регионах происходят через несколько лет после появления ЯИУЗ, когда уже успели сформироваться устойчивые популяции.

Проводимые нами в 2021-2022 гг. исследования были направлены на уточнение восточной границы распространения златки в Тамбовской, Воронежской и Волгоградской областях и оценку ее популяционных показателей. В ходе работ было установлено продолжение продвижения златки на восток. Граница распространения златки примерно соответствует трассе Р22 «Каспий» на участке от Тамбова до Борисоглебска. Также ЯИУЗ была обнаружена в Урюпинском районе Волгоградской области [4;5].

Для изучения вредоносности был проведен учет численности вредителя в 7 ясеневых насаждениях, пораженных ЯИУЗ (таблица 1).

Плотность поселений личинок в отдельных насаждениях достигала 3,2–5,0 экз./дм², а плотность летных отверстий колебалась от 1 до 2 шт./дм. Максимальные значения плотности личинок отмечены в насаждениях Братки I, Братки II, Новомакарово. В остальных насаждениях средняя плотность была меньше единицы. Наименьшая плотность личинок отмечена в окрестностях Таволжанки, Плотность популяций сопоставима с литературными данными по регионам с наблюдающимися вспышками размножения и активного расселения ЯИУЗ [8].

Таблица 1 – Характеристика местоположения и типа обследованных ясеневых насаждений

Название насаждения	Координаты	Тип насаждения	Доля заселенных деревьев, %	Коэффициент санитарного состояния
<i>Терновский район (Тамбовская область)</i>				
Братки I	51,580331 СШ 41,457668ВД	полезащитная лесополоса	92	3,64
Братки II	51,576137 СШ 41,448890 ВД	полезащитная лесополоса	84	3,08
Костино	51,359899 СШ 41,417871 ВД	полезащитная лесополоса	52	1,64
<i>Анинский район (Воронежская область)</i>				
Новомакарово	51,453962 СШ 41,250381 ВД	полезащитная лесополоса	100	4,4
<i>Грибановский район (Воронежская область)</i>				
Листопадовка	51,359899 СШ 41,417871 ВД	придорожная лесополоса	32	1,4
Тихвинка	51,366338 СШ 41,457571 ВД	полезащитная лесополоса	20	1,3
Таволжанка	51,302029 СШ 41,626758 ВД	полезащитная лесополоса	16	1,3

Развитие вредителя привело к гибели значительной части ясеней в насаждениях на западе обследуемого района. Насаждения Новомакарово Братки I относятся к категориям усыхающих, Братки II являются сильно ослабленными. В насаждении Новомакарово отсутствуют здоровые деревья и много сухостойных деревьев, оно практически погибло. Восточные насаждения являются здоровыми. Такое распределение может свидетельствовать о недавнем вселении вида в насаждения района исследования и постепенном продвижении вида на восток.

Все погибшие ясени относятся к категории свежего сухостоя, их стволах имеются только следы развития златки, следы других вредителей и болезней деревьев не найдены. Учитывая, что ясеневая златка является высокоагрессивным ксилофагом, можно предположить, что именно поселение златки привело к ухудшению состояния насаждений и гибели деревьев [1].

Таким образом, златка продолжает свою инвазию на восток европейской части России. В некоторых случаях от выявленных популяций златки до границы регионов Среднего Поволжья остается не более 40-80 км. В результате исследований установлено, что златка распространение златки от Москвы происходило со скоростью от 16 до 24 км в год [12], таким образом, инвазия в регионы Среднего Поволжья может начаться через 2-5 лет. Более высокая скорость распространения отмечена в тех случаях, когда на территории, которую она преодолевает, ясеня встречается часто. Например, вдоль дорог или полей, около которых созданы защитные полосы с участием ясеня, образующие коридоры, способствующие расселению златки. Такие коридоры существуют в Воронежской и Волгоградских областях, где ясеня широко встречается в составе защитных полос, поэтому велика вероятность проникновения златки в Саратовскую область с запада путем самостоятельных разлетов. В более северных регионах ясеня встречается значительно реже, поэтому здесь наиболее вероятным способом расселения златки будет являться непреднамеренный завоз, а самостоятельное расселение будет происходить медленнее. Экспериментально показано, что жуки златки могут проехать на автомобиле в течение 30 мин порядка 20 км [12].

На скорость распространения ЯИУЗ оказывают влияние численность и встречаемость ясеней – кормовых растений инвайдера. В естественных условиях в европейской части России

повсеместно отмечается предпочтение златкой интродуцированного из Северной Америки ясеня пенсильванского (*F. pennsylvanica*), повреждения местного европейского вида ясеня обыкновенного (*F. excelsior*) отмечаются заметно реже [4;8]. Ясень пенсильванский широко используется в озеленении, поэтому ожидается в первую очередь повреждение его искусственных насаждений, в том числе и зеленых городских насаждений. Уничтожение этих насаждений окажет влияние на условия произрастания сельскохозяйственных культур и может привести к снижению их продуктивности; в населенных пунктах будет нарушена сложившаяся структура древесных насаждений улиц, скверов и парков, что отразится на условиях проживания и отдыха населения. Восточная граница распространения ясеня зеленого в Среднем Поволжье проходит практически вдоль Волги [7], а наибольшие площади древостои ясеня зеленого занимают в Саратовской (4,22%) и Самарской (2,13%) областях, в остальных регионах доля ясеневых лесов незначительна [6]. Поэтому вселений инвайдера в Саратовскую и Самарскую области заметно отразится на структуре и состоянии лесного фонда. Во всех регионах вторжение ЯИУЗ приведет к повреждению отдельных ясеней и ясеневых насаждений в пределах ООПТ.

Малоизучен вопрос продолжительности развития ЯИУЗ в разных регионах России. Развитие ЯИУЗ занимает один или два года, продолжительность развития определяется температурными условиями. В Центральной России развитие проходит за два года, но в южных регионах европейской части России жизненный цикл, возможно, занимает один год, что должно увеличивать скорость распространения и вредоносность вредителя [14;15].

ЯИУЗ является очередным инвайдером, расселяющимся по территории европейской части России. Высокая агрессивность и вредоносность вида делает его одним из наиболее опасных вредителей, поэтому необходимо проводить мониторинг распространения ЯИУЗ, который из-за особенностей расселения вредителя должен охватывать всю территорию регионов. До настоящего времени в России не внедрена надежная система защиты ясеневых древостоев, что затрудняет борьбу с ясеневой златкой.

Список источников

1. Баранчиков Ю.Н., Серая Л. Г. О современном вторичном ареале восточноазиатского инвайдера – ясеневой узкотелой златки *Agrilus planipennis* Fairmaire (Coleoptera: Vuprestidae) в Европе // Совет ботанических садов стран СНГ при международной ассоциации академий наук. Информационный бюллетень. – М. : ООО «Научтехлитиздат», 2018. – Вып. 10. – С. 30–33.
2. Баранчиков Ю.Н., Серая Л.Г., Гринаш М.Н. Все виды европейских ясеней неустойчивы к узкотелой златке *Agrilus planipennis* Fairmaire (Coleoptera, Vuprestidae) – дальневосточному инвайдеру // Сибирский лесной журнал. – 2014. – № 6. – С. 80–85.
3. Баранчиков Ю.Н. Серая Л.Г., Демидко Д.А. Инвазийный вредитель ясеней златка *Agrilus planipennis* Fairmaire на южной границе своего вторичного ареала // Современная лесная наука: проблемы и перспективы. Материалы Всероссийской научно-практической конференции 20–22 декабря 2017 года. – Воронеж: Истоки, 2017. – С. 149–153.
4. Володченко А.Н. Новые данные о юго-восточной границе инвазионного ареала *Agrilus planipennis* (Coleoptera: Vuprestidae) в европейской части России // Российский журнал биологических инвазий. 2022. Т. 15. № 3. С. 69-78.
5. Володченко А.Н., Сергеева Е.С. Ясеневая изумрудная узкотелая златка *Agrilus planipennis* Fairmaire (Coleoptera: Vuprestidae) на юго-восточной границе европейского ареала // XVI съезд Русского энтомологического общества. Москва, 22–26 августа 2022 г. Тезисы докладов. Москва : Т-во научных изданий КМК, 2022. – С. 127.
6. Володькина О.А., Володькин А. А. Ясень обыкновенный – компонент сохранения биологического разнообразия лесов // Рациональное природопользование и биоразнообразие экосистем. – Пенза: РИО ПГАУ, 2020. – С. 20–42.
7. Истомина, Е.Ю. Восточная граница ареала ясеня обыкновенного в цен-тральной части Приволжской возвышенности / Е.Ю. Истомина, Т.В. Горбушина // Экология и география растений и растительных сообществ Среднего Поволжья. – Тольятти, 2011. – С. 292-297.

8. Мешкова В.Л., Кучерявенко Т.В., Скрыльник Ю.Е., Зинченко О.В., Борисенко А.И. Начало расселения *Agrilus planipennis* Fairmaire (Coleoptera: Buprestidae) на территории Украины // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2021. Вып. 236. С. 163–184.
 9. Орлова-Беньковская М.Я. Резкое расширение ареала инвазивного вредителя ясеня, *Agrilus planipennis* Fairmaire, 1888 (Coleoptera, Buprestidae), в европейской части России // Энтомологическое обозрение. 2013. Т. 92. Вып. 4. С. 710-715.
 10. Орлова-Беньковская М.Я. Ясени девяти областей центральной России гибнут из-за ясеновой изумрудной узкотелой златки // // Защита и карантин растений. 2014. № 1. С. 32–34.
 11. Щуров В. И. Ситуация с инвазией ясеновой изумрудной узкотелой златки в Краснодарском крае по итогам 2–3 кварталов 2022 года <http://www.uooptkk.ru/wp-content/uploads/2022/10/2022-1.pdf>.
 12. Ясеновая узкотелая изумрудная златка – распространение и меры защиты в США и России / под общ. ред. Ю. Гниненко. – Пушкино: ВНИИЛМ, 2016. – 120 с.
 13. Chamorro M. L., Volkovitsh M.G., Poland T.M. [et al.]. Preimaginal Stages of the Emerald Ash Borer, *Agrilus planipennis* Fairmaire (Coleoptera: Buprestidae): An Invasive Pest on Ash Trees (*Fraxinus*) // PLoS ONE. –2012. – Vol. 7, iss 3. – S. 1–12
 14. Orlova-Bienkowskaja M.J., Bienkowski A. O. The life cycle of the emerald ash borer *Agrilus planipennis* in European Russia and comparisons with its life cycles in Asia and North America // Agric. For. Entomol. – 2015. – Vol. 18. P. 182–188.
 15. Orlova-Bienkowskaja M.J., Bienkowski A.O. Minimum Winter Temperature as a Limiting Factor of the Potential Spread of *Agrilus planipennis*, an Alien Pest of Ash Trees, in Europe // Insects. 2020. Vol. 11. № 4:258. P. 1–11.
 16. Orlova-Bienkowskaja, M.J.; Bienkowski, A.O. Southern Range Expansion of the Emerald Ash Borer, *Agrilus planipennis*, in Russia Threatens Ash and Olive Trees in the Middle East and Southern Europe. *Forests*. 2022, 13, 541.
 17. Orlova–Bienkowskaja M.J., Drogvalenko A.N., Zabaluev I.A., Sazhnev A.S., Peregudova E.Y., Mazurov S.G., Komarov E.V., Struchaev V.V., Martynov V.V., Nikulina, T.V., Bienkowski A.O. Current range of *Agrilus planipennis* Fairmaire, an alien pest of ash trees, in European Russia and Ukraine // *Ann. For. Sci.* 2020. Vol. 77. P. 1–14.
 18. Volkovitsh M.G., Bienkowski A.O., Orlova-Bienkowskaja M.J. Emerald Ash Borer Approaches the Borders of the European Union and Kazakhstan and Is Confirmed to Infest European Ash // *Forests*. 2021. Vol. 12. № 6. P. 691.
 19. Volkovitsh, M.G., Orlova-Bienkowskaja V.J., Bienkowski A.O. Emerald Ash Borer Approaches the Borders of the European Union and Kazakhstan and Is Confirmed to Infest European Ash // *Forests*. – 2021. – Vol. 12, № 6. – P. 1–14.
 20. Wang X.-Y., Yang Z.-Q., Gould J. R. [et al.]. The Biology and Ecology of the Emerald Ash Borer, *Agrilus planipennis*, in China // *Journal of Insect Science*. – 2010. – Vol. 10, № 128. – P. 1–23.
- © Сергеева Е.С., 2022

Научная статья
УДК 632.51:633.15

Совершенствование возделывания томатов в условиях защищённого грунта остеклённых теплиц Энгельского района

Е.О. Сидоров, В.В. Дубровин

Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии
и инженерии имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов

Аннотация. В статье представлены результаты исследования по изучению основных элементов сортовой агротехники возделывания гибридов F₁ томата (Силуэт, Мелодия и Пандароза) с применением различных стимуляторов роста. На основании проведенных исследований можно рекомендовать в производство микробиологический препарат БисолбиСан, Ж для обработки семян. Продолжить исследования различных стимуляторов роста и внедрение наиболее продуктивных крупноплодных гибридов томата.

Ключевые слова: гибриды томата, стимуляторы роста, теплицы, энергия прорастания, всхожесть, биометрические показатели, фитосанитарного оценка

Improvement of tomato cultivation in protected ground conditions in glazed greenhouses of the Engels district of Saratov region

E.O. Sidorov, V.V. Dubrovin

Saratov State University of genetics, biotechnology and engineering
named after N.I. Vavilov, Saratov

Abstract. The article presents the results of a study on the study of the main elements of varietal agrotechnics of cultivation of F₁ tomato hybrids (Silhouette, Melody and Pandarosa) using various growth stimulants. Based on the conducted studies, the microbiological preparation BisolbiSan, W (Bacillus subtilis strain Ч-13) for seed treatment can be recommended for production. To continue research on various growth stimulants and the introduction of the most productive large-fruited tomato hybrids.

Keywords: tomato hybrids, growth stimulants, greenhouses, germination energy, germination, biometric indicators, phytosanitary assessment

Введение. Общая мировая тенденция развития овощеводства – быстрое нарастание объемов производства овощей. В конце 20-го века в мире было произведено около 517 млн. т овощных и бахчевых культур. За двадцать лет их производство увеличилось более чем в 2 раза – до 1,136 млрд т. За этот период производство овощных и бахчевых культур в России увеличилось только на 48,9% – с 10,4 до 15,5 млн. т. На долю защищенного грунта пришлось только 8,8% или 1183,0 тыс. т. [7,10,13,14,15]. В основных принципах государственной политики многих стран по обеспечению здорового питания населения ведущее место занимает поддержка развития овощеводства, продукция которого является мощнейшим регулятором здоровья человека. По данным International Greenhouse Vegetable Production Statistics (2018-2019) общие производственные площади в теплицах под овощными культурами в мире составляют более 414,1 тыс. га [16].

Сегодня, в РФ мы имеем около 2000 га зимних теплиц и производим до 8,0 кг овощей на душу населения. Минимальная научно обоснованная Всемирной организацией здравоохранения норма потребления овощной продукции защищенного грунта должна составлять 13–14 кг на человека в год [6]. Проблема импортозамещения овощных культур, круглогодичного снабжения населения свежими овощами является на сегодня актуальной и трудно решаемой задачей. Применение новейших технологий позволит увеличить объем продукции на душу населения. Новейшие технологии выращивания томата связаны с использованием различных методов и средств, позволяющих увеличить урожайность и качество плодов. Получение биологически чистой продукции возможно при использовании стимуляторов роста и выращивании сортов и гибридов адаптированных к конкретным почвенно-климатическим условиям. В литературных источниках достаточно много данных, подтверждающих огромную положительную роль обработки семян томата микроудобрениями, на прорастание семян также оказывает стимулирующее влияние экзогенное применение регуляторов роста (гиббереллина и ауксина [3,5,12].

Цель исследования - разработка и внедрение в производство технологии выращивания биологически чистой продукции различных гибридов томата в зимних теплицах при

малообъемном способе выращивания. Изучались основные элементы сортовой агротехники возделывания гибридов F₁ томата (Силуэт, Мелодия и Пандароза) с применением различных стимуляторов роста.

Материал и методика исследования. Технология подготовки теплиц соответствовала рекомендациям по выращиванию овощных культур в культивационных сооружениях. Закладка и проведение опытов осуществлялось в соответствии с общепринятыми методиками: рекомендации НИИОХ, методика анализа семян, методика испытания регуляторов роста и развития растений в открытом и защищенном грунте [8,9].

Томат выращивают в асбоцементных трубах диаметром 270 мм, в верхней части трубы сделан продольный разрез, через которое производят заполнение трубы. Наблюдение велось на 4 трубах каждого сорта. Длина трубы составляет 36 метров, расстояние между трубами 120 см. Расстояние между растениями 40 см. В качестве субстрата для культуры в зимне-весенний оборот использовалась минеральная вата фирмы «Гродан» (Голландия). Используемый субстрат относится к типу искусственных инертных субстратов. В трубах укладывают пенопласт, который выравнивают и на него устанавливаются маты с минеральной ватой, подводят капельный полив. Температура и влажность воздуха в теплице фиксировалась термографами и гигрографами. Измерение биометрических показателей (высота растений, диаметр стебля, вегетативная масса, масса корней) проводили по методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [8].

Посевные качества семян определяли по энергии прорастания и всхожести. Энергию прорастания семян томата определяли на 7 день после обработки регуляторами роста, путем подсчета проросших семян. При определении лабораторной всхожести, подсчет нормально проросших семян вели на 14 день проращивания. Оранжевую всхожесть определяли с помощью проращивания семян в ящиках с землей. ГОСТ 12038-84, «Методы определения всхожести» [4]. Оценка фитосанитарного состояния растений в условиях культивационных сооружений проводилась по методике ТСХА (1988).

Пандароза F₁ - гибрид томата с уникальной устойчивостью к растрескиванию и вершинной гнили. Гибрид устойчив к вирусу мозаики томата, вирусу желтой курчавости листьев томата, кладоспориозу, вертициллезному и фузариозному увяданиям, трахеомикозному увяданию и корневой гнили, а также к нематоде.

Мелодия F₁ - гибрид устойчив к фузариозному увяданию (расы 1-2), нематоде, вирусу мозаики томата (штаммы 0-2), вертициллезному увяданию.

Силуэт F₁ - стандартный полудетерминантный гибрид томата. Гибрид устойчив к заболеваниям: ToMV 0-2, V, Fol 1-2, S, SS, (M)

Стимуляторы роста растений, используемые в опыте: Эпин-экстра, Р (24-эпибрассинолид) - синтетический брассиностероид, аналог природного фитогормона, препарат обладает свойствами природного эпибрассинолида, повышает урожайность культур в стрессовых ситуациях и устойчивость к болезням. Микробиологический препарат БисолбиСан, Ж (*Bacillus subtilis* штамм Ч-13 титр не менее 100 млн. КОЕ/мл) препарат ризосферных, азотфиксирующих бактерий предназначенный для улучшения питания овощных, зерновых и технических культур, а также повышения их урожайности. БисолбиСан, Ж улучшает поступление элементов питания в растения, увеличивает всхожесть семян, ускоряет развитие растений, снижает поражаемость растений фитопатогенными микроорганизмами, что существенным образом повышает продуктивность растений [1,2,11].

В годы исследований подготовка теплиц и субстратов осуществлялись ежегодно перед каждой посадкой, и была общепринятой для тепличных хозяйств. Обязательным мероприятием являлись дезинфекция теплиц и субстратов. Посев производился в третьей декаде ноября. Семена обрабатывали стимуляторами роста, все испытываемые препараты применялись в рекомендуемых концентрациях. Обработка семян длилась в течение 3 часов. Контрольный вариант – намачивание семян томата в воде

Расход препарата Эпин-экстра, р составил -1 капля на 100 мл воды.

Для обработки семян томата БисолбиСан, Ж брали 1 мл препарата на 10 мл воды.

Первые 12 дней рассаду выращивали в кассетах, которые устанавливали по середине пролета теплицы и укрывали полиэтиленовой пленкой до появления всходов.

Пикировали в полиэтиленовые горшочки с субстратом. После всходов рассады в кассетах проводили подкормку 0,1%-ным раствором $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$. Концентрация питательного раствора при поливе кассет с сеянцами поддерживалась на уровне 1,8-2,0 мСм/см, а перед пикировкой – 2,2 мСм/см. После пикировки концентрация питательного раствора составляла 2,4-2,5 мСм/см, которую постепенно увеличивали до 3,0-3,5 мСм/см.

Досвечивание осуществлялось лампами Рефлакс 600, ДРИ-2000б. Лампы устанавливали из расчета 120 Вт/м, располагали в 2 ряда на расстоянии друг от друга 1 м, высота составляла 0,9 м. В течение 4-5 дней после посева температуру воздуха в теплице поддерживали на уровне 27-28°C, а затем снижали до 21-23°C. Относительная влажность воздуха в этот период составляла 70-75%.

К моменту высадки рассады на постоянное место растения имели по 7-8 настоящих листьев. Во время высадки проводилась выбраковка растений.

Уход за растениями после высадки на постоянное место включал в себя подвязывание растений на шпагат, формирование растений, удаление отмерших и пожелтевших листьев, защиту растений от болезней и вредителей. Томат формировали в 1 стебель. По мере роста растений проводили пасынкование. Пасынки удаляли все и до основания. Формирование кисти не проводили. В период цветения для опыления растений завезли в теплицу 5 семей шмелей на 1га, которые находились в теплице 2 месяца. Через 45-50 дней после посадки начинали постепенное удаление нижних листьев. Удаляли листья раз в неделю, не более 2-3 листьев за 1 раз. Сбор томатов производили в фазу зрелости вручную, при этом попадались плоды с вершинной гнилью, которые обязательно снимали с растений и удаляли из теплицы. Сбор плодов проводил 3 раза в неделю, через каждые 2 – 3 дня.

Результаты исследования. Перед овощеводами защищенного грунта стоит задача создания оптимальных условий для растений с целью получения стабильно высоких экологически безопасных урожаев. Томат – одна из наиболее распространенных овощных культур защищенного грунта. Поэтому одной из задач наших исследований явилось изучение особенностей роста и развития растений различных гибридов тепличного томата, динамики накопления зеленой и сухой биомассы, нарастания ассимиляционного аппарата, формирования генеративных органов.

Очень важно изначально получить сбалансированные по ростовой направленности растения томата, то есть генеративное развитие не должно преобладать над вегетативным и наоборот. Смещение баланса в одну сторону вегетативного роста задерживает цветение и плодообразование. Слишком сильный генеративный рост очень быстро истощает растения. При смещении направленности развития в ту или иную сторону необходимо вносить коррективы в установки теплового, пищевого, воздушного и светового режимов. Определяющими факторами микроклимата теплицы являются свет и температура, которые влияют на все протекающие в растении процессы. В том случае, если растения сбалансированы, то перечисленные режимы оптимальны.

Одними из основных факторов, влияющих на рост и развитие рассады томата в условиях защищенного грунта, являются температурный и световой режимы. Прорастание семян томата сильно зависит от температуры. Оптимальная температура для прорастания, по большинству литературных данных, находится в диапазоне 18-24°C, максимальная +35°C, а ее минимум составляет 8-11°C. Нами были отмечены существенные колебания в зависимости от ответной сортовой реакции на изменение температурного режима. Так, для гибрида Пандароза наиболее оптимальной для проращивания семян оказалась температура 21-24°C, при которой лабораторная всхожесть и энергия прорастания были максимальными и составили 80,8-81,2% и 76-76,2% соответственно. Лучшие условия для прорастания семян гибрида Силуэт складывались при температуре 19-20°C, а гибрида Мелодия – при 25-26°C.

Самые низкие показатели всхожести и энергии прорастания у всех изучаемых гибридов были зафиксированы, когда температура проращивания семян находилась в диапазоне 16-

18°C. В среднем по опыту наибольшего значения лабораторная всхожесть достигала у гибрида Пандароза (78,5%), а энергия прорастания – у гибрида Силуэт (73,2%).

Оптимальные уровни температуры важны не только для получения дружных, нормально развитых и однородных всходов, но и огромную роль играют в последующие периоды развития растений томата.

В связи с этим, в условиях защищенного грунта важным агротехническим приемом формирования высокопродуктивных растений тепличного томата является регулирование температурного режима, особенно в рассадный период, так как качественная рассада – это залог высокого урожая.

Через 3-5 дней после массовых всходов температуру необходимо понизить до 19-20°C в дневные часы, а в ночное время до 17°C. Перед пикировкой температуру еще снижали на 1-2°C, а после нее возвращались к прежнему уровню температур и поддерживали его вплоть до цветения 1-й кисти. Только перед высадкой рассады томата на постоянное место на несколько дней устанавливали температурный режим для адаптации растений к тепличным условиям (18-19°C днем и 16°C ночью).

Качественный посевной материал – это первый шаг на пути формирования высокопродуктивных растений, а качественная рассада – залог хорошего урожая. В соответствии с посевным стандартом всхожесть семян томата первого класса должна составлять 80%, а второго класса – 60. Существует целый набор приемов повышения посевных качеств семян овощных культур: калибровка семян по массе и размерам; протравливание; барботирование; закаливание; намачивание семян в растворах микроэлементов и стимуляторов роста и другие.

В ходе наших исследований было установлено, что изучаемые регуляторы роста оказывали существенное влияние уже на первых этапах жизни растений томата, изменяя биохимические и физиологические процессы, протекающие в семенах и улучшая их посевные качества (табл.2).

Исследования показали, что при использовании биологически активных веществ лабораторная всхожесть и энергия прорастания семян томата значительно повышались. Энергия прорастания семян при использовании БисолбиСан, Ж по сравнению с контрольным вариантом, на котором обработка семян не проводилась, увеличивалась по всем изучаемым сортам от 14,1 до 18,0%; Эпин-экстра от 14,1 до 18,0%. Аналогичная тенденция наблюдалась и при определении лабораторной всхожести семян, которая давала повышение от 16,4 до 17,9% по варианту с БисолбиСан, Ж до 7,4% повышалась лабораторная всхожесть на варианте с Эпин-экстра повышал всхожесть в среднем на 6,1%. Эти данные свидетельствуют также о том, что среди изучаемых препаратов лучшим для повышения посевных качеств семян оказался БисолбиСан, Ж, который обеспечивал наибольший эффект у всех возделываемых гибридов.

Наиболее эффективным применение БисолбиСан, Ж было на гибридах томата Пандароза, хорошие результаты отмечены на гибриде Силуэт и меньше всего реагировали на обработку томаты гибрида Мелодия.

При возделывании овощных культур в условиях защищенного грунта большое значение имеет учет оранжерейной всхожести, которая показывает процент взошедших от посеянных в грунт или субстрат семян.

Экспериментальные данные свидетельствуют о том, что за счет обработки семян БисолбиСан, Ж и воздействия этого биофунгицида на их ферментативный комплекс можно повысить оранжерейную всхожесть по варианту с гибридом Пандароза до 80,6%, с гибридом Силуэт до 78,9% и до 76,8% у гибрида Мелодия.

Эпин-экстра, Р также оказал положительное действие на оранжерейную всхожесть, однако эффект от применения был на 6-9% ниже.

Такая же тенденция отмечалась по высоте растений рассады. Наиболее высокая рассада была на варианте с БисолбиСан, Ж – 28,5 см. Самые низкие растения были на контрольном варианте – 19,1 см. Кроме управления микроклиматом, на процессы формирования репродуктивных органов можно воздействовать с помощью регуляторов роста.

В ходе исследований было установлено, что при использовании регуляторов роста уменьшалась высота заложения первого соцветия. Если на контрольном варианте количество листьев до первой кисти составляло 8,6-9,5 шт., то при обработке семян БисолбиСан, Ж оно уменьшалось до 6,8-7,8 шт. Применение других препаратов в меньшей степени влияло на данный показатель.

Регуляторы роста оказывали существенное влияние не только на скорость появления первой кисти, но и на общее количество соцветий. Этот показатель сильно варьировал в зависимости от вида применяемого препарата. Эффект от применения препарата Экстрасол-55 был самый высокий.

Следует отметить, что наименьшее воздействие на формирование генеративных органов регуляторы роста оказывали на растения гибрида Пандароза. Это скорее всего, связано с тем, что данный гибрид изначально имеет высокий репродуктивный потенциал.

Условия и микроклимат теплиц благоприятны для развития различных заболеваний. Недостаточная освещенность и температурная нестабильность ослабляет растения, а высокая влажность воздуха способствует быстрому увеличению численности фитофагов и распространению болезней, приобретающему в случае отсутствия надлежащего контроля эпифитотийный характер.

Серая гниль, особенно опасно при малообъемном выращивании, так как капельный полив обуславливает постоянное присутствие вблизи растений капельно-жидкой влаги и высокую влажность воздуха в прикорневой зоне. Ситуацию может усугубить верхний обогрев теплиц при отсутствии нижних регистров, когда влажность воздуха в приземном слое значительно повышается [2].

В неблагоприятных условиях устойчивость и продуктивность растений определяется рядом признаков, свойств и защитно-приспособительных реакций. Различные свойства растений физиологического характера позволяют преодолеть пагубное влияние окружающей среды. При воздействии на растение неблагоприятных факторов (стрессов) в нем возникает напряженное состояние, отклонение от нормы. Чем выше способность растения изменить метаболизм в соответствии с окружающей средой, тем шире норма реакции данного растения и выше способность к адаптации.

Применению различных фунгицидов сопутствует опасность ухудшения экологического качества продукции и снижения пищевой ценности тепличного томата. Поэтому одним из направлений современной сельскохозяйственной науки является разработка и внедрение таких препаратов, которые бы соответствовали основным принципам экологизации тепличного овощеводства.

Биопрепарат БисолбиСан, Ж – это препарат фунгицидно-стимулирующего действия, механизм которого состоит в искусственном заселении поверхности семян полезной микрофлорой. Бактерии, использующиеся в данном препарате, в процессе своей жизнедеятельности синтезируют вещества, ингибирующие развитие таких патогенных видов, как *Fusarium*, *Htlminthosporium*, *Alternaria*, *Puccinia*, *Phitophtora* и др. Своевременная профилактическая обработка биопрепаратом позволяет блокировать развитие патогенных микроорганизмов в начальных фазах роста растения, что в значительной степени замедляет распространение болезней. Кроме фунгицидного действия препарат обладает способностью регуляции жизненно важных функций и защитно-приспособительных реакций растительного организма.

Эпин-экстра – вещество, обладающее биорегуляторной и ростостимулирующей активностью, относится к группе, так называемых, стрессовых адаптогенов. Рассада, полученная из семян, обработанных Эпин-экстра, обладает иммунитетом ко многим распространенным заболеваниям: черная ножка, фитофтороз, ризоктониоз, мучнистая роса и др. Имеются данные, что при использовании данного препарата растения становятся более устойчивыми к ряду неблагоприятных факторов окружающей среды, а также, что выращенная продукция отличается высоким качеством и пониженным содержанием тяжелых металлов, нитратов, остаточных пестицидов.

Эпин-экстра не обладает фунгицидными свойствами, поэтому не влияют на микрофлору семян и не подавляют рост и развитие патогенных микроорганизмов в теплице.

Однако за счет повышения иммунитета растений томата они препятствуют проникновению грибов-патогенов в растительный организм и снижают их отрицательное воздействие. На варианте с применением биопрепарата БисолбиСан, Ж наблюдалась иная зависимость. Данный препарат обладал не только стимулирующими и адаптогенными свойствами, но и фунгицидным действием. Бактерии, нанесенные на поверхность семян томата, начинали интенсивно размножаться и активно колонизировать ризосферу развивающегося растения, вытесняя тем самым фитопатогенную микрофлору и блокируя ее. Поэтому вариант с использованием Экстрасола-55 отличался наибольшей эффективностью.

В ходе исследований было установлено, что степень развития мучнистой росы и корневых гнилей находилась в тесной зависимости от вида применяемого препарата. Количество растений, поврежденных мучнистой росой сокращалось от 16,4 до 18,0% при использовании БисолбиСан, , на 9,5-10,5% при применении Эпин-экстра повреждение томатов мучнистой росой снижалось до 6,7%.

На развитие корневых гнилей изучаемые стимуляторы роста оказали аналогичное подавляющее влияние. Однако следует отметить, что в борьбе с данным заболеванием, в отличие от мучнистой росы Эпин-экстра проявил некоторое стимулирующее действие, но наиболее эффективен вариант с применением БисолбиСан, Ж.

Изучение динамики развития черной ножки показало следующее: поражение рассады томата патогеном наиболее интенсивно шло на контрольном варианте, когда появление данного заболевания отмечалось уже в фазу всходов (2%), а перед высадкой рассады на постоянное место, распространение болезни составляло 36,1%.

Применение Эпин-экстра уменьшало количество поврежденных растений к моменту пикировки в 2,5 раза, БисолбиСан, Ж – в 5 раз. К моменту высадки рассады эффективность препаратов Эпин-экстра сильно снижалась, и степень развития болезни лишь немногим отличалась от контрольного варианта. Эффект от применения БисолбиСан, Ж также уменьшался, однако оставался на достаточно высоком уровне, и количество пораженных растений составило 18%, что в два раза меньше по сравнению с контролем.

Таким образом, нами было установлено, что применение стимуляторов роста оказывает существенное влияние на устойчивость растений тепличного томата к патогенным микроорганизмам и снижает отрицательное влияние последних на урожайность данной культуры.

Выводы. Обработка семян стимуляторами роста приводит к активизации ферментативного комплекса семян и молодых растений томата и к ускорению в них биохимических и физиологических процессов, что проявляется в более быстром развитии в рассадный период.

Наиболее скороспелым оказался гибрид Силуэт. Наиболее позднеспелым - гибрид Мелодия. Продолжительность вегетации у гибридов составляла 127 - 129 дней. Биометрические измерения показали, что наиболее высокими в период массового плодоношения были растения гибрида Силуэт. Самые низкорослые – Мелодия. Наибольшее количество соцветий отмечали у гибрида томата Силуэт и Пандароза, меньше всего у гибрида Мелодия. Применение стимуляторов роста значительно уменьшает высоту заложения первого соцветия (на 1,7-1,8 листьев), повышает завязываемость (на 1,3-5,9%) и увеличивает продуктивность тепличного томата. Наибольшая урожайность отмечается при обработке семян биопрепаратом БисолбиСан, Ж. Данный вариант обеспечивает урожай плодов тепличного томата на уровне 16,8-22,2 кг/м², что на 2,4 кг/м² больше в сравнении с контролем. Учет урожая показал, что наиболее продуктивные растения были в апреле и мае месяце. Особенно на гибриде Силуэт и Пандароза. Урожайность в эти месяцы составила 5,1-5,8 кг/м². Применение стимуляторов роста сдерживает распространение заболеваний, что позволяет снизить пестицидную нагрузку на растения, а следовательно, повысить экологическое качество продукции. Наиболее эффективным в борьбе с болезнями является применение

биопрепарата БисолбиСан, Ж, который обладает как стимулирующим, так и фунгицидным действием.

Список источников

1. Бочкарев, С.В. Роль препаратов серии «Нарцисс» в защите тепличных культур // Интегрированная защита растений и элементы технологии в тепличных комбинатах РФ: сб.докл. III и IV семинаров повышения квалификации. – М.: Агроконсалт, 2004. – С.-17-34.
2. Будынков, Н.И. и др. Изучение фунгицида «Эупаренмульти» при защите овощных культур защищенного грунта от болезней / Н.И.Будынков, Е.Ф.Никифорова, В.Н.Юваров // Интегрированная защита растений и элементы технологии в тепличных комбинатах РФ: Сб.докл. III и IV семинаров повышения квалификации. – М.: Агроконсалт, 2004. – С.-81-91.
3. Гамбург, К.З. и др. Регуляторы роста растений / К.З.Гамбург, О.Н. Кулаева, Г.С.Муромцева. – М.: Колос, 1979. – 246 с.
4. ГОСТ 12038-84 14, «Методы определения всхожести» М. Госстандарт, 1991.
5. Каширская, Н. Я. Рекомендации по применению регуляторов роста с иммуноиндуцирующими и протекторными свойствами / Н. Я. Каширская, Е. М. Цуканова, М. М.Янина. – М.: Россельхозакадемия, 2009.– 19 с.
6. Мамедов М.И. Перспективы защищенного грунта в России.//Овощи России, 2014, № 4, Стр.4-9
7. Мамедов М.И. Структура и площади защищенного грунта в мире и глобальная тепличная технология: будущее производства продуктов питания//Овощи России, 2015, №3-4, Стр.64-69
8. Методика испытаний регуляторов роста и развития растений в открытом и защищенном грунте. – М.: Издд-во МСХА, 1990. – 50 с.
9. Методика определения экономической эффективности технологий и сельскохозяйственной техники. – М.: 1998. – С.3-54.
10. Муравьев, А. Ю. О состоянии и перспективах развития овощеводства защищенного грунта в России / А. Ю. Муравьев // Теплицы России. - 2011. - № 1. - С. 19-23.
11. Прусакова, Л.Д. Роль брассиностероидов в росте, устойчивости и продуктивности растений / Л.Д. Прусакова, С.И. Чижова. // Агротехника. 1996. № 6. 137-150.
12. Регуляторы роста растений / Под ред. В.С.Шевелухи. – М.: Агропромиздат, 1990. – 185 с.
13. Семёнов, В. А. О перспективах развития тепличного комплекса России на 2012-2020 годы / В. А. Семёнов // Теплицы России. - 2011. - № 2. - С. 19.
14. Чекмарёв, П.А. О проблемах развития овощеводства в Российской Федерации / П.А. Чекмарёв // Федеральный справочник. - М., 2009. - Вып. 22. - С. 275-285.
15. Cuesta Roble Greenhouse Vegetable Consulting. International Greenhouse Vegetable Production Statistics (Международное производство тепличных овощей - статистика): [сайт]. – 2019. – URL: <https://www.cuestaroble.com/statistics.html> (дата обращения: 22.05.2022)
16. GLOBAL REACH CONSULTING мировой и российский рынок свежих овощей, 2011, ВЫП. 3.

© Сидоров Е.О., Дубровин В.В., 2022

Изучение поражения полосатой бактериальной пятнистости у зернового сорго

Виктория Игоревна Старчак
ФГБНУ РосНИИСК «Россорго»,
г. Саратов

Аннотация. Болезни сорговых культур носят неинфекционный и инфекционный характер. Неинфекционные болезни возникают под влиянием неблагоприятных условий роста и развития растений: недостатка или избытка питательных веществ в почве, нарушения температурного режима, механических повреждений и др. Такие заболевания не передаются семенами, больными растениями или их остатками, не сохраняются в почве. Их можно избежать и относительно легко устранить, зная биологические особенности культуры и основные правила по уходу за растениями. Инфекционные болезни (грибные и бактериальные) представляют наибольшую опасность для сорго, так как могут легко распространяться с больных растений на здоровые. Инфекция часто сохраняется в почве, накапливается на растительных остатках, в семенах. Методы борьбы с болезнями делятся на санитарно-профилактические и защитно-истребительные.

Ключевые слова: сорго, болезнь, коллекция, пятнистость

Study of the lesion of striped bacterial spotting in grain sorghum

Victoria Igorevna Starchak
FSBI RosNIISK "Rossorgo",
Saratov

Abstract. Diseases of sorghovs crops are non-infectious and infectious in nature. Non-communicable diseases arise under the influence of unfavorable conditions of plant growth and development: lack or excess of nutrients in the soil, temperature disturbances, mechanical damage, etc. Such diseases are not transmitted by seeds, diseased plants or their residues, do not persist in the soil. They can be avoided and relatively easily eliminated by knowing the biological characteristics of the culture and the basic rules for caring for plants. Infectious diseases (fungal and bacterial) pose the greatest danger to sorghum, as they can easily spread from diseased plants to healthy ones. The infection often persists in the soil, accumulates on plant residues, in seeds. Methods of disease control are divided into sanitary-preventive and protective-destructive.

Keywords: sorghum, disease, collection, spotting

Полосатая пятнистость на сорговых проявляется в виде полос длиной от нескольких миллиметров до нескольких сантиметров вначале на нижних, а затем на вышерасположенных листьях. Полосы обычно водянистые и просвечивающиеся, как при штриховатой пятнистости, но не отделяются от здоровой ткани каймой и окраска их не меняется. Сначала полосы узкие, ограниченные жилками, а затем становятся широкими и покрывают большую часть листовой пластинки. С нижней стороны листьев на пораженных участках выступает экссудат, который при высыхании превращается в красные коростинки. Больше всего полос на листовых пластинках, но встречаются и на листовых влагалищах, стеблях. В зависимости от вида и сорта сорго окраска пораженных тканей варьирует от светло-коричневой до темно-пурпурной, темно-пурпурно-красной.

Возбудитель болезни – бактерии *Pseudomonas andropogonis* (Smith) Stapp. (син. *Bacterium andropogoni* Smith). Патоген проникает в растения через устьица и ранки. Теплые облачные дни, сопровождаемые обильными дождями, наиболее благоприятны для заражения растений в поле. В период длительной засухи развитие болезни прекращается. Источником инфекции являются растительные остатки, находящиеся на поверхности и в верхнем слое почвы и возможно пораженные семена. В течение вегетационного периода патоген может распространяться дождем, ветром и насекомыми. Вредоносность бактериоза выражается в значительном некрозе листьев, что отрицательно сказывается на продуктивности растений. Поражается сорго всех видов, но в разной степени (рисунок 1).



Рисунок 1. Растения, пораженные бактериальной пятнистостью

В этой связи был проанализирован питомник мировой коллекции из 45 образцов зернового сорго на устойчивость к полосатой бактериальной пятнистости (таблица 1).

Таблица 1 – Поражение полосатой бактериальной пятнистостью сортообразцов сорго

Сортообразец	Происхождение	Распространенность (Р),%	Интенсивность развития, (И),%	Индекс поражения, (ИП), %
К-9909	Индия	0	0	0
06-2039	Китай	88,9	80,3	0,71
06-2062	Китай	37,8	53,0	0,20
06-2068 (I)	Китай	100,0	100,0	1,00
К-9785	Сомали	0	0	0
06-2068 (II)	Китай	66,7	55,6	0,37
К-9320	Россия	36,4	53,7	0,19
К-9001	Индия	43,9	50,7	0,22
06-2196	Китай	42,9	51,0	0,22
06-2198	Китай	20,0	68,0	0,14
06-2799	Китай	82,4	70,9	0,58
К-1649	СССР	0	0	0
В-03-3007	Бразилия	50,0	50,0	0,25
В-93451	Китай	100,0	100,0	1,00
К-2093	Южная Африка	57,6	51,2	0,29
К-2109	Африка	60,0	52,0	0,31
В-05001	Бразилия	70,8	58,7	0,42
В Янг 6	Китай	100,0	100,0	1,00
К-177	США	83,1	71,8	0,60
К-1553	США	9,5	82,8	0,08
К-2367		100,0	100,0	1,00

К-238	США	100,0	100,0	1,00
К-99	Узбекистан	83,7	72,7	0,61
К-321	США	33,3	55,6	0,18
К-566	США	100,0	100,0	1,00
К-2802	Судан	77,8	65,4	0,51
К-420		100,0	100,0	1,00
К-1118	Россия	100,0	100,0	1,00
К-1423	Манчжурия	60,0	52,0	0,31
К-1844	Мали	97,3	89,2	0,87
К-1889		92,9	86,8	0,81
К-3038	Бразилия	27,3	60,3	0,16
К-3267	Зап. Африка	17,3	71,5	0,12
К-3902	США	100,0	100,0	1,00
К-5571	Сенегал	90,9	-	-
К-6636	Мексика	100,0	100,0	1,00
К-7606	Австралия	100,0	100,0	1,00
К-8803	Франция	100,0	100,0	1,00
К-8976	Индия	86,9	77,3	0,67
К-9341	Россия	100,0	100,0	1,00
Кафрск. белое 127		0	0	0
М-60887	Индия	70,6	58,5	0,41
В-03-3003	Бразилия	100,0	100,0	1,00
Сориз белый		100,0	100,0	1,00
В 96368	Китай	95,5	91,4	0,87

Исходя из табличных данных, к сильно поражаемым образцам (ИП более 0,50) можно отнести 06-2039, 06-2068 (I), 06-2799, В-93451, В Янг 6, К-2367, К-238, К-99, К-566, К-2802, К-420, К-1118, К-1844, К-1889, К-3902, К-6636, К-7606, К-8803, К-8976, К-9341, В-03-3003, Сориз белый, В 96368. К группе средне поражаемых (ИП 0,10-0,19) – К-9320, 06-2198, К-321, К-3038, К-3267, а слабо поражаемых – К-1553 (ИП менее 0,10).

Список источников

1. Матвиенко Е.В. Оценка селекционного материала сорго зернового к различным болезням для засушливых условий Среднего Поволжья / Электронный научно-производственный журнал «АгроЭкоИнфо», 2017, №4.

2. Старчак В.И., Степанченко Д.А., Егоров Д.П., Ерюшева И.В. Анализ устойчивости сахарного сорго к головневым заболеваниям /В сборнике: Научное обеспечение устойчивого развития агропромышленного комплекса в условиях аридизации климата. Сборник материалов II международной научно-практической конференции ФГБНУ РосНИИСК "Россорго". Саратов, 2022. С. 161-164.

© Старчак В.И., 2022

Научная статья
УДК 633.65:632

Эффективный контроль сорной растительности в посевах нута

Елена Ивановна Хрюкина

Федеральное бюджетное государственное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений»,
Воронежская обл.

Аннотация. Представлены результаты довсходового и послевсходового применения гербицидов на нуте. Определена эффективность изучаемых гербицидов против злаковых и широколистных сорных растений. Показано влияние гербицидов на урожайность нута и возможность их использования не только до всходов, но и в период вегетации.

Ключевые слова: нут, сорная растительность, гербицид, эффективность, фитотоксичность, сохраненный урожай

Effective control of weed vegetation in chickpea crops

Elena Ivanovna Khryukina

Federal Budgetary State Institution "All-Russian Scientific Research Institute of Plant Protection",
Voronezh region

Abstract. The results of pre-emergence and post-emergence application of the herbicides on chickpeas are presented. The effectiveness of the studied herbicides against cereal and broad-leaved weeds has been determined. The influence of herbicides on chickpea yield and the possibility of their use not only before germination, but also during the growing season is shown.

Keywords: chickpeas, weed vegetation, herbicide, efficacy, phytotoxicity, preserved crop

Нут – единственная бобовая культура, которая может ежегодно давать стабильные урожаи в зонах с засушливым климатом. Районы возделывания в России – Поволжье, Северный Кавказ, Ростовская и юг Воронежской областей. Одной из основных причин получения низких урожаев нута является его слабая конкуренция с сорными растениями на всех стадиях своего развития. Поэтому главное при выращивании нута – обеспечить чистые посевы. Несмотря на то, что агротехнические методы должны оставаться основными в борьбе с сорняками, но в современных условиях с ростом ресурсосберегающих технологий, основанных на минимизации обработки почвы, довольно сложно обойтись без гербицидов. Однако, ассортимент гербицидов, рекомендованных для контроля сорной растительности в посевах нута крайне ограничен, да и ситуация с их применением неоднозначна, так как большинство из них обладает фитотоксическим действием на растения нута, особенно это касается гербицидов используемых в период вегетации [1,2,3].

Для решения данной проблемы во Всероссийском НИИ защиты растений (ФГБНУ «ВНИИЗР») в течение 2019 – 2021 гг. велся подбор более эффективных, менее токсичных для культуры и экологически безопасных довсходовых и послевсходовых гербицидов. Для преодоления стресса культурных растений, гербициды в период вегетации использовали совместно с регуляторами роста растений и микроэлементными препаратами.

Исследования проводились на опытных полях Воронежского агроуниверситета. Почва – выщелочный среднесуглинистый чернозем. Обработка почвы состояла из безотвального рыхления, ранневесеннего боронования и предпосевной культивации. Способ посева – рядовой с междурядьями 15 см. Площадь делянки – 30 м², повторность – четырехкратная, расположение делянок – рендомизированное в пределах повторений. Сорт нута – Приво – 1, норма высева – 550 тыс. штук всхожих семян на 1 га. Внесение гербицидов проводилось ранцевым опрыскивателем «Solo – 425» оборудованным 1,5 м штангой со щелевыми распылителями. Почвенные гербициды вносили через 2-3 дня после посева нута, послевсходовые – в фазе 4-5 листьев. Расход рабочей жидкости при внесении почвенных препаратов – 300 л/га, по вегетации – 250 л/га.

Изменение засоренности посевов нута под влиянием гербицидов учитывали количественно – весовым методом на четырех площадках по 0,25 м² через 30, 45 дней после обработки и перед уборкой урожая. Об их эффективности судили по степени снижения засоренности посевов и урожаю зерна по сравнению с контролем.

Фитотоксичность гербицидов на культурные растения определялась на 3, 7, 14 и 28 день после обработки по типам и степени повреждений по шкале EWRC [4].

Эффективность гербицидов ежегодно изучалась на фоне высокой степени засоренности однолетними двудольными и злаковыми сорными растениями, общая численность которых варьировала от 168,2 до 322,1 экз./м². Из однолетних двудольных доминировали щирца запрокинутая, марь белая, чистец однолетний, горец (виды), пикульники (виды), дурнишник обыкновенный, аистник цикutowый, горчица полевая и др.; из однолетних злаковых – просо куриное, щетинник сизый, овсюг [5,6].

В результате трехгодичных исследований установлена эффективность и возможность использования на нуте почвенных гербицидов Зенкор Ультра, Мерлин, Пивот, Мерлин Флекс, Пропонит, Лазурит, Комманд, смеси Гезагард + Зенкор Ультра, Гезагард + Дуал Голд, Пропонит + Зенкор Ультра, Пропонит + Комманд. Наиболее эффективными и безопасными для культуры в 2019 году были Зенкор Ультра (1,2 л/га), Мерлин (0,13 кг/га), Пивот (0,75 л/га), Гезагард (1,5 л/га) + Зенкор Ультра (0,6 л/га), снижая засоренность посевов нута однолетними двудольными сорняками на 78,6-89,4 %. Максимальную гибель (89,4 %) обеспечил Мерлин. Лучшими вариантами защиты от злаковых сорняков (78,2-82,4 %) оказались Дуал Голд (1,6 л/га), Зенкор Ультра (1,2 л/га) и Гезагард (1,5 л/га) + Дуал Голд (0,8 л/га). Они же обеспечили и лучшие показатели по урожайности, сохранив 5,2 – 8,5 ц/га зерна нута.

При применении в период вегетации нута гербицидов Гермес (0,8 л/га), Базагран (2,0 л/га) и Имазошанс (0,8 л/га) установили, что Гермес и Имазошанс «присаживают» растения нута, но они хорошо сдерживают засоренность (80,7-81,5 %), сохраняя при этом 5,8 – 6,2 ц/га зерна нута. Применение данных гербицидов с регуляторами роста растений Стимунол ЕФ и Альбит снижает токсичность препаратов и повышает урожайность культуры на 0,4 – 1,2 ц/га по сравнению с индивидуальным их применением. Базагран оказывает сильное токсическое действие на культуру, состояние растений оценивалось как очень плохое процент повреждения достигал 80 %, регуляторы роста снижали повреждения до 48 % (табл. 1).

В 2020 году высокий гербицидный эффект проявили почвенные препараты Зенкор Ультра (1,0 л/га), Мерлин Флекс (0,3 л/га) и Мерлин (0,13 кг/га), которые уничтожали однолетние двудольные и злаковые сорняки на 84,1-95,7 %, повышая при этом урожайность нута на 5,5 – 6,8 ц/га. Действие гербицида Шансгард (3,0 л/га) было средним (50,6 %).

Интересные результаты показал опыт по подбору гербицидов в период вегетации нута. Лучше всего сработал Мерлин Флекс (0,2 л/га), снижая общую засоренность на 86,5 %, гибель двудольных сорняков была 100 % до конца вегетации, однолетних злаковых – 79,9 %, что способствовало получению существенной прибавки урожая – 3,1 ц/га. Добавка к гербициду микроудобрения Чудозем №1 (5,0 л/га) и GROW-A (0,5 л/га) повышало урожайность нута соответственно на 0,7 и 0,1 ц/га. Отрицательного влияния Мерлин Флекс на растения нута не оказывал.

Имазошанс (0,8 л/га), Корсар Супер (1,4 л/га) и Гермес (0,8 л/га) слабее поражали сорные растения в течение вегетации, снижая их общее количество на 67,0-69,7 %. Корсар Супер и Гермес оказывали сильное фитотоксическое действие на культуру (ожоги листьев, снижение роста), однако повреждения исчезали до формирования урожая, урожай повышался на 0,3 - 0,7 ц/га. (табл. 2).

В 2021 году подтвердилась высокая активность и отсутствие фитотоксического действия на растение нута довсходовых гербицидов почвенного действия Зенкор Ультра, Мерлин и Мерлин Флекс, а также установлена эффективность препаратов Лазурит, Пропонит, Комманд и смесей Пропонит + Зенкор Ультра и Пропонит + Комманд.

Внесение гербицида Лазурит в норме 1,0 кг/га способствовало снижению засоренности посевов нута в течение вегетационного периода на 90,6 %, в том числе однолетних двудольных – на 97,1 %, злаковых – на 85,7 %. Пропонит при индивидуальном применении и в смеси с Зенкор Ультра и с Комманд, имел одинаковый эффект, снижая общую засоренность однолетними сорными растениями на 78,4-80,2 %. Эффективность Комманд в норме 1,0 л/га составила 51,7 %.

Таблица 1 – Эффективность гербицидов при довсходовом и послевсходовом применении на нуте в 2019 году

Вариант	Снижение засоренности (% к контролю)			Урожайность, ц/га	
	Всего	В том числе однолетними		Всего	Сохраненный урожай, ц/га
		злако- выми	широко- лиственными		
до всходов					
Контроль*	280,7	170,2	110,5	12,6	-
Гезагард, КС – 3,0 л/га	30,8	24,6	40,4	17,4	4,8
Дуал Голд, КЭ – 1,6 л/га	60,0	82,4	25,6	17,8	5,2
Зенкор Ультра, КС – 1,2 л/га	79,8	80,0	79,5	21,1	8,5
Мерлин, ВДГ – 0,13 кг/га	75,2	66,0	89,4	20,9	8,3
Пивот, ВК – 0,75 л/га	75,3	70,3	83,0	20,7	8,1
Гезагард, КС – 1,5 л/га + Зенкор Ультра, КС – 0,6 л/га	70,5	65,3	78,6	20,3	7,7
Гезагард, КС – 1,5 л/га + Дуал Голд, КЭ – 0,8 л/га	73,0	78,2	65,2	20,5	7,9
НСР ₀₅ = 1,6 ц					
после всходов					
Контроль*	303,1	208,2	94,9	11,8	-
Гермес, МД – 0,8 л/га	81,5	82,0	80,2	17,6	5,8
Гермес, МД – 0,8 л/га + Стимунол ЕФ, Ж – 0,05 л/га	80,3	76,8	87,9	18,8	7,0
Гермес, МД – 0,8 л/га + Альбит, ТПС – 0,03 л/га	76,5	71,2	88,3	18,0	6,2
Базагран, ВР – 2,0 л/га	16,0	8,1	33,2	13,0	1,2
Базагран, ВР – 2,0 л/га + Стимунол ЕФ, Ж – 0,05 л/га	1,3	0	20,1	13,8	2,0
Базагран, ВР – 2,0 л/га + Альбит, ТПС – 0,03 л/га	14,8	3,6	39,5	13,3	1,5
Имазошанс, ВР – 0,8 л/га	80,7	77,2	88,3	18,0	6,2
Имазошанс, ВР – 0,8 л/га + Стимунол ЕФ, Ж – 0,05 л/га	79,3	72,7	93,9	18,7	6,9
Имазошанс, ВР – 0,8 л/га + Альбит, ТПС – 0,03 л/га	83,3	78,8	93,3	18,8	7,0
НСР ₀₅ = 1,7 ц					

* В контроле количество сорных растений экз./м²

Таблица 2 – Эффективность гербицидов при довсходовом и послевсходовом применении на нуте в 2020 году

Вариант	Снижение засоренности (% к контролю)			Урожайность, ц/га	
	Всего	В том числе однолетними		Всего	Сохраненный урожай, ц/га
		Злако- выми	широко- лиственными		
до всходов					
Контроль*	178,7	152,6	26,1	22,0	-
Шансгард, КС – 3,0 л/га	50,6	51,3	52,2	25,0	3,0
Зенкор Ультра, КС – 1,0 л/га	94,3	96,0	96,5	28,8	6,8
Мерлин, ВДГ – 0,13 кг/га	84,1	81,3	97,4	28,7	6,7
Мерлин Флекс, КС – 0,3 л/га	95,7	97,0	99,0	27,5	5,5
НСР ₀₅ = 2,1 ц					
после всходов					
Контроль*	170,3	135,8	34,5	21,7	-
Имазошанс, ВР – 0,8 л/га	68,5	69,0	95,1	22,0	0,3
Корсар Супер, ВРК – 1,4 л/га	67,0	69,5	97,0	22,4	0,7
Гермес, МД – 0,8 л/га	69,7	67,9	98,7	22,2	0,5
Мерлин Флекс, КС – 0,2 л/га	86,5	79,9	100	24,8	3,1
Мерлин Флекс, КС – 0,2 л/га + GROW-A, Ж – 0,5 л/га	83,4	79,9	97,0	24,9	3,2
Мерлин Флекс, КС – 0,2 л/га + Чудозем №1 – 5,0 л/га	97,9	94,3	99,3	25,5	3,8
НСР ₀₅ = 2,0 ц					

Отрицательного влияния на всхожесть нута гербициды не оказывали, однако при применении Комманд и его смеси с Пропонит отмечалось снижение фотосинтетической активности растений нута, что сказалось на урожайности культуры.

Из послевсходовых гербицидов положительное влияние на засоренность и продуктивность культуры оказывали Имазошанс, Мерлин Флекс и Пледж, снижая численность сорных растений на 68,5-74,6 % и повышая урожайность нута, на 4,4 – 9,3 ц/га.

Наношанс оказывал сильное фитотоксическое действие на культуру, что отрицательно сказалось на урожайности (табл. 3).

Таблица 3 –Эффективность гербицидов при довсходовом и послевсходовом применении на нуте в 2021 году

Вариант	Снижение засоренности (% к контролю)			Урожайность, ц/га	
	Всего	В том числе однолетними		Всего	Сохраненный урожай, ц/га
		злако- выми	широко- лиственными		
до всходов					
Контроль*	322,1	184,3	137,8	10,8	-
Лазурит, СП – 1,0 кг/га	90,6	85,7	97,1	17,1	6,3
Зенкор Ультра, КС – 1,0 л/га	74,9	72,1	78,1	17,7	6,9
Мерлин, ВДГ – 0,13 кг/га	80,1	74,4	87,7	19,1	8,3
Мерлин Флекс, КС – 0,3 л/га	78,0	68,5	90,6	19,6	8,8
Пропонит, КЭ – 2,5 л/га	78,4	75,2	82,7	18,1	7,3
Комманд, КЭ – 1,0 л/га	51,7	65,5	33,6	15,7	4,9
Пропонит, КЭ – 2,0 л/га + Зенкор Ультра, КС – 0,6 л/га	80,2	67,5	97,3	18,9	8,1
Пропонит, КЭ – 2,0 л/га + Комманд, КЭ – 0,4 л/га	79,7	73,4	88,2	16,1	5,3
НСР ₀₅ = 1,8 ц					
после всходов					
Контроль*	168,2	82,9	85,3	10,1	-
Имазошанс, ВР – 0,8 л/га	68,5	46,1	90,3	16,5	6,4
Наношанс, ВР – 2,0 л/га	32,2	2,8	61,2	10,5	0,4
Мерлин Флекс, КС – 0,3 л/га	73,8	75,4	72,2	19,4	9,3
Гермес, МД – 0,8 л/га	74,6	76,2	73,0	19,2	9,1
Пледж, СП – 0,08 кг/га	71,4	70,2	69,0	14,5	4,4
НСР ₀₅ = 2,0 ц					

В результате проведенных исследований выявлено, что применение довсходовых гербицидов почвенного действия Имазошанс (0,8 л/га), Зенкор Ультра (1,0-1,2 л/га), Мерлин (0,13 кг/га), Пивот (0,75 л/га), Дуал Голд (1,6 л/га), Мерлин Флекс (0,3 л/га), Лазурит (1,0 кг/га), Пропонит (2,5 л/га), а также послевсходовых гербицидов (в фазе 4-5 листьев нута) Мерлин Флекс (0,2-0,3 л/га), Имазошанс (0,8 л/га), Гермес (0,8 л/га) при возделывании нута (при условии их регистрации на культуре) позволит без ущерба для культуры получить существенную прибавку урожая.

Список источников

1. Колотилина З.М. Как вырастить чистый и здоровый нут. Газета «Поле Августа», 2018.- №5(175) – С.9
2. Балашов, В. В. Волгоградский нут: монография / В. В. Балашов, А. В. Балашов; ВолГАУ. – Волгоград: Изд-во ВолГАУ, – 2013. – 108 с.
3. Хрюкина Е.И., Гулидова В.А., Германцева Н.И. Современные технологии возделывания нута // Рекомендации. – 2019. – 32 с.
4. Методические указания по регистрационным испытаниям гербицидов в сельском хозяйстве. – С.-Пб., – 2013. – 280 с.
5. Хрюкина Е.И. Разработать рациональную защиту посевов люпина и нута от сорной растительности с использованием перспективных гербицидов, их смесей с регуляторами роста растений и микроудобрениями – Отчет о научной исследовательской работе. – 2021. – 50 с.
6. Хрюкина Е.И. Провести исследования по оценке эффективности применения перспективных гербицидов, их смесей с регуляторами роста растений и микроудобрениями для защиты люпина и нута от сорной растительности. – Отчет о научной исследовательской работе. – 2020. – 40 с.

© Хрюкина Е.И., 2022

Научная статья
УДК 632.08

Влияние стимуляторов роста на укоренение черенков можжевельника казацкого, можжевельника обыкновенного и можжевельника виргинского

Чернобровкина Ксения Сергеевна^{1,2}; Лялина Елена Викторовна²

¹УНПК "Агроцентр" Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов

²Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов

Аннотация. В данной статье приведены результаты исследования эффективности применения регуляторов роста для укоренения на черенках можжевельника, а именно *Juniperus communis* (можжевельник обыкновенный), *Juniperus sabina* (можжевельник казацкий) и *Juniperus virginiana* (можжевельник виргинский) в условиях защищенного грунта.

Ключевые слова: черенкование; укоренение; можжевельник; регуляторы роста; Корневин, СП; Радифарм, Ж

Abstract. This article presents the results of a study of the effectiveness of the use of various means for rooting on cuttings of various types of juniper, namely *Juniperus communis* (Common Juniper), *Juniperus sabina* (Cossack Juniper) and *Juniperus virginiana* (Virginsky Juniper) in protected cultivation conditions.

Key words: cuttings; rooting; juniper; growth regulators; Kornevin; Radipharm

Можжевельник относится к категории самых востребованных культур в ландшафтном дизайне. Такая популярность объясняется многообразием видов, неприхотливостью и способностью сохранять декоративные качества в любой период года. Для получения высококачественного посадочного материала можжевельника существуют несколько способов его размножения, в том числе и метод зеленого черенкования.

На успешность укоренения черенков можжевельника может оказывать влияние множество факторов, таких как условия укоренения, видовой состав укореняемой культуры, использование различных стимуляторов корнеобразования.

Целью проведенного исследования являлось изучение эффективности использования ряда средств для укоренения при вегетативном размножении можжевельника в условиях защищенного грунта.

В задачи исследования входило:

1. Провести укоренение черенков *J. Communis*, *J. Sabina* и *J. Virginiana* в защищенном грунте.
2. Проверить эффективность использования стимуляторов корнеобразования: Корневин, СП и Радифарм, Ж относительно контроля.

Таблица 1 – Схема проведения опыта

Препараты	Вид укореняемой культуры		
	М. казацкий (<i>J. sabina</i>)	М. виргинский (<i>J. virginiana</i>)	М. обыкновенный (<i>J. communis</i>)
Контроль	25 шт	25 шт	25 шт
Корневин, СП	25 шт	25 шт	25 шт
Радифарм, Ж	25 шт	25 шт	25 шт

Материалы и методика. Опыт был заложен 29 апреля 2022 года на территории УНПК «Агроцентр» [1; 2] в условиях защищенного грунта с применением туманообразующей установки:

1. Корневин, СП в концентрации 100 мг/л воды;
2. Радифарм, Ж в концентрации 0,3 мл/л воды;
3. Дистиллированная вода.

Продолжительность опыта составила в общем пять месяцев.

Для укоренения использовались короткие боковые черенки, взятые с основания ветви с «пяткой».

Высаживались черенки по схеме 1,5 см x 10 см в ящики с речным песком (10 см), в качестве дренажа использовался керамзит (5-7 см). Закладку опытов, учеты и наблюдения проводили согласно методике Т. Г. Тамберга [3; 4; 5].

Таблица 2 – Способность можжевельника к укоренению (контроль)

Вид	Общее количество черенков, шт.	Количество черенков			
		укоренившихся		не укоренившихся	
		Шт.	%	шт.	%
М. обыкновенный	75	24	32	51	68
М. казацкий	75	60	81	15	19
М. виргинский	75	19	26	49	74

Результаты исследований. Из представленных видов можжевельника в контрольной группе (дистиллированная вода) лучшие результаты показал м. казацкий, из 75 экземпляров укоренились 60шт., т.е. 81%, у м. обыкновенного количество укоренившихся черенков составило 24 шт., т.е. 32%. У м. виргинского оказался самый низкий процент укоренившихся черенков – 26% (19 шт.).

Таблица 3 – Способность можжевельника к укоренению (Корневин, СП)

Вид	Общее количество черенков, шт	Количество черенков			
		укоренившихся		не укоренившихся	
		шт	%	шт	%
М. обыкновенный	75	26	35	49	65
М. казацкий	75	60	80	20	20
М. виргинский	75	22	29	53	71

На низкий процент укоренения, в условиях защищенного грунта в год исследования, повлиял температурный фактор, который в самые жаркие месяцы года, регулировать проблематично.

Как видно из приведенных данных, при использовании Корневина, СП у м. казацкого укоренение составило-80%. Число укоренившихся черенков м. обыкновенного и м. виргинского соответственно: 35% (26шт.) и 29 % (22 шт.).

Таблица 4 – Способность можжевельника к укоренению (Радифарм, Ж)

Вид	Общее количество черенков, шт.	Количество черенков			
		укоренившихся		не укоренившихся	
		шт	%	шт	%
М. обыкновенный	75	33	45	42	55
М. казацкий	75	63	84	12	16
М. виргинский	75	26	34	49	66

При применении Радифарма, Ж показало заметно более высокие результаты, чем Корневин, СП. Особенно это заметно на примере м. обыкновенного (33 шт; 45%), это выше результатов контрольной группы. М. виргинский так же укореняется заметно успешнее с использованием Радифарма, Ж. Укоренение м. казацкого с применением данного препарата изменилось незначительно.

Заключение.

Укореняемость можжевельника казацкого в контроле составила в среднем 81% (60 шт), при использовании Корневина, СП - 80% (60 шт), а Радифарма, Ж - 84% (63 шт). Заметно, что, вне зависимости от того, применялись в ходе опыта какие либо препараты или нет, укореняемость можжевельника казацкого значительно не меняется.

Укоренение можжевельника обыкновенного без применения биологически активных препаратов составило 32% (24 шт), с применением Корневина, СП - 35% (26 шт), Радифарма, Ж - 45% (33 шт). Из использованных препаратов, Радифарм, Ж показал наилучшие результаты. Применение же на можжевельнике обыкновенном «Корневина» не оказало заметного эффекта.

Можжевельник виргинский, по сравнению с казацким и обыкновенным, показал самые низкие результаты укоренения: 26% в контроле (19 шт), с применением Корневина, СП - 29% (22 шт), Радифарма, Ж - 34% (26 шт). Радифарм, Ж, как и в предыдущем случае, показал более высокие результаты по сравнению с Корневином, СП.

Список источников

1. Агроклиматический справочник по Саратовской области. - Ленинград: Гидрометеоздат, 1958.-228 с.
2. Кауричев, И.С. Практикум по почвоведению. М.: Колос, 1973. 154 с.
3. Климович, В.И., Климович, И.В. Размножение и выращивание декоративных древесных пород. - М.: Россельхозиздат, 1980. – 160с., ил.
4. Кузнецов, Г.В., Антипенко, Т.А. Практикум по лесоводству: учеб. Пособие. – М.: ВНИИЛМ, 2001. – 298 с.
5. Тамберг, Т.Г., Селекция и сортоизучения цветочно-декоративных культур. М., 1972.- 112 с.

© Чернобровкина К.С., Лялина Е.В., 2022

Научная статья
УДК 632.937.31

Влияние энтомофагов на популяцию хлопковой совки на посевах сои

Чистин Михаил Игоревич

Лихацкая Светлана Геннадьевна

Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии
и инженерии имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов

Аннотация. Были проведены исследования биологической эффективности применения энтомофагов габробракрона и трихограммы на посевах сои против хлопковой совки в ООО «ЮКОН» с.Звонаревка, Марковского района, Саратовской области.

Ключевые слова: энтомофаги, соя, трихограмма, габробракрон, хлопковая совка

Effect of entomophages on the population of the cotton moth on soybean crops

Chistin Mikhail

Saratov State University of genetics, biotechnology and engineering
named after N.I. Vavilov, Saratov

Annotation. Biological efficiency of application of entomophages *Gabrobrakon* and *Trichogramma* on soybean crops against the cotton moth in Yukon LLC, Zvonarevka village, Marksovsky district, Saratov region, has been studied.

Key words: entomophages, soybean, trichogramma, gabrobracone, cotton bollworm

Использование энтомофагов для защиты сельскохозяйственных культур является экологически безопасным, экономически выгодным и прогрессивным способом контроля вредителей. Причина востребованности технологии — развивающаяся быстрыми темпами в РФ биологизация сельского хозяйства и органическое земледелие. По мнению специалистов, метод биоконтроля хорошо зарекомендовал себя для использования в открытом грунте, поскольку нацелен на формирование саморегулирующегося агробиоценоза.

Энтомофаги (от греч. *entomon* — насекомые и *phagos* — пожиратель) — хищники, паразиты и другие организмы, опасные для насекомых, влияющие на естественное регулирование их численности; важнейшие агенты биологического метода и интегрированной защиты растений.

Целью исследований являлось изучение влияний применения энтомофагов на популяцию хлопковой совки.

Задачи исследований:

- Установить влияние трихограммы на популяцию хлопковой совки на посевах сои
- Установить влияние габробракона на популяцию хлопковой совки на посевах сои

Исследования проводили в ООО «ЮКОН» с.Звонаревка, Марковского района, Саратовской области.

• Для исследований были использованы энтомофаги: Трихограмма – *Trichogramma evanescens* и Габробракон – *Nabrobracon hebetor*

Энтомофаги были получены в биолaborатории ФГБУ «Россельхозцентр» по Белгородской области.

Применение энтомофагов проводили с 16 июля по 3 августа 2022 года.

Для наилучшей эффективности были выбраны следующие способы расселения энтомофагов:

- Трихограмма - Авиационное расселение (ООО «Авиакомпания Агролет»)
- Габробракон – Авиационное расселение (ООО «Авиакомпания Агролет»)

Культуры: Соя

Внесение энтомофагов на посевах сои происходило в фазы от бутонизации – начала цветения до образования бобов.

Фаза развития хлопковой совки: Первое, второе, третье, поколение вредителя.

Трихограмма - Насекомые рода паразитических наездников-яйцеедов, относятся к отряду перепончатокрылых. Взрослая особь не превышает 1 мм, имеет плотное черное или желто-коричневое туловище. Трихограмма откладывает яйца в свежотложенные яйца вредителей,



Рисунок 1

тем самым полностью истребляя вредоносных насекомых до момента появления гусениц. При этом взрослые особи трихограммы, питаясь нектаром, совершенно безопасны для растений. Одна самка за кладку может отложить до 80 яиц, процесс отрождения нового поколения может занимать до 14 дней. На гектар вносят до 400 тыс. штук (3-5 грамм на 1 гектар) яиц трихограммы, в зависимости от вида культуры и степени зараженности вредителями. Радиус действия трихограммы составляет до 16 метров, внесение происходит в 80 точках на гектар. Трихограмма уничтожает 215 видов насекомых-

вредителей. Для максимального эффекта за сезон необходимо до 3 процедур внесения трихограммы: в начале сезона при появлении вредителей, на пике их яйцекладки и через 2-3 недели для поддержания популяции.

Габробракон - Перепончатокрылое насекомое, которое паразитирует на личинках большинства вредителей. Тело взрослой особи не превышает 3 мм в длину и обычно имеет темно-коричневый цвет. Габробракон откладывает свои яйца в личинки и гусениц других насекомых. Перед тем, как отложить свои эмбрионы в личинки вредителей, габробракон парализует личинку-хозяина, через прокол, после яйцеклада гусеница насекомого-вредителя



Рисунок 2

погибает. Из кладки в течение суток выходят личинки габробракона. Чаще всего для кладки габробракон выбирает гусениц хлопковой совки, личинки кукурузного мотылька, плодоядок и огневки, которые наносят значительный ущерб посевам. Развитие поколения наездников габробракона занимает до 18 дней. В каждой личинке вредителя может откладываться до 10 яиц габробракона. По некоторым данным достаточно заселить гектар угодий 2 тысячами взрослых особей, чтобы полностью исключить вредителей на этой

территории. **Хлопковая совка** – это довольно крупная бабочка в размахе крыльев 30-40 мм. Передние крылья серовато-желтые, в вершинной трети крыла расположена более темная поперечная перевязь, задние крылья светлее, с бурой полосой перед наружным краем и темным луновидным пятном посередине, самец окрашен светлее самки. Повреждают плоды гусеницы хлопковой совки.

Гусеница развивается от 13 до 22 дней, в зависимости от условий температуры, влажности,

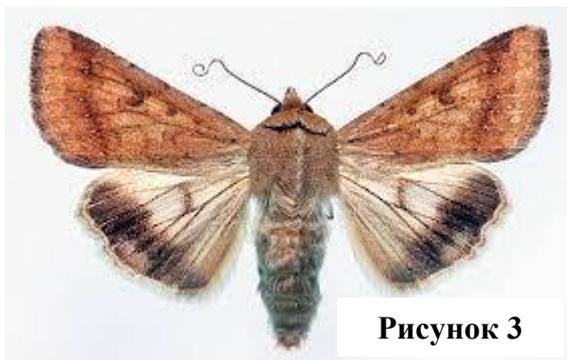


Рисунок 3



Рисунок 4

а также от наличия корма. Гусеница последнего возраста (их всего 6) длиной 35-40 мм, покрыта мелкими шипиками, окраска может быть от светло-зеленой и желтой до красно-бурой, вдоль тела проходят три широкие темные продольные полосы, складывающиеся из многочисленных, волнистых продольных линий, брюшная сторона тела гусеницы светлая. Помимо прямого вреда, хлопковая совка наносит также косвенный вред, поскольку поврежденные ею ткани растений поражаются грибными заболеваниями. Угроза массового размножения хлопковой совки существенно возрастает в том случае, когда вредителю удается в массе беспрепятственно развиваться и благополучно перезимовывать на

необрабатываемых землях – участках, заросших сорной растительностью (неудобьях, брошенных землях), служащих резервациями развития гусениц. Такие резервации представляют опасность не только для соседних территорий, поскольку хлопковая совка способна перелетать на десятки и даже сотни километров.

Для учета интенсивности лета бабочек хлопковой совки использовались феромонные ловушки, которые были установлены 7 июля. Ловушки крепились на высоту 1-1,2 м. Учет попадающихся бабочек проводился через сутки. Сигналом к авиационному выпуску трихограммы было попадание 2-5 бабочек за сутки в одну ловушку, что свидетельствовало о начале массовой яйцекладки. Авиарасселение проводилось с 16.07 по 03.08 с одинаковой плотностью 2 г/га на всех вариантах опыта (таблица 1). В связи с растянутым периодом яйцекладки вредителя до 20-25 дней внесение энтомофага было дробным: 2 г/га – по массовому лету имаго хлопковой совки и яйцекладке, первое внесение 16.07, второе 25.07-26.07 и третье 03.08

Общий расход трихограммы составил 6 г/га.

Таблица 1 – Авиарасселение трихограммы в ООО «ЮКОН»
с.Звонаревка, Марксовского района, Саратовской области

Поле	Площадь,га	Норма расхода, г/га (однократно)	Дата авиарасселения	Общий расход по 3-х кратному выпуску, г
АИЗВ-4С- V№1	74	2	16.07 25.07-26.07 03.08	444
АИЗВ-4С- V№2	56	2	16.07 25.07-26.07 03.08	336
АИЗВ-4С- V№3	79	2	16.07 25.07-26.07 03.08	474
АИЗВ-4С- V№4	79	2	16.07 25.07-26.07 03.08	474
АИЗВ-4С- V№5	79	2	16.07 25.07-26.07 03.08	474
АИЗВ-4С- V№6	79	2	16.07 25.07-26.07 03.08	474
АИЗВ-4С- V№7	46	2	16.07 25.07-26.07 03.08	276
АИЗВ-2С- Z№3	31	2	16.07 25.07-26.07 03.08	186
АИЗВ-2С- Z№6	64	2	16.07 25.07-26.07 03.08	384
АИЗВ-2С- Z№8	64	2	16.07 25.07-26.07 03.08	384

Поле	Площадь,га	Норма расхода, г/га (однократно)	Дата авиарасселения	Общий расход по 3-х кратному выпуску, г
АИЗВ-1С- Z№1	57	2	16.07 25.07-26.07 03.08	342
ВАЗВ-БКНС- 1	63	2	16.07 25.07-26.07 03.08	378
ВАЗВ-БКНС- 2	56	2	16.07 25.07-26.07 03.08	336
ВАЗВ-БКНС- 3	49	2	16.07 25.07-26.07 03.08	294
ВАЗВ-БКНС- 5	46	2	16.07 25.07-26.07 03.08	276
ВАЗВ-БКНС- 11	48	2	16.07 25.07-26.07 03.08	288
ВАЗВ-БКНС- 14	49	2	16.07 25.07-26.07 03.08	294

На протяжении выпуска трихограммы происходило отрождение гусениц из непаразитированных яиц. В связи с этим на полях с соей для «зачистки» был организован выпуск габробракона (таблица 2).

Таблица 2 – Выпуск габробракона в ООО «ЮКОН»
с.Звонаревка, Марковского района, Саратовской области

Поле	Площадь,га	Норма расхода, особей/га (однократно)	Дата авиарасселения	Общий расход по 2-х кратному выпуску, особей
АИЗВ-4С- V№1	74	100 50	15.07 25.07	150
АИЗВ-4С- V№2	56	100 50	15.07 25.07	150
АИЗВ-4С- V№3	79	100 50	15.07 25.07	150
АИЗВ-4С- V№4	79	100 50	15.07 25.07	150
АИЗВ-4С- V№5	79	100 50	15.07 25.07	150
АИЗВ-4С- V№6	79	100 50	15.07 25.07	150
АИЗВ-4С- V№7	46	100 50	15.07 25.07	150

Поле	Площадь,га	Норма расхода, особей/га (однократно)	Дата авиарасселения	Общий расход по 2-х кратному выпуску, особей
АИЗВ-2С- Z№3	31	100 50	15.07 25.07	150
АИЗВ-2С- Z№6	64	100 50	15.07 25.07	150
АИЗВ-2С- Z№8	64	100 50	15.07 25.07	150
АИЗВ-1С- Z№1	57	100 50	15.07 25.07	150
ВАЗВ-БКНС- 1	63	100 50	15.07 25.07	150
ВАЗВ-БКНС- 2	56	100 50	15.07 25.07	150
ВАЗВ-БКНС- 3	49	100 50	15.07 25.07	150
ВАЗВ-БКНС- 5	46	100 50	15.07 25.07	150
ВАЗВ-БКНС- 11	48	100 50	15.07 25.07	150
ВАЗВ-БКНС- 14	49	100 50	15.07 25.07	150

Методика проведения учетов. Учет яиц проводился на пробных растениях, осматривалось по 100 растений, подсчитывалось количество растений с кладками яиц и количество яиц. Учет гусениц проводился осмотром 100 початков, определялся процент поврежденных початков и количество гусениц, а после выпуска габробракона – количество поврежденных гусениц.

Учет биологической эффективности проводился по формуле:

$$\text{Б.Э.} = \frac{\text{П}}{\text{М}} * 100\%,$$

где: П – число выявленных паразитированных гусениц после выпуска габробракона;
М – число выявленных гусениц до выпуска габробракона.

Методические указания по проведению обследований на выявление вредителей и болезней с/х угодий и учетов их на стационарных участках. Ставропольская КрайСтарз, 1990г. (5)

Результаты применения энтомофагов

Учет биологической эффективности проводился после 2-5 дней каждого внесения трихограммы и габробракона по поврежденности 100 растений сои. В результате исследований наибольшая эффективность получена на полях АИЗВ-2С-Z№6, АИЗВ-1С-Z№1, ВАЗВ-БКНС-2 и составила 98% (таблица 3).

Таблица 3 – Биологическая эффективность применения трихограммы на посевах сои в ООО «ЮКОН» с.Звонаревка, Марковского района, Саратовской области

Поле	Норма расхода, г/га(всего)	Численность паразитированных яиц/100 раст.			Биологическая эффективность, в %
		1 учет 11.07.2022 выпуск 16.07	2 учет 23.07.2022, выпуск 25- 26.07	3 учет 01.08.2022, выпуск 03.08	
Контроль	-	27	29	29	-
АИЗВ-4С-V№1	6	28	9	1	96
АИЗВ-4С-V№2	6	26	8	1	97
АИЗВ-4С-V№3	6	28	9	1	98
АИЗВ-4С-V№4	6	23	7	1	96
АИЗВ-4С-V№5	6	25	8	2	91
АИЗВ-4С-V№6	6	27	8	1	98
АИЗВ-4С-V№7	6	27	8	1	97
АИЗВ-2С-Z№3	6	25	8	2	91
АИЗВ-2С-Z№6	6	23	6	0	98
АИЗВ-2С-Z№8	6	24	6	1	95
АИЗВ-1С-Z№1	6	23	6	0	98
ВАЗВ-БКНС-1	6	27	7	1	95
ВАЗВ-БКНС-2	6	27	7	1	98
ВАЗВ-БКНС-3	6	27	7	1	96
ВАЗВ-БКНС-5	6	23	6	1	95
ВАЗВ-БКНС-11	6	29	7	1	97
ВАЗВ-БКНС-14	6	28	7	1	97
Среднее		25,9	7	1	96,06

Таблица 4 – Биологическая эффективность применения габробракона на посевах сои в ООО «ЮКОН» с.Звонаревка, Марковского района, Саратовской области

Поле	Норма выпуска особей/га(всего)	Численность гусениц/100 растений			Биологическая эффективность, в %
		1 учет в день выпуска габробракона 15.07	2 учет через 8 дней после выпуска габробракона Повторный выпуск 25.07	3 учет через 10 дней после выпуска габробракона	
Контроль	-	50	55	58	-
АИЗВ-4С-V№1	150	51	25	1	98
АИЗВ-4С-V№2	150	53	28	3	95
АИЗВ-4С-V№3	150	47	24	2	96
АИЗВ-4С-V№4	150	49	29	1	98
АИЗВ-4С-V№5	150	52	34	4	93
АИЗВ-4С-V№6	150	50	26	2	96
АИЗВ-4С-V№7	150	46	27	2	95
АИЗВ-2С-Z№3	150	44	30	3	93
АИЗВ-2С-Z№6	150	49	24	1	98
АИЗВ-2С-Z№8	150	40	28	2	95
АИЗВ-1С-Z№1	150	38	30	1	98
ВАЗВ-БКНС-1	150	51	42	2	97
ВАЗВ-БКНС-2	150	44	33	1	98
ВАЗВ-БКНС-3	150	43	29	1	98
ВАЗВ-БКНС-5	150	50	26	2	97
ВАЗВ-БКНС-11	150	29	20	1	95
ВАЗВ-БКНС-14	150	34	22	2	95
Среднее		45,3	28,05	2	96

Биологическая эффективность применения 3 выпуска по 2 гр./га энтомофага трихограммы (*Trichogramma evanescens*) (16.07; 25-26.07; 03.08) и габробракона (*Habrobracon hebetor*) 1 выпуск 15.07. 100 экз./га + 2й выпуск 25.07.2022 50 экз/га на посевах сои в ООО «ЮКОН» с.Звонаревка, Марковского района, Саратовской области.

Таблица 5 – Средняя биологическая эффективность

№ поля	Площадь поля	Средняя биологическая эффективность, %
АИЗВ-4С-V№1	74	97
АИЗВ-4С-V№2	56	96
АИЗВ-4С-V№3	79	97
АИЗВ-4С-V№4	79	97
АИЗВ-4С-V№5	79	92
АИЗВ-4С-V№6	79	97
АИЗВ-4С-V№7	46	96
АИЗВ-2С-Z№3	31	92
АИЗВ-2С-Z№6	64	98
АИЗВ-2С-Z№8	64	95
АИЗВ-1С-Z№1	57	98
ВАЗВ-БКНС-1	63	96
ВАЗВ-БКНС-2	56	98
ВАЗВ-БКНС-3	49	97
ВАЗВ-БКНС-5	46	96
ВАЗВ-БКНС-11	48	96
ВАЗВ-БКНС-14	49	96
	1019	Средняя 96,1

Выводы: в результате проведенных исследований было установлено:

Наибольшее влияние трихограммы на популяцию хлопковой совки получено при первом выпуске, уменьшение популяции на всех вариантах опыта было свыше 69%, в отличие от увеличения вредителей на контроле. Второй выпуск имел такой же эффект. Средняя эффективность по всем вариантам после трех выпусков составила 96,06%.

В результате исследований влияния габробракона на популяцию хлопковой совки средняя эффективность составила 96%. Наилучший показатель получен на полях АИЗВ-4С-V№1, АИЗВ-4С-V№4, АИЗВ-2С-Z№6, ВАЗВ-БКНС-2. На контроле было выявлено увеличение численности вредителя.

Общая биологическая эффективность составила 96,1%.

Список источников

1. Штерншис, М. В. Биологическая защита растений : учебник / М. В. Штерншис, И. В. Андреева, О. Г. Томилова. - 3-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2019. - 332 с.
2. Кудашов, А. А. Сельскохозяйственная энтомология. Систематическое положение основных вредителей сельскохозяйственных культур, лесных, декоративноцветочных растений и продовольственных запасов : методические указания / А. А. Кудашов, О. В. Сергеева. - Санкт-Петербург : СПбГАУ, 2018. - 52 с.
3. Системы защиты основных полевых культур Юга России : учебное пособие / Н. Н. Глазунова, Ю. А. Безгина, Л. В. Мазницына, О. В. Шарипова. - Ставрополь : СтГАУ, 2013. - 184 с.
4. Есипенко, Л. П. Прогноз в защите растений : учебное пособие / Л. П. Есипенко. - Краснодар : КубГАУ, 2019. - 202 с.
5. Методика опытного дела : учебное пособие / В. Н. Жуланова, С. О. Канзываа, В. П. Тулуш [и др.]. - Кызыл : ТувГУ, 2018. - 98 с.

Применение инсектицидов для защиты чечевицы тарелочной от гороховой плодовой жорки в условиях сухостепной зоны Саратовской области Татищевского района

Илья Александрович Шишкин, Елена Викторовна Лялина

Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов

Аннотация. В данной статье приведены результаты фитосанитарных исследований посевов чечевицы тарелочной на эффективность основных приёмов защиты от вредителей. Целью проведения исследования являлось изучить эффективность применения инсектицидов для защиты растений чечевицы тарелочной от гороховой плодовой жорки в условиях Саратовского Правобережья. На основании химической обработки изучена биологическая эффективность возделывания чечевицы тарелочной.

Ключевые слова: пшеничный трипс, вредоносность, экономический порог вредоносности, инсектицид, сорт, чечевица тарелочная, Надежда, гороховая плодовая жорка

The use of insecticides for the protection of plate lentils from pea codling moth in the conditions of the dry steppe zone of the Saratov region (Tatishchevsky district of the Saratov region)

Ilya Alexandrovich Shishkin, Elena Viktorovna Lyalina

Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov,
Saratov

Abstract. This article presents the results of phytosanitary studies of plate lentil crops on the effectiveness of the main methods of protection against pests. The purpose of the study was to study the effectiveness of the use of insecticides to protect lentil plants from the pea codling moth in the conditions of the Saratov Right Bank. On the basis of chemical treatment, the biological efficiency of the cultivation of plate lentils was studied.

Key words: wheat thrips, harmfulness, economic threshold harmfulness, insecticide, variety, lentil, plate, Nadezhda, pea, codling moth

Получение высоких урожаев зерна чечевицы, сопряжено с рядом трудностей – соблюдение технологии возделывания, климатические условия, болезни и вредители посевов, одним из которых является массовое развитие вредителя гороховой плодовой жорки (*L. nigricana* F.). Ее вредоносность по данным разных авторов может достигать 30-40 % [2,4]. Поэтому изучение ее вредоносности, а также борьба с ней имеет огромное значение для науки и практики [4].

Известно, характер повреждения заключается в том, что гусеницы внедряются внутрь боба, чаще через верхний шов. Там они питаются семенами, не переходя в другой боб. Если к моменту выхода гусениц из яиц еще нет бобов, то они вгрызаются в стебель в местах его соединения с прилистником или в бутоны, но затем переходят в боб. Весь период развития гусеница находится внутри боба (17–25 дней). Гусеница проходит пять возрастов. Закончив питание, гусеница спускается по паутинке или по стеблю в почву, где остается на зимовку. В результате снижается масса семян и их всхожесть, ухудшаются пищевые качества чечевицы. Повреждения способствуют заболеванию чечевицы аскохитозом [4].

В настоящий момент имеется официально зарегистрированный препарат для борьбы с гороховой зерновкой – Кинфос, КЭ, поэтому в опыте использовался препарат с аналогичным

химическим классом действующих веществ – Шаман, КЭ (пиретроиды + ФОС) и препарат Контадор, ВРК с действующим веществом (имидоклоприд) из химического класса неонекотиноиды [8].

Цель: изучить распространенность и вредоносность гороховой плодожорки на чечевице и определить экономическую эффективность применения изучаемых пестицидов.

Задачи:

1. Изучить распространенность и вредоносность гороховой плодожорки на чечевице
2. Провести подбор инсектицидов для борьбы с гороховой плодожоркой на чечевице
3. Определить экономическую эффективность применения изучаемых пестицидов на чечевице

Исследования по совершенствованию приемов адаптивной технологии возделывания чечевицы проводились на опытном участке в производственных условиях ИП «Шишкина Л.Ю.» Татищевского района Саратовской области, землепользование которого расположено в Саратовском Правобережье.

При проведении опытов применялись следующие методы и методики изучения растений: с целью определения процента гибели гусениц в разных местах обследуемого участка делались раскопки на глубину до 10 см на пробных площадках 0,25 м² (50 x 50 см). Количество проб брались в зависимости от размера обследуемого участка. Собранные коконы с гусеницами подвергали анализу. Обнаруженных гусениц подсчитывали и определяли среднюю плотность на 1 м² [6].

Учет биологического урожая проводили путем отбора 10-ти снопов с площадок 0,25 м² с каждого варианта двух несмежных повторностей с последующим переводом на стандартную чистоту (100 %) и влажность (14 %); экономическая эффективность рассчитывалась на основе технологических карт с корректировкой фактически выполненных агротехнических мероприятий [5].

Для учёта развития гороховой плодожорки использовались специальные феромонные ловушки, которые устанавливаются на полях в фазу бутонизации зернобобовых культур. Проводился ежедневный мониторинг, подсчитывая количество бабочек, попавшихся в ловушку за прошедшие сутки, после чего этот показатель сравнивали с ЭПВ. На всех вариантах опыта ЭПВ был превышен.

ЭПВ (фаза «бутонизация» - «цветение») - 30-40 бабочек на феромонную ловушку с феромоном Е, Е-8, 10 – ДДА за неделю) [1].

Повреждение растений происходит в фазу всходов, когда высота растений составляет 5 см.

На растениях чечевицы сорта Надежда в среднем количество повреждений составляло 100 единиц. Через 20 суток количество повреждений увеличилось до 220 штук в 2020 году и до 270 штук в 2021 году. Уровень повреждения растений фитофагом в 2021 году, по сравнению с 2020 годом увеличился на 21%. Это вызвано относительно теплой зимой (тах температура воздуха в зимний период не ниже -23°С) и толстым снежным покровом (таблица 1).

Определение биологической урожайности позволило выявить наиболее эффективный препарат. На контрольном варианте, в среднем за два года исследований, урожайность культуры достигала величины 1,16 т/га, обработка посевов инсектицидом Кинфос, КЭ способствовало увеличению данного показателя до 1,31 т/га, а при применении препарата Контадор, КЭ – 1,21 т/га. Наибольшая урожайность зерна получена на варианте с применением препарата Шаман, КС (таблица 2).

В результате проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. На растениях в среднем количество повреждений составляло до 270 штук в 2021 году. Уровень повреждения в 2021 году, по сравнению с 2020 годом увеличился на 21%. Численность вредителя составляла в среднем 25 гусениц на один квадратный метр на глубине 10 см на площадке 0,25 м² (50 x 50 см).

Таблица 1 – Биологическая эффективность препаратов

Вариант опыта	Норма Расхода препарата, л/га	Повторность					Биологическая эффективность, %
		1	2	3	4	Среднее	
		Среднее число гусениц на 1 м ²					
Контроль	-	25	31	17	28	25,25	-
Кинфос, КЭ	0,3	5	7	1	10	5,75	77,23
Шаман, КЭ	1,0	1	3	2	1	1,75	93,07
Контадор, ВРК	0,2	4	15	8	6	8,25	67,33
F факт.		23,07					-
НСР ₀₅		3,49					-

2. Для исследований были выбраны инсектициды, ранее не применявшиеся в хозяйстве для борьбы с гороховой плодожоркой на чечевице тарелочной. За эталон был взят препарат Кинфос, КЭ (бета-циперметрин 40г/л + диметоат 300 г/л) в дозировке 0,3л/га, а испытуемыми препаратами являлись Шаман, КЭ (хлорпирифос 500 г/л + циперметрин 50г/л) в дозировке 1л/га и препарат Контадор, ВРК (имидаклоприд 200 г/л) в дозировке 0,2л/га.

Таблица 2 – Урожайность чечевицы в период исследований

Вариант опыта		Биологическая урожайность, т/га		
Сорт	инсектицид	2020г.	2021г.	среднее
		Надежда	Контроль	1,38
Кинфос, КЭ.	1,45		0,98	1,21
Контадор, КЭ	1,61		1,02	1,31
Шаман, ВРК	1,74		1,16	1,45
Fфакт.		10,10	10,10	10,10
НСР ₀₅		1,12	0,09	0,07

В результате опытов было выявлено, что препарат Шаман, КЭ имеет самую высокую биологическую эффективность 93,07%, в отличие от других испытываемых препаратов (Кинфос, КЭ – 77,23%; Контадор, ВРК – 67,33%).

3. При расчете экономической эффективности было выявлено, что использование препарата Шаман, КЭ оказалось более рентабельно (107,1 %), чем использование других препаратов. Потери урожая снизились на 7,2% относительно участка без обработки, а прибавка урожая составила 0,4 т/га.

Исходя из проведенных исследований, для борьбы с гороховой плодояркой рекомендуем применять на сорте чечевицы тарелочной Надежда инсектицид Шаман, ВРК в рекомендуемой дозировке.

Список источников

1. Архипов, Г.Е. Гороховая плодоярка - опасный вредитель / Зернобобовые культуры. - N 6. -1965. С. 36-37.

2. Баздырев, Н.А. Интегрированная защита растений от вредных организмов: учеб.пос. / Н.А. Баздырев. – М: Инфра-М, 2014. – 302 с.

3. Борзенкова, Е.В. Болезни и вредители вики и чечевицы / Г.А. Борзенкова, Е.В. Кирсанова. – Земледелие, 2012. - №5. - С. 32-33.

4. Вьюник, А.В. Гороховая плодоярка и её экологическая ниша на растениях гороха посевного / А.В. Вьюник, И.Н. Порсев, И.А. Субботин // В сборнике : Актуальные проблемы экологии и природопользования. Сборник статей по материалам 4 Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, 2020. - С. 85-89.

5. Методические указания по регистрационным испытаниям инсектицидов, акарицидов, моллюскоцидов и родентицидов в сельском хозяйстве. - СПб. :Всерос. науч.-исслед. ин-т защиты растений (Инновационный центр защиты растений), 2009. – 363 с.

6. Малинина, Т.В. Мониторинг основных вредителей посевов гороха и технология защиты (Рекомендации). – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2002. – 32 с.

7. Субботин, А.Г. Продуктивность смешанных посевов чечевицы тарелочной в условиях саратовского правобережья / Субботин А.Г., Нарушев В.Б., Летучий А.В., Гежа К.А. // В сборнике: Биологизация земледелия - основа воспроизводства плодородия почвы. Сборник материалов международной научно-практической конференции, посвященной 60-летию со дня рождения доктора сельскохозяйственных наук, профессора, академика РАН Леонида Геннадьевича Шашкарова. ФГБОУ ВО Чувашская государственная сельскохозяйственная академия. - 2018. - С. 128-132.

8. Справочник пестицидов и агрохимикатов разрешенных к использованию на территории РФ 2022. - с. 519

© Шишкин И.А., Лялина Е.В., 2022

Научная статья
УДК 582.52/.59: 57.022

Катионная пероксидаза сорго как компонент системы защиты от токсичных загрязнений

Елизавета Вадимовна Щербакова¹, Анна Алексеевна Галицкая^{1,2}, Екатерина Викторовна Дубровская²

¹Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского,
г. Саратов

²Институт биохимии и физиологии растений и микроорганизмов – обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Саратовский научный центр Российской академии наук», г. Саратов

Аннотация. Впервые выделена минорная катионная пероксидаза сорго со значением относительной подвижности белка, равным 0,03. Она входит в состав системы защиты растения от токсичных загрязнений и активна по отношению к соединениям фенольного ряда. Выделенная минорная катионная пероксидаза сорго сохраняет активность в широком диапазоне условий окружающей среды, поэтому обуславливает экологическую лабильность вида и делает возможным его произрастание в условиях токсичных загрязнений.

Ключевые слова: катионная пероксидаза, сорго, токсичные загрязнения

Sorghum cationic peroxidase as a component of the system of protection against toxic contaminants

Elizaveta Vadimovna Shcherbakova¹, Anna Alekseevna Galitskaya^{1,2}, Ekaterina Viktorovna Dubrovskaya²

¹Saratov National Research State University named after N.G. Chernyshevsky, Saratov

²Institute of Biochemistry and Physiology of Plants and Microorganisms – a separate structural subdivision of the Federal State Budgetary Institution of Science of the Federal Research Center «Saratov Scientific Center of the Russian Academy of Sciences», Saratov

Abstract. For the first time, a minor cationic sorghum peroxidase with a relative protein mobility value of 0,03 was isolated. It is part of the plant's protection system from toxic pollutants and is active against phenolic compounds. The isolated minor cationic peroxidase of sorghum remains active in a wide range of environmental conditions, therefore, it determines the ecological lability of the species and makes it possible to grow in conditions of toxic pollution.

Key words: cationic peroxidase, sorghum, toxic pollution

Введение. Серьезный ущерб почвам наносят вносимые через сточные воды и пыль соединения антропогенного происхождения, т.е. токсиканты. Основными токсикантами являются углеводороды нефти, поверхностно активные вещества, полициклические ароматические углеводороды и загрязняющие вещества фенольного ряда, которые попадают в окружающую среду из промышленных предприятий и транспортных средств [1]. Эти соединения подавляют рост и развитие большинства низших и части высших растений, среди которых можно выделить возделываемые в открытом грунте злаковые, сложноцветные и бахчевые культуры.

Эффективная биодеградация токсикантов почв возможна с участием растительных пероксидаз, входящих в состав антиоксидантной системы организма с супероксиддисмутазами и каталазами и обладающих высокими показателями активности. В организме растения они выполняют ряд немаловажных функций, которые способствуют его выживанию в неблагоприятных условиях окружающей среды: осуществляют катаболизм ауксинов, способствуют росту и созреванию плодов, удаляют токсичные продукты метаболизма прорастающих семян, принимают участие в дыхании и заживлении ран, защищают от патогенов и обезвреживают активные формы кислорода и азота. Особый интерес представляет то, что эти ферменты являются основой стрессоустойчивости, поэтому после стрессовой стимуляции их уровень значительно повышается. В роли стрессоров могут выступать: повышенное содержание солей, низкие и высокие температуры, ультрафиолетовое излучение и избыток тяжелых металлов. Согласно литературным данным после воздействия

на растение риса повышенных концентраций железа, меди и цинка был выявлен рост содержания пероксидаз, которые при этом претерпевали структурные изменения [2].

Биодеградацию различных соединений растительные пероксидазы осуществляют не только с помощью пероксидазной, но и с помощью оксидазной активности. Продуктами таких реакций являются гидроперекиси, которые принимают участие в образовании оксиферрильной формы гема, инициирующей пероксидазный цикл реакций [3]. В связи с этим растительные пероксидазы характеризуются неоднозначным строением активного центра, который с одной точки зрения представлен двумя отдельными зонами пероксидазной и оксидазной активностей [4], а с другой – единой специализированной областью [5]. По этой причине дополнение исследований об этих ферментах представляет фундаментальный интерес.

Анализ отечественной и зарубежной литературы позволил выявить растения, пероксидазы которых одновременно проявляют пероксидазную и оксидазную активности, что весьма редкое явление. Среди этих растений можно выделить: хрен обыкновенный (*Armoracia rusticana*) [6], арахис подземный (*Arachis hypogaea*) [7], люцерна посевная (*Medicago sativa*) [8], горох посевной (*Pisum sativum*) [4], мискантус сахароцветный (*Miscanthus sacchariflorus*) и сорго веничное (*Sorghum bicolor*) [8]. Именно у последних двух растений нами была померена активность. Однако тестовое исследование позволило обнаружить, что сравнительно наибольшие показатели активности характерны для сорго, поэтому для основного эксперимента был взят именно этот объект.

Сорго веничное является неприхотливой зерновой культурой, которая распространена на широком географическом диапазоне – от умеренной до субэкваториальной климатической зоны. Связано это с тем, что эти растения достаточно устойчивы к действию высоких температур, а также больших содержаний солей, что делает возможным их произрастание практически в любых почвах – вплоть до глинистых или солонцеватых. Массовое распространение сорго обеспечивает возможность его широкого применения – от производства пищевых волокон до синтеза биоорганического топлива. Этот злак к тому же обладает высоким биоремедиационным потенциалом и снижает концентрацию углеводородных загрязнителей на 21–98 % [9]. При этом выращивание взрослых растений не всегда экономически выгодно, что связано с определенными затратами и рисками. Однако для более полного представления о пероксидазах сорго возможно использование готовых препаратов ферментов быстрорастущих проростков, которые и являются объектом данного исследования.

Материалы и методы. В качестве объекта исследования выступали этиолированные проростки сорго сорта Капитал, семена которого были предоставлены ФГБНУ РосНИИСК «Россорго». В отличие от взрослых растений проростки обладают пониженным уровнем устойчивости, что позволяет в полной мере оценить биоремедиационный потенциал сорго и эффективность используемых методов очистки.

Деконтаминацию семян осуществляли при помощи стерилизации. Этот метод поверхностной очистки в лабораторной практике проводили при помощи гипохлорита натрия на протяжении 30 минут с последующим промыванием семян кипяченой водой не менее трех раз. Проростки культивировали в чашках Петри на смоченных кипяченой водой фильтрах при температуре 28°C в течение 5 суток.

Пятидневные проростки гомогенизировали в 0,05 М фосфатном буфере с pH 6,0 с добавлением кварцевого песка. Гомогенат очищали от дебриса и кварцевого песка при помощи центрифугирования при 2600 g. Для очищения супернатанта использовали высаливание при 50 % насыщении сульфатом аммония. Избавлению от соли в ресуспендированном осадке, содержащем высокомолекулярные ферменты, способствовал 18-20 часовой диализ в фосфатном буфере, который ранее использовали для получения гомогената из проростков.

Диализат подвергали методу тонкой очистки, а именно гель-фильтрации на колонке с сорбентом Sephacryl S-200, где в качестве элюента выступал 0,05 М фосфатный буфер,

содержащий 0,15 М хлористого натрия. Детекцию фракций осуществляли при помощи нативного гель-электрофореза в ПААГе по методу Laemmli с окрашиванием *o*-дианизидином в присутствии перекиси водорода [10]. Определяли также относительную подвижность белка, или R_f , которую рассчитывали как соотношение длины пути, пройденного белком, к общей длине пути. Чем меньше значение R_f , тем менее подвижен белок. Фракции с искомым ферментом объединяли между собой и концентрировали с использованием ячейки для ультрафильтрации Amicon 8050 (Millipore, США) в атмосфере азота.

Молекулярную массу искомого фермента определяли также методом гель-фильтрации, где для калибровки колонки использовали карбоксиангидразу (29 кДа), овальбумин (44 кДа), кональбумин (75 кДа) и декстран Blue (2000 кДа).

Для характеристики показателей активности выделенной пероксидазы использовали спектрофотометрический метод с привлечением программного обеспечения Vision Lite в режиме Rate, нацеленном на определение разности оптической плотности реакционной смеси в реальном времени. Активность фермента находили по отношению к 2,6-диметоксифенолу (DMP), 2,2'-азино-бис(3-этилбензотиазолин-6-сульфонату) аммония (ABTS) и аскорбиновой кислоте (ASC) при длине волны, равной 468, 436 и 290 нм соответственно. Способность искомого фермента окислять субстраты как в реакциях по пероксидазному, так и в реакциях по оксидазному пути характеризовали с помощью буферных растворов по Макилвейну в диапазоне pH от 2,6 до 7,0. Одна ферментная единица равняется количеству фермента, катализирующего образование одного мкмоль продукта в течение одной минуты при комнатной температуре. Концентрацию белка находили методом Брэдфорда с использованием бычьего сывороточного альбумина в качестве стандарта [11]. Его удельную активность определяли как мкмоль/мин/мг белка. Молярный коэффициент экстинкции составлял $14800 \text{ M}^{-1}\text{cm}^{-1}$ для DMP, $29300 \text{ M}^{-1}\text{cm}^{-1}$ для ABTS и $2800 \text{ M}^{-1}\text{cm}^{-1}$ для ASC.

С помощью растворов с концентрацией ABTS от 0,01 до 0,5 мкмоль/мл определяли сродство фермента к субстрату. В соответствии с уравнением Михаэлиса-Ментен максимальную работоспособность фермента отображает предельное значение гиперболы – V_{max} , при этом максимальное сродство фермента к определенному субстрату характеризует константа Михаэлиса – K_m , которая численно равна количеству субстрата в мкмоль/мл при скорости реакции, равной половине от максимального показателя. Чем меньше значение K_m , тем больше сродство [12].

В качестве первого контроля использовали реакционную смесь без фермента, а в качестве второго – реакционную смесь без субстрата. Каждое измерение проводили в трех аналитических повторностях.

Результаты и их обсуждение. Обработка семян обеспечила получение стерильных проростков без следов мицелия плесневых грибов. Активность диализата из пятидневных проростков оставалась на достаточном для дальнейшего исследования уровне. По итогам гель-фильтрации выделили отдельные фракции фермента, которые с помощью нативного гель-электрофореза были успешно разделены по молекулярной массой. Первыми из колонки, как правило, выходят наиболее тяжелые катионные изоформы с молекулярной массой в диапазоне от 17 до 84 кДа и выше [13]. Согласно литературным данным ранее из корней взрослых растений сорго веничного была выделена и охарактеризована доминантная катионная пероксидаза с R_f , равной 0,18 [14]. Однако минорная катионная пероксидаза с R_f , равной 0,03, выделена впервые. По этой причине фракции с ней были объединены между собой и сконцентрированы.

Молекулярная масса искомого фермента составляла 99 кДа, что превышает молекулярные массы других растительных пероксидаз и указывает на высокую степень гликозилирования этого фермента [13].

DMP является токсикантом деревообрабатывающей промышленности [15], использование которого в исследовании позволит дополнить знания о биodeградации загрязняющих веществ растительными пероксидазами. При этом особый интерес представляет окисление ферментом ABTS и ASC в реакциях по оксидазному пути, поскольку эти молекулы, как сообщалось ранее,

могут выступать в роли косубстратов и активировать реакции по пероксидазному пути более устойчивых соединений.

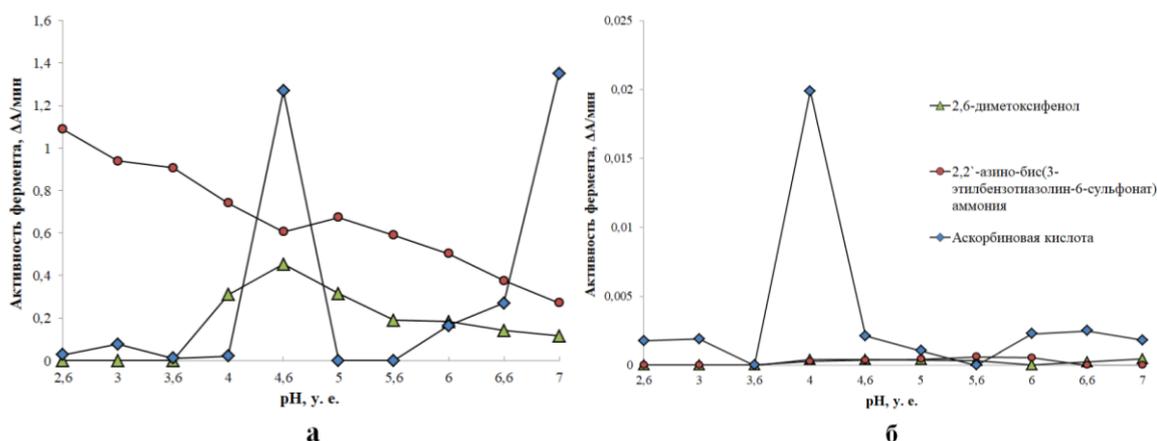


Рисунок 1. Активность выделенной минорной катионной пероксидазы сорго в минуту для реакций по пероксидазному (а) и оксидазному (б) путям

Максимальные показатели пероксидазной активности по отношению к DMP были получены при pH, равном 4,6, а максимальные показатели оксидазной активности – при pH, равном 7,0. Максимальные показатели пероксидазной активности по отношению к ABTS обнаружены при pH, равном 2,6, а максимальные показатели оксидазной активности – при pH, равном 5,6. Максимальные показатели пероксидазной активности по отношению к ASC были получены при pH, равном 7,0, а максимальные показатели оксидазной активности – при pH, равном 4,0. Сравнительный анализ пероксидазной и оксидазной активностей относительно заявленных субстратов показал (рисунок 1), что минорная катионная изоформа наиболее эффективно окисляет ASC, на что указывают значения в 1,351 и 0,01988 ΔA/мин соответственно. Менее эффективно фермент проявляет себя в случае с ABTS, на что указывают значения в 1,089 и 0,00062 ΔA/мин соответственно. Самые низкие показатели активности относятся к DMP, на что указывают значения в 0,454 и 0,00045 ΔA/мин соответственно. При этом наиболее стабильны активности фермента относительно ABTS, поскольку они сохраняются на достаточно высоком уровне на протяжении практически всего диапазона pH как для реакций по пероксидазному, так и для реакций по оксидазному пути. По этой причине именно этот субстрат был выбран для характеристики кинетики реакций с искомым ферментом.

По отношению к DMP удельная пероксидазная активность составляет $4,1577 \cdot 10^{-2}$ мкмоль/мин/мг белка, а удельная оксидазная активность – $0,0041 \cdot 10^{-2}$ мкмоль/мин/мг белка. По отношению к ABTS удельная пероксидазная активность достигает $5,0376 \cdot 10^{-2}$ мкмоль/мин/мг белка, а удельная оксидазная активность – $0,0028 \cdot 10^{-2}$ мкмоль/мин/мг белка. По отношению к ASC удельная пероксидазная и оксидазная активности составляют $65,3971 \cdot 10^{-2}$ мкмоль/мин/мг белка и $0,9625 \cdot 10^{-2}$ мкмоль/мин/мг белка соответственно. Однако стоит отметить, что вопреки ожидаемым результатам удельная оксидазная активность изоформы относительно DMP превышает таковую относительно ABTS в 1,5 раза. Различная субстратная специфичность двух активностей пероксидаз расширяет спектр окисляемых токсикантов, поскольку продукты реакций по оксидазному пути принимают участие в инициации пероксидазного цикла реакций.

Анализ полученных данных делает возможным выявление тенденции, что пероксидазная активность искомого фермента превышает оксидазную, а именно в 1009 раз для DMP, в 1766 раз для ABTS и в 68 раз для ASC. При этом обе активности сохраняются после многочисленных этапов выделения и очистки, что указывает на эффективность применяемой в исследовании методики.

Было установлено, что V_{\max} реакций по пероксидазному пути равна 0,0115, следовательно, $1/2V_{\max} = 0,00575$, а $K_m = 0,23$ мкмоль. Значение K_m , равное 0,23 мкмоль не позволяет в полной мере охарактеризовать сродство катионной пероксидазы к выбранному субстрату, однако может стать полезным при дальнейших разработках по теме исследования.

Заключение. Таким образом, в ходе исследования впервые выделена минорная катионная пероксидаза сорго со значением относительной подвижности белка, равным 0,03, которая обладает способностью к пероксидазному и оксидазному окислению ряда соединений. Был установлен субстратный спектр и оптимум pH для этих субстратов. Обнаружено, что наибольшими показателями удельной активности выделенный фермент обладает по отношению к ASC при pH, равном 7,0 для реакций по пероксидазному пути, и при pH, равном 4,0 для реакций по оксидазному пути. При этом активность изоформы наиболее стабильна по отношению к ABTS, который в дальнейшем был использован для характеристики кинетики пероксидазной реакции и позволил получить K_m , равную 0,23 мкмоль. Широкий диапазон условий окружающей среды, в котором выделенная минорная катионная пероксидаза сорго сохраняет свою активность, обуславливает устойчивость этого растения к отравляющему действию некоторых токсичных загрязнений почв.

Список источников

1. Распределение полициклических ароматических углеводородов в системе почва-растение под влиянием автотранспортных нагрузок городской среды / А.П. Хаустов, Ж.Д. Кенжин, М.М. Редина, А.М. Алейникова // Почвоведение. 2021. № 7. С. 871-883.
2. Fang W.C., Kao C.H. Enhanced peroxidase activity in rice leaves in response to excess iron, copper and zinc // Plant Science. 2000. N. 1-2. P. 71-76.
3. Рогожин, В.В. Пероксидаза как компонент антиоксидантной системы живых организмов. Санкт-Петербург: ГИОРД, 2004. 239 с.
4. Siegel B.Z., Galston A.W. The isoperoxidases of *Pisum sativum* // Plant Physiol. 1967. N. 2. P. 221-226.
5. Иванова Т.М., Рубин Б.А. О природе фенолоксидазного действия пероксидазы // Биохимия. 1962. № 4. С. 622-630.
6. Газарян И.Г., Хушпульян Д.М., Тишков В.И. Особенности структуры и механизма действия пероксидаз растений // Усп. Биол. химии. 2006. С. 303-322.
7. The crystal structure of peanut peroxidase / D.J. Schuller, N. Ban, R.B. van Huystee, A. McPherson, T.L. Poulos // Structure. 1996. N. 3. P. 311-321.
8. Peroxidases from root exudates of *Medicago sativa* and *Sorghum bicolor*: catalytic properties and involvement in PAH degradation / E. Dubrovskaya, N. Pozdnyakova, S. Golubev, A. Muratova, V. Grinev, A. Bondarenkova, O. Turkovskaya // Chemosphere. 2017. N. 20. P. 224-232.
9. Фиторемедиационный потенциал Сорго веничного для очистки земель от углеводородов нефти и тяжёлых металлов / О.В. Турковская, А.Ю. Муратов, Е.В. Дубровская, А.Д. Бондаренкова, Е.В. Лобунь // Аграрный научный журнал. 2020. № 12. С. 50-54.
10. Laemmli U.K. Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4 // Nature. 1970. N. 5259. P. 680-685.
11. Bradford M.M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding // Anal. Biochem. 1976. N. 1-2. P. 248-254.
12. Варфоломеев С.Д., Зайцев С.В. Кинетические методы в биохимических исследованиях. Москва: Изд-во МГУ, 1982. 345 с.
13. Purification and characterization of peroxidase from sweet gourd (*Cucurbita moschata* lam. Poiret) / E. Koksal, E. Bursal, A.G. Aggul, I. Gulcin // Int. J. Food Prop. 2012. N. 5. P. 1110-1119.
14. Доминирующая форма катионной пероксидазы из корней сорго веничного / Е.В. Дубровская, Н.Н. Позднякова, В.С. Гринев, А.Ю. Муратова, С.Н. Голубев, А.Д. Бондаренкова, О.В. Турковская // Физиология растений. 2016. № 3. С. 359-371.

15. Oxidation of polycyclic aromatic hydrocarbons by a tropical isolate of *Pycnoporus coccineus* and its laccase / P. Thongkred, P. Lotrakul, S. Prasongsuk, T. Imai, H. Punnapayak // ScienceAsia. – 2011. – N. 37. – P. 225–233.

© Щербакова Е. В., Галицкая А.А., Дубровская Е.В., 2022

Научная статья
УДК: 3109.01

Проблемы и достижения современного шелководства в Азербайджане

Юсифова Кубра Юсиф кызы, д-р.фил. по биологии, доцент

Ветеринарный Научно-Исследовательский Институт, Азербайджан Баку

Аннотация. Гусеницы тутового шелкопряда являются важным экономическим насекомым, а также инструментом для преобразования белка листа в шелк. Развитие и экономическое производство шелководства в значительной степени зависит от модуляции метаболизма и молекулярного механизма тутового шелкопряда, помимо его генетического состава и иммунологической резистентности. Одной из основных причин снижения производства коконов являются потери из-за болезней. Сбор информации об исследованиях, связанных с распространенностью болезней тутового шелкопряда в разных районах страны в разные сезоны года, очень полезен для мониторинга, профилактики и борьбы с ними. Однако такой сбор данных о различных болезнях тутового шелкопряда вообще и вирусных инфекциях в частности в мире очень ограничен. В настоящем исследовании была предоставлена информация, связанную с болезнями тутового шелкопряда в разных регионах нашей республики в сравнительном аспекте.

Ключевы слова: полиэдроз, грены, тутовый шелкопряд, желтуха

Problems and achievements of modern silki breeding in Azerbaijan

Yusifova Kubra Yusif, Phd in biology, associate professor

Veterinary Scientific Research Institute, Azerbaijan Baku

Abstract. Silkworm caterpillars are an important economic insect as well as a tool for converting leaf protein into silk. The development and economic production of sericulture is largely dependent on the modulation of the metabolism and molecular machinery of the silkworm, in addition to its genetic makeup and immunological resistance. One of the main reasons for the decline in cocoon production is loss due to disease. Collecting information on studies related to the prevalence of silkworm diseases in different parts of the country in different seasons of the year is very useful for monitoring, prevention and control. However, such collection of data on various diseases of the silkworm in general and viral infections in particular in the world is very limited. In this study, information was provided related to silkworm diseases in different regions of our republic in a comparative aspect.

Key words: polyhedrosis, grena, silkworm, jaundice

Введение. Гусеницы тутового шелкопряда, *Bombyx mori*, являются важным экономическим насекомым, а также инструментом для преобразования белка листа в шелк. Промышленное и коммерческое использование шелка, историческое и экономическое значение производства и его применения во всем мире внесли большой вклад в продвижение тутового шелкопряда как мощной лабораторной модели для фундаментальных исследований в области биологии. Развитие и экономическое производство шелководства в значительной степени зависит от модуляции метаболизма и молекулярного механизма тутового

шелкопряда, помимо его генетического состава и иммунологической резистентности. Одной из основных причин снижения производства коконов являются потери из-за болезней, которые составляют около от 30 % [2, 4]. Сбор информации об исследованиях, связанных с распространенностью болезней тутового шелкопряда в разных районах страны и (или) в разные сезоны года, очень полезен для мониторинга, профилактики и борьбы с ними. Однако такой сбор данных о различных болезнях тутового шелкопряда вообще и вирусных инфекциях в частности в мире очень ограничен. Патологический статус больного насекомого можно оценить с точки зрения симптомов, возникающих в результате взаимодействия между хозяином и патогеном, что, в свою очередь, зависит от степени прогрессирования заболевания, метаболических модуляций, физиологических приспособлений, молекулярных механизмов и защитной иммунной системы тутового шелкопряда. Такие симптомы проявляются в виде морфологических, физиологических и биохимических изменений в организме насекомого. Следовательно, существует острая необходимость предложить альтернативные корректирующие меры для восстановления производства шелководства даже во время инфекции, чтобы защитить интерес фермеров, занимающихся шелководством. В настоящем исследовании была предоставлена информация, связанную со болезнями тутового шелкопряда в разных регионах нашей республики в сравнительном аспекте.

Говоря немного об истории, Азербайджан с древних времён славился как один из главных центров шелковой индустрии Востока. Страна имеет полуторатысячелетнюю историю шелководства и столь же древние традиции. Самым большим регионом, где производился шелк, была провинция Ширван. Кроме этого, ценную ткань производили в Шеки, Гяндже и Шуше. Наибольшей популярностью пользовались ранее и пользуются до сих пор производимые здесь красивые женские платки с узорами [5, 7]. Данная отрасль развивается динамичными темпами, с каждым годом растут объемы производства сухих коконов. Отрасль показала не только свою жизнеспособность, но и высокую прибыль, рентабельность. В Государственной программе социально-экономического развития регионов на текущий период указаны меры по дальнейшему развитию шелководства, предпринимательства, [4]. созданию необходимых условий для дальнейшего роста объемов производства сухих коконов. Отметим, что во времена СССР шелководство в Азербайджане занимало второе место после Узбекистана, а по качеству коконов — первое. Сегодня основной целью является возрождение этих передовых традиций.

Личинки тутового шелкопряда часто страдают от вирусных инфекций, наносящих большой ущерб экономике шелковой промышленности. Насекомые проявляют как гуморальный, так и клеточный иммунный ответ в дополнение к метаболическим изменениям, которые эффективны против различных патогенов, таких как бактерии, грибы, простейшие и т. д., но ни один иммунный ответ насекомых не эффективен против физиологических приспособлений во время вирусных инфекций.

Вирусные заболевания являются опасными в виду того, что они передаются здоровым гусеницам от больных и, как следствие, приобретают массовый характер. Источником заражения становится инфицированный корм, инвентарь, пыль, больной шелкопряд, работник, не соблюдающий правил санитарии, а также грызуны, птицы, насекомые. Болезни протекают с разной степенью тяжести. Это зависит от активности возбудителя и от иммунитета шелкопряда [1]. На сегодняшний день нет удовлетворительных отчетов о метаболических изменениях и молекулярных механизмах при вирусной инфекции тутового шелкопряда. Очень немногие исследователи предприняли усилия для идентификации и характеристики антивирусных белков [8], гистологических изменений [9] и метаболических изменений [9] при различных заболеваниях. в шелкопряде.

В некоторых источниках характеристика болезней тутового шелкопряда определяется разделением их на два класса. Те, что вызваны некоторыми легко распознаваемыми паразитами животных и растений, а не бактериями, и те, которые имеют более неопределенную природу, в которых бактерии могут играть или не играть роль. За неимением лучшего названия первая группа — «паразитарные болезни» и вторая — «гнилостные болезни»

под паразитарными болезнями имеют большое значение пембрина, мускардина и миазы. Пембрина возбудитель- *Nosema bombycis*. Мускардин, возбудитель- *Beauveria bassiana*, и болезнь шелковичных червей, вызываемая личинками мухи *Tricholyga bombycis*, миазы.

Таким образом инфекционные болезни тутового шелкопряда, каковыми являются желтуха, пембрина, септицемия, мускардина, чахлость и т.д. причиняют огромный экономический ущерб хозяйствам. Чтобы избежать большого ущерба, от перечисленных заболеваний важно дифференцировать и вовремя принять меры предотвращения их. Нуклеополиэдровирус (желтуха) является наиболее опасным вирусом в шелководстве, часто вызывает большие экономические потери - это вирусное заболевание, сам вирус размножается в ядрах клеток и образует в них шестигранные тельца. Полиэдры сохраняют свою жизнеспособность 14 лет и более. Вирус поражает шелкопряд на личиночной и кукольной стадиях, но массовая гибель наблюдается в последнем возрасте гусеницы. Источником заражения может быть инфицированная грена. Часто болезнь передается от больной гусеницы к здоровой через корм и поврежденные кожные покровы. Вирус ядерного полиэдроза размножается в ядрах инфицированных клеток различных тканей и при созревании кристаллизуется, образуя полиэдры. Размер и форма многогранников значительно различаются не только между многогранниками разных насекомых, но часто и внутри многогранников одного вида насекомого. Они могут кристаллизоваться в виде декаэдров, тетраэдров и кубов в виде неправильных тел. У тутового шелкопряда. Ядерные многогранники имеют примерно сферическую и обычно шестиугольную форму и имеют размеры от 1,64 до 2,11 см, [2]. Вирионы имеют стержнеобразную форму и одинарную оболочку с закругленными концами и имеют размеры 247×96 мкм с внешней мембраной развития, в то время как внутреннее ядро имеет размеры 215×55 мкм, размеры вирионов 330×80 мкм. Встречаются также вирионы с множественной оболочкой, с помощью двумерного гель-электрофореза идентифицировано 33 и 84 структурных полипептида.

При пембрии (нозематоз) - на теле заболевших червей появляются маленькие темные пятна. Данное заболевание является инфекционным и передается по наследству. Нозематоз поражает тутовый шелкопряд на каждом этапе его развития [2]. Мускардина – грибок, споры которого хранятся в окружающей среде длительное время и поражает тутовый шелкопряд на всех стадиях, болезнь проявляется чаще всего в районах с влажным климатом Гусеница теряет упругость (при надавливании образуется ямочка), уменьшается в размерах, неподвижна, брюшные ножки чернеют, наблюдается падёж. Трупы червей твёрдые. В случае, когда гусеница погибла, но всё же завил кокон, то этот кокон издаёт характерный звук. При септицемии (гнилокровие, бактериоз) болезнь затрагивает все стадии возбудитель проникает в организм через повреждённые покровы. Заболевание молниеносное, в течении нескольких часов скрытого периода гусеница перестаёт есть, замирает. Все тело гусеницы становится тёмным при данном заболевании ещё при жизни наблюдается распад тканей, сопровождающийся плохим запахом. После падежа, в зависимости от возбудителя, мёртвая гусеница может быть зеленого, красного, бурого цвета. Для диагностики необходимо микробиологическое исследование крови [3].

Схожие симптомы с септицемией можно наблюдать при заболевании фляшерия (мертвенность). Болезнь вызывается различного рода бактериями и вирусами, которые могут сохраняться в окружающей среде годами. Некоторые гусеницы свисают на ветках, изо рта у них вытекает бурая тягучая жидкость. Такие гусеницы могут завить кокон, но он будет бракованным, с характерными сквозными пятнами.

Молекулярный механизм, с помощью которого насекомое сопротивляется вирусным инфекциям, распознает инфицированные клетки и вызывает метаболические изменения в клетке или физиологические приспособления в инфицированных клетках, плохо изучен. Метаболические изменения инфицированных насекомых играют важную роль во взаимодействии между хозяином и патогеном как часть стратегии выживания, включая физическую блокаду, такую как кутикула и перитрофический матрикс, эпителиальные барьеры, протеазные каскады, а также продукцию определенных метаболических конечных

продукции. В литературе есть данные об исследованиях, касающиеся защитных механизмов тутового шелкопряда против различных патогенов, таких как бактерии, грибки и простейшие [1,8,9]. Но к сожалению, в источниках мало информации о метаболических изменениях и молекулярных механизмах при болезнях тутового шелкопряда. По данным последних лет в некоторых лабораториях было проведено несколько исследований личинок тутового шелкопряда в связи с воздействием средств обогащения и питательных веществ, влияния сезонных колебаний, и влияние болезней на развитие шелкопряда [2], аналогичные исследования были проведены и в нашей лаборатории [2, 4, 6]. Важно заметить, что среди тысяч опубликованных статей, посвящённых бакуловирусам насекомых как эффективной системе экспрессии рекомбинантных белков, практически нет исследований, посвящённых метаболическим изменениям и молекулярному механизму в клетках-хозяевах тутового шелкопряда. Таким образом, особое внимание должно быть сосредоточено на этой области, чтобы определить взаимосвязь между метаболическими корректировками и иммунным ответом и белками, участвующими в придании устойчивости к модификации их экспрессии у шелкопрядов. Правильное понимание физиологических изменений, метаболических корректировок, молекулярных механизмов и гистопатологических изменений различных тканей тутового шелкопряда имеет важное значение при изучении процесса взаимодействия хозяина и патогена, защитных механизмов, развившихся в организме хозяина в ответ на инфекцию, выявление антизащитных/иммунодепрессивных молекул, высвобождаемые патогеном для подавления иммунитета хозяина необходимо глубоко изучить, прежде чем переходить к таким аспектам, как борьба с болезнями. Таким образом борьба с болезнями тутового шелкопряда сохраняет свою актуальность по настоящее время.

В последние годы с целью профилактики в хозяйствах тщательно ухаживают за гусеницами, а именно проводят своевременное удаление больных гусениц вместе с подстилкой, своевременное кормление, тщательное вентилирование [4]. Эффективных методов борьбы с инфекционными болезнями шелкопряда, а также нет необходимых методов способов лечения шелкопряда нет, борьба с болезнями представляется только в их профилактике.

Описанное выше указывает, на то что данная проблема не теряет своей актуальности по настоящее время, несмотря на то что шелководы уже столетия борются со многими болезнями тутового шелкопряда. В литературных данных можно встретить разработки в этом направлении, но многие из них все же безуспешны. Поэтому изучение инфекционных заболеваний в более глубоком аспекте важно для дальнейшего использования этих данных в испытании всевозможных средств профилактики и борьбы с инфекционными болезнями тутового шелкопряда, что и является целью наших исследований. В этом контексте важно изучить последние разработки в области метаболических корректировок и антимикробных белков у тутового шелкопряда. Мы надеемся, что эти знания о вирусных заболеваниях экономически важных насекомых, таких как шелкопряды, также помогут использовать тутового шелкопряда в качестве биореактора для разработки противовирусных агентов.

Материалы и методы исследований. Сбор и анализ информации об исследованиях, связанных с распространённостью болезней тутового шелкопряда в разные сезоны года в разных районах страны нашей страны и других стран в сравнении. В лаборатории Ветеринарного Научно Исследовательского Института для выделения скоплений вирусов полиэдроза шелкопряда из больных червей полученную гемолимфу, промывали после чего из гемолимфы готовили суспензии многогранников. Для получения чистых вирусных полиэдров полученный осадок центрифугировали (1000 об/мин. 15 мин.) для дальнейших исследований. Исследования проводились в хозяйствах районов Азербайджана с 2020-2022 гг. Были предварительно исследования гены на наличие инфекционных болезней. Исследуемый материал был взят в 2021-2022г. из 12 хозяйств районов Физули, Геранбой, Евлах и предоставлены в лабораторию вирусологии Ветеринарного Научно Исследовательского Института.

Результаты исследований. По литературным данным, известно что патогены вызывают ряд биохимических и физиологических изменений в тканях насекомых [2], а именно одним из стрессовых факторов являлось, то что хозяйство шелководов находилось вблизи животноводческих ферм, и стресс, вызванный навозом, и другими параллельными факторами окружающей среды повышал восприимчивость насекомых к болезням. Разные гибриды тутового шелкопряда были неодинаково восприимчивы или резистентны к разным типам заболеваний. Эти заболевания не только влияли на физиологическое состояние тутового шелкопряда, но и создавали экономические проблемы для фермеров. В данном случае потери урожая тутового шелкопряда напрямую были связаны с возникновением болезней, а не с неблагоприятными погодными условиями, приведшими к плохому урожаю тутовых листьев [2, 3]. По этим данным если от грибковой болезни потери были в размере 5-10 %, то от пембиновой болезни ущерб в шелководстве был еще больше, чему причиной были контаминированные подстилки и листья. На долю падежа от полиэдроза, в данных условиях приходилось почти 70 % общей гибели. Надо отметить, ядерный полиэдроз и цитоплазматический полиэдроз, легче идентифицировать с помощью обычного микроскопа. Тип идентификации включений при инфекции фляшерии сложнее тем, что в данном случае они могут быть обнаружены только с помощью электронной микроскопии и определенных тестов.

В наших исследованиях в шелководческих хозяйствах (Физули) были выявлены больные и мертвые гусеницы, и доставлены для анализа в лабораторию вирусологии ВНИИ. В патологическом материале тутового шелкопряда методом микроскопирования был выявлен возбудитель желтухи. Дальнейшие исследования данного патологического материала на стрептококки, нозема и грибной протеус дали отрицательный результат, наличие этих инфекций у тутового шелкопряда обнаружено не было. В двух хозяйствах (Геранбой), в 2021г. при исследовании больных и мертвых гусениц тутового шелкопряда микрокопированием был выявлен возбудитель желтухи (полиэдры). Параллельные исследования в 2 хозяйствах Евлахского района, в том же году дали аналогичные результаты. Было установлено, что выход грен данной партии составил 96 %, дружность 92 %. Исследования грен на зараженность инфекционными болезнями (полиэдроз, стрептококки, нозематоз) дали отрицательный результат. Грены местного производства на зараженность инфекционными болезнями не были исследованы.

В дальнейших опытах (2022) в лаборатории вирусологии и иммунологии ВНИИ (июль-август 2022) были проведены исследования гусениц тутового шелкопряда на наличие полиэдроза. Была выявлена зараженность полиэдрозом гусениц тутового шелкопряда на 2, 3, 4, этапах их развития. Также при исследовании больных гусениц тутового шелкопряда были выявлены гусеницы с подозрением на болезнь пембины. Но важно отметить при исследовании самой грены данной партии (апрель-май- июнь 2022) возбудителей пембины обнаружено не было.

Для продолжения исследований, в 2022г. был проведен анализ местных грен. Было установлено, что выход грены данной партии составил 96 %, дружность 92 %. Исследования грен, методом микроскопирования на зараженность инфекционными болезнями дали отрицательный результат, полиэдры обнаружены не были. Не смотря на это в хозяйствах районов Геранбой, Тер-Тер, Физули был выявлен возбудитель болезни желтухи. Исследования в данном направлении продолжаются.

Заключение. За несколько столетий, предположительно, ослабла пищеварительная система шелкопряда, что сделало насекомое весьма уязвимым к бактериальным и вирусным инфекциям. Сведения об организации и функционировании иммунной системы тутового шелкопряда в целом и применительно к вирусным инфекциям в частности немногочисленны. Важно отметить, что тутовый шелкопряд, легко подвержен ряду заболеваний в виду его одомашнивания, а также восприимчивость тутового шелкопряда одновременно зависит и от гибридов. Как было сказано выше, тутовый шелкопряд *B. mori* поражается рядом заболеваний, вызываемых вирусами, бактериями, грибами и микроспоридиями, эти болезни встречаются

почти во всех районах, занимающихся шелководством и наносят значительный ущерб урожаю коконов тутового шелкопряда. По представленным результатам лабораторных исследований нами установлено, на выкормках, в хозяйствах районов нашей республики, в червоводнях ежегодно наблюдается полиэдроз гусениц тутового шелкопряда, важно продолжать исследования в этом направлении с целью улучшить состояние по данному заболеванию в хозяйствах, с дальнейшим применением нанотехнологий в этом направлении. Для предотвращения и контроля этих заболеваний, параллельно необходимо следить за тем, чтобы они не подвергались стрессовым факторам, таким как температура, влажность, плохая вентиляция и недостаток питания, которые могут сделать их легко восприимчивыми к вирусным заболеваниям.

Список источников

1. K.Yu.Yusifova // Intensive emissions of mulberry silkworms in Azerbaijan. /S.Rustamova, R.A. Alizade. / All-Russian scientific-practical conference "Science without borders and language barriers", May 20, 2021. in FGBOU in Orlovsky GAU. Eagle 2021. ID: 46354325. P.144.
 2. K. Ramesh Babu, S. Ramakrishna at all. Metabolic alterations and molecular mechanism in silkworm larvae during viral infection:, K. Ramesh Babu, S. Ramakrishna Y. Harish Kumar Reddy, G. Lakshmi, N. V. Naidu, S. Sadak Basha, M. Bhaskar. African Journal of Biotechnology Vol. 8 (6), pp. 899-907, 20 March, 2009 Available online at <http://www.academicjournals.org/AJB> ISSN 1684–5315 © 2009 Academic Journals
 3. К.Юсифова Ю. Меры профилактики болезней тутового шелкопряда в хозяйствах Азербайджана/ Материалы VI Международной научно-практической конференции. «Научное обеспечение животноводства сибиряи»/ 2022 г. Красноярск. С 465. eLIBRARY ID: 49279634
 4. К.Юсифова Ю. Болезни тутового шелкопряда в некоторых хозяйствах республики азербайджан 2021-2022. Всероссийской научно-практической конференции «Наука без границ и языковых барьеров». 2022 г. ФГБОУ ВО Орловский ГАУ. С. 439. LIBRARY %20ID: %2049289457
 5. S.Rustamova, // Cultivation of mulberry silkworm with green mass and mixed feeds. // K.Yu.Yusifova R.A. Alizade./ Ministry of Agriculture of Azerbaijan Scientific and Practical Conference Dedicated to the 120th anniversary of the Veterinary Research Institute. November 25-26 Baku 2021. p 439
 6. S.Rustamova, K.Yu.Yusifova // Development of new technologies for planting mulberry trees in Azerbaijan. // K.Yu.Yusifova R.A. Alizade. At all // IX All-Russian Scientific and Practical Conference "Energy saving and energy efficiency: problems and solutions". Nalchik 2020 Conference December 22-23, 2020 s. 270-274
 7. <https://wipolex-res.wipo.int/edocs/lexdocs/laws/ru/az/az002ru.pdf>
- Закон Азербайджанской Республики о правовой охране выражений фольклора Азербайджана
8. Hu-Peng YAO, Xiao-Feng WU, Gokulamma K (2006). Antiviral activity in the mulberry silkworm *Bombyx mori* (L). J.Zhejiang Univ. Science, pp. 350-356.
 9. Manohar Reddy B (2006). Metabolic modulations in various tissues of Pre Spinning. Silk worm, *Bombyx Mori* (L) larvae during grasserie disease. Ph.D. thesis submitted to SV University Tirupati AP. India.

© Юсифова К.Ю., 2022

СЕКЦИЯ 5. СОХРАНЕНИЕ БИОРАЗНООБРАЗИЯ КАК ОСНОВА УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

Научная статья
УДК 581.524.1

Аллелопатические свойства *Salvia tesquicola* Klokov & Pobed

Дарья Алексеевна Бабенко

Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени
Н.Г. Чернышевского,
г. Саратов

Аннотация. В процессе изучения химического взаимодействия растений – аллелопатии, изучаются экологические закономерности сожительства видов.

Ключевые слова: *Salvia tesquicola*, аллелопатические свойства, фитометрический метод

Allelopathic properties of *Salvia tesquicola* Klokov & Pobed

Daria Alekseevna Babenko

Saratov National Research State University named after N.G. Chernyshevsky,
Saratov

Abstract. In the process of studying the chemical interaction of plants - allelopathy, the ecological patterns of cohabitation of species are studied.

Keywords: *Salvia tesquicola*, allelopathic properties, phytometric method

Каждое растение влияет на другое в пределах фитоценоза. Воздействие может быть, как физическим, так и химическим. В данном исследовании рассматривается аллелопатия, её основой является выделение растениями в окружающую среду химических соединений.

Наиболее распространенным в лабораторной практике при определении аллелопатических свойств является фитометрический метод, основанный на использовании в качестве рецептора растения или их органы. Чаще всего в качестве пробы используются семена однодольных и двудольных растений, так как они одинаково реагируют на химические выделения от других особей, не смотря на вид. Большая концентрация каких-либо химических соединений чаще всего ингибирует прорастание семян и рост проростков, а малая может либо стимулировать к росту, либо не действовать.

При проведении исследования в основном используются семена редиса, кресс-салата, тимopheевки луговой, пшеницы и некоторых других видов растений. Аллелопатический режим выражается в условных кумариновых единицах - УКЕ (мг кумарина на 1 литр раствора).

Задачей исследования являлись оценка аллелопатической активности водных экстрактов листьев, стеблей, цветоносов *Salvia tesquicola* и установление степени ингибирования тест-объектов аллелопатически активными веществами.

Материалом послужили побеги шалфея остепнённого на территории памятника природы «Природный парк Кумысная поляна» 2022 года сбора. Шалфей остепненный – многолетнее травянистое растение высотой 30-60 см. Прицветные листья фиолетовые или красноватые, отчего соцветие ярко окрашено еще до распускания цветков. Чашечка густо опушенная, 5-6 мм длиной, венчик сине-фиолетовый, длиной 10-12 мм с серповидно изогнутой верхней губой и трехлопастной нижней. В Саратовской области распространен по степям, обочинам дорог, на обнажениях мела [1].

Химический состав данного растения разнообразен и содержит значительное количество флавоноидов, фенолкарбоновых кислот, танидов, каротиноидов, токоферола и аскорбиновой кислоты [2].

Работа проводилась в лаборатории кафедры ботаники и экологии СГУ им. Н. Г. Чернышевского. Методика исследования заключалась в том, что за 24 часа до проведения опыта был приготовлен экстракт из шалфея в концентрации 1:10 (1 г сухого растительного материала к 10 мл дистиллированной воды). Далее было подготовлено 9 чашек Петри по 2 повторности в каждой (3 варианта проб, включая контроль). Подготовив семена редиса сорта Красный с белым кончиком, мы отсчитали их по 100 штук всхожих и пинцетом равномерно распределили по дну на фильтровальную бумагу, заранее разделив её на 2 части. Редис проращивался в чашках Петри при увлажнении дистиллированной водой (вариант 1, контроль) и экстрактом шалфея остепнённого с разной концентрацией (варианты 2 и 3 соответственно 100 % и 50 %). Проращивание происходило при $t=20^{\circ}$ [3].

Сигналом об окончании опыта было проращение 50 семян в среднем из 6 повторностей контроля. Всхожесть семян составляет 90,8 % и вычисляется по формуле 1.

$$B = \frac{V_{\text{пр.}}}{V_{\text{общ.}}} \times 100\% \quad (1)$$

По окончании опыта был произведён подсчёт всех проросших семян и занесён в табл.1.

Таблица 1 – Результаты по количеству всходов в каждом варианте

Вариант	Повторности, кол-во проросших семян						Среднее из повторностей, шт	Всхожесть при К-50	УКЕ, мг/л
	1	2	3	4	5	6			
1(контроль)	93	89	87	90	91	95	90,8	181,6	0
2(100 % экстракт)	1	1	2	1	0	2	1,2	2,4	1100
3(50% экстракт)	2	2	0	3	3	4	2,3	4,6	900

Таким образом, аллелопатические активные вещества, содержащиеся в экстракте шалфея остепнённого, негативно влияют на проращение семян и развитие проростков двудольных растений. Условные кумариновые единицы в 100 % экстракте составляют 1100 мг/л, в разбавленном вдвое 900 мг/л.

Список источников

1. Еленевский А.Г., Буланый Ю.И., Радыгина В.И. Конспект флоры Саратовской области. Саратов: Наука, 2008. 232 с.
2. Немерешина, О.Н., Гусев Н.Ф Шалфей сухосухостепной как перспективное лекарственное растение степной зоны России. Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2019. № 6(80). – С. 118-121.
3. Торгашкова, О.Н. Практикум по основам химического взаимодействия растений: учебно-методическое пособие для студентов биол. фак. Саратов, 2008. 20 с.

© Бабенко Д.А., 2022

Научная статья
УДК 631.524.5: 582.675

**Нигелла дамасская
(*Nigella damascena* L.) – перспективная культура
для возделывания в условиях Поволжья**

**Башинская Оксана Сергеевна
Ерохина Анна Викторовна
Левкина Альбина Юрьевна
Зайцев Сергей Александрович**
ФГБНУ РосНИИСК «Россорго», г. Саратов

Рожков Павел Юрьевич
ФГБНУ РосНИИСК «Россорго», г. Саратов,
Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии
и инженерии имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов

Аннотация. В статье приведены сведения о происхождении, биологических особенностях и селекции культуры. Описаны пищевые, лекарственные и другие хозяйственнополезные свойства, а также рассмотрены основные элементы технологии выращивания нигеллы. Показано, что нигелла является перспективным источником ценного растительного сырья, который найдет применение в различных областях: в сельском хозяйстве, в пищевой, фармацевтической, парфюмерной, косметологической промышленности и в декоративном садоводстве.

Ключевые слова: нигелла посевная, нигелла дамасская, жир, кислоты, агротехника, сорт, селекция

***Nigella* DAMASK (*Nigella damascena* L.) is a promising crop for cultivation
in the conditions of the Volga region**

**Bashinskaya Oksana Sergeevna
Erokhina Anna Viktorovna
Levkina Albina Yurievna
Zaitsev Sergey Alexandrovich**
FSBI RosNIISK "Rossorgo", Saratov

Rozhkov Pavel Yurievich
FSBI RosNIISK "Rossorgo", Saratov,
Saratov State University of genetics, biotechnology and engineering
named after N.I. Vavilov, Saratov

Abstract. The article provides information about the origin, biological features and selection of culture. Food, medicinal and other economically useful properties are described, as well as the main elements of the technology of growing nigella are considered. It is shown that nigella is a promising source of valuable plant raw materials that will find application in various fields: in agriculture, in the food, pharmaceutical, perfumery, cosmetology industry and in decorative gardening.

Keywords: nigella seed, *Nigella* Damask, fat, acids, agrotechnics, variety, selection

Эфиромасличные культуры или как их еще называют эфирносы - это особые растения имеющие в своих клетках и (или) волокнах специфические летучие соединения с характерным запахом - эфирные масла.

Человечеству с древности известны эфиромасличные культуры и их полезные свойства.

В мире насчитывается около 3000 растений-эфироносов, способных продуцировать и накапливать эфирные масла, но промышленное значение имеют лишь 200 видов, которые содержат достаточное количество продукта необходимого качества. Тем не менее во многих государствах данная отрасль считается перспективной, и ее вполне успешно можно развивать в нашей стране. Как минимум 50 из 200 могут возделываться на территории Российской Федерации.

Эфирные масла нашли свое применение во многих отраслях промышленности: фармацевтическая, пищевая, парфюмерная и косметологическая, лакокрасочная и другие.

Потребности экономики России в эфиромасличном и лекарственном сырье на сегодняшний момент сложно определить, поскольку никто не может дать статистически выверенную достоверную характеристику процесса формирования рынка растительного лекарственного и эфиромасличного сырья.

По данным аналитиков, в настоящее время в России сложился устойчивый и стабильный спрос на эфиромасличную продукцию. Внутренняя потребность в эфирных маслах составляет примерно 4000 - 6000 тонн в год.

В России уже в XIX веке широко возделывались анис, тимьян, мята, шалфей, укроп. В это же период были построены первые заводы по переработке эфиромасличного сырья. В конце этого столетия объемы производства эфирных масел достигло значения в 70-120 тонн, а площади возделывания около 6 - 9 тыс. гектар.

До распада СССР располагалось множество колхозов в которых возделывались эфиромасличные культуры, общая площадь их составляла в различные периоды от 150 до 200 тыс. гектар. К снижению объемов возделывания эфиромасличных культур привел распад СССР в следствии реформирования сельскохозяйственной отрасли и переход к рыночной экономике.

По данным Росстата в 2012 году под эфиромасличными было занято 12,1 тыс. га, при этом около 92% площадей занимал кориандр. Так в 2016 году Россия стала лидером по экспорту кориандра и по сей день является его ведущим экспортером.

В 2017 году площади возделывания эфиромасличных культур увеличились до 65,6 тыс. га, валовый сбор семян эфирносов при этом составил — 52 тыс. тонн, валовый сбор пряностей (без учета семян) - 0,02 тыс. тонн, а валовый сбор соцветий, побегов и листьев - 5 тыс. тонн. [5].

В настоящее время, объем возделывания эфиромасличных культур не позволяет удовлетворить потребность внутреннего рынка в эфирных маслах и это несмотря на то, что наша страна обладает всеми ресурсами для возделывания широкого спектра эфиромасличных культур. По оценкам экспертов, площади возделывания необходимо увеличить до 150 тыс. га. [5].

В настоящее время возрастает интерес к новым, малораспространенным хозяйственно-ценным культурам. К ним относят нигеллу дамасскую (*Nigella damascena* L.) и нигеллу посевную (*Nigella sativa* L.). Эти виды, обладая широким набором хозяйственно-полезных свойств, приобретают все большее значение как лекарственные, пряноароматические, эфиромасличные растения в сфере медицины, декоративном садоводстве, а также в пищевой промышленности.

В ФГБНУ РосНИИСК «Россорго» выведены по одному сорту нигеллы дамасской и нигеллы посевной.

Нигелла дамасская - сорт ВИТОЛЬДИНА.

Назначение – кормовое.

Группа спелости. Период цветения - 15 дней. Период от начала вегетации до начала цветения - 25-30 дней.

Агрономические характеристики. Растение высотой 25-35 см, средней прочности, прямостоячее, округлой формы, со средней облиственностью, со средней энергией

стеблеобразования. Листья дважды-трижды перисто-рассечённые на узкие линейно-щетиновые дольки, зелёные, неопушённые. Цветки немахровые, одиночные, светло-синие. Чашечка из пяти лепестковидных, светло-синих, суженных к основанию, заострённых чашелистиков. Венчик из 5-8 двугубных лепестков-нектарников с длинным ноготком намного короче чашелистиков. Плод-коробочка из 5 листовок, длиной 1,9-2,5 см, гладкая, вздутая, диаметром 1,9-2,5 см, от светло-зелёного до тёмно-красного. Среднее количество цветков на одном растении - 22 шт.

Авторы: Волков Д.П., Гудкова Е.В., Жужукин В.И., Зайцева Л.И., Зайцев С.А., Маевский В.В.
Нигелла посевная - сорт ЧЕРНЫЙ БАРХАТ.

Назначение – кормовое. Группа спелости. Период от начала вегетации до начала цветения - 25-30 дней.

Агрономические характеристики. Растение высотой 45-55 см, средней прочности, прямостоячее, овальной формы, со средней облиственностью, со средней энергией стеблеобразования. Листья дважды-трижды перисторассечённые на короткие линейные дольки, зелёные, неопушённые. Цветки немахровые, одиночные, светло-синие. Плод — крупная удлинённая коробочка из 3-5 листовок, светло-зелёная, зернисто-бугристая, вздутая, почти до вершины сросшаяся, длиной 1,2-1,6 см. Среднее количество цветков на одном растении — 25 шт.

Авторы: Волков Д.П., Гудкова Е.В., Жужукин В.И., Зайцева Л.И., Зайцев С.А., Маевский В.В

Для получения хороших урожаев, нигеллу необходимо высевать на рыхлых, умеренно увлажнённых почвах и чистых от сорняков. Оптимальная температура развития растения 18-25 С. Семена могут прорасти с глубины 3-4 см. Оптимальная температура прорастания семян 7-10 С. Растение нигеллы светолюбивое и отзывчиво на удобрения.

Основная обработка почвы - зяблевая. После уборки предшественника, проводят дискование на глубину 6-8 см, а через 2-3 недели - вспашку на глубину 25-28 см. Предпосевная подготовка включает ранневесеннее боронование и культивацию. В условиях Саратовской области посев проводится в третьей декаде мая. Способ посева в основном широкорядный (45 см) или рядовой (15 см). Норма посева - до 10 кг/га глубина заделки семян 2-3 см. При благоприятных условиях всходы появляются через 6-7 дней.

Уход за посевами состоит в рыхлении междурядий и борьбе с сорняками. В начале вегетационного периода нигелла развивается медленно, поэтому первую прополку сорняков в рядках и рыхление почвы необходимо проводить сразу же после появления всходов. Следующая прополка проводится в фазе 3-4 листочков. Почва в междурядьях обрабатывается по мере появления сорняков или образования почвенной корки, вплоть до смыкания рядков растений. Убирать нигеллу на семена следует отдельным способом после пожелтения листьев, стеблей и при побурении коробочек. Необходимо отметить, что семена легко высыпаются с раскрытых плодов – листовок. Поэтому начинать уборку семян необходимо до наступления полной спелости. При запаздывании с уборкой возрастают потери урожая.

Таблица 1 – Качественный состав нигеллы посевной и дамасской

Вид	Жир	Белок	Клетчатка	Зола	БЭВ
Дамасская	44,67	21,79	6,28	4,35	22,91
Посевная	46,04	19,77	5,13	4,48	24,58

Семена нигеллы богаты содержанием жирного и эфирного масел. Сумма омега кислот в общем содержании жирных кислот составляет 80,23 % (арахидоновая, линолевая и другие). Отмечено наибольшее содержание омега-6 и омега-9 ненасыщенных жирных кислот, а именно, линолевой кислоты – 43,89 %. Сумма аминокислот составила 62,23 %. Выявлено высокое содержание аргинина (18,0 мг/кг) [2].

По результатам анализа, проведенных в ФГБНУ РосНИИСК «Россорго», выход жирного масла у нигеллы дамасской выше, чем у посевной и составляет – 44,67 %. По содержанию белка (21,79%) также лидирует нигелла дамасская.

Семена содержат алкалоиды – демасцин (0,1–0,3 %) и эфирное масло (0,37–0,5 %); углеводороды; стероиды, макроэлементы (мг/г): К – 8,8; Са – 8,2; Mg – 3,3; Fe – 0,06; микроэлементы (мкг/г): Mn – 20,6; Cu – 9,6; Zn – 29,7; Se – 0,32; I – 0,07 и др. [2]. В семенах идентифицированы следующие витамины: тиамин (В1), рибофлавин (В2), В6, фолиевая кислота (В9), РР, ретинол [3, 4]. Результаты качественного анализа семян нигеллы указывают на возможность использования их в качестве богатого источника получения для различных эффективных и безопасных лекарственных средств. В изученных образцах отмечено наибольшее содержание тиамина, необходимого для нормального протекания процессов роста и развития, а также для функционирования сердечной, пищеварительной, нервной системы, умственной деятельности. Традиционно применяется при различных заболеваниях, связанных с проблемами дыхательной системы, желудка, кишечника, почек, печени, сердечно-сосудистой системы, повышения иммунитета и улучшения общего состояния организма. Надземная часть растения обладает желчегонным, мочегонным и слабительным действием [4].

Список источников

1. Абрамчук А.В. Биометрические показатели плодов и семян нигеллы дамасской в зависимости от сроков их уборки / Абрамчук А.В. // Вестник биотехнологии. 2020. № 1 (22). С. 2.
2. Зайцев С.А. Характеристика нигеллы дамасской (*NIGELLA DAMASCENA* L.) при возделывании в Нижнем Поволжье РФ / Зайцев С.А., Волков Д.П. / В сборнике: научное обеспечение устойчивого развития агропромышленного комплекса в условиях аридизации климата. Сборник материалов международной научно-практической конференции, посвященной 35-летию ФГБНУ РосНИИСК «Россорго». Саратов, 2021. С. 121-126.
3. Пехова О.А. Особенности определения содержания эфирного масла в семенах нигеллы / Пехова О. А., Данилова И. Л., Тимашева Л. А., Серебрякова О. А. // Современное состояние, проблемы и перспективы развития аграрной науки: материалы IV международной научно-практической конференции. Симферополь, 2019. С. 91–94.
4. Nergiz, S. Chemical composition of *Nigella sativa* L. seeds / S. Nergiz, S. Otles // Food Chemistry. –1993 – Vol.48. – P. 259–261
5. Источник: <https://we-agro.ru/agroprojects/perspektivnye-napravleniya-vyraschivaniya-efiromaslichnyh-kultur.html>

© Башинская О.С., Ерохина А.В., Левкина А.Ю., Зайцев С.А., Рожков П.Ю., 2022

Научная статья
УДК 581.6 (5)

Фитохимические свойства водных экстрактов из вегетативных органов растений *Nuphar lutea* (L.) Smith, 1809

Анастасия Игоревна Блидина

Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, г. Саратов

Оксана Владимировна Седова

Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, г. Саратов

Аннотация. Объектами для исследования послужили корневища, плавающие листья и цветки кубышки желтой (*Nuphar lutea* (L.) Smith, 1809), отобранные из прудов с разной

антропогенной нагрузкой. Выявлено противомикробное действие водных вытяжек из корневищ *N. lutea* на *S. aureus* и *B. cereus*. Изучено содержание в экстрактах таких веществ, как Cu, Ni, Mn, Hg, C₆H₅N₃, хлориды, сульфаты, Ba. Проверены состав и действие вытяжек до и после заморозки. Выявлено подавление прорастания семян тест-культур кресс-салата, огурца, пшеницы, редиса под воздействием водных экстрактов из вегетативных органов *N. lutea*.

Ключевые слова: кубышка желтая, *Nuphar lutea*, антимикробное действие, аккумулярующая способность, противогрибковое действие

Благодарности: Авторы выражают благодарность за помощь и консультации при проведении экспериментов сотрудникам кафедры микробиологии и физиологии растений доценту Е. В. Глинской, инженерам Д. Л. Басалаевой, К. В. Зубовой, инженеру кафедры ботаники и экологии С. Г. О. Гахраманову.

Phytochemical properties of aqueous extracts from vegetative organs of *Nuphar lutea* (L.) Smith, 1809

Anastasia Igorevna Blidina, Saratov National Research State University named after N.G. Chernyshevsky, Saratov

Oksana Vladimirovna Sedova, Saratov National Research State University named after N.G. Chernyshevsky, Saratov

Abstract. The rhizomes, floating leaves, and flowers of yellow mound (*Nuphar lutea* (L.) Smith, 1809), selected from ponds with different anthropogenic load, were used as objects for the study. The antimicrobial effect of aqueous extracts of *N. lutea* rhizomes on *S. aureus* and *B. cereus* was revealed. The content of such substances as Cu, Ni, Mn, Hg, C₆H₅N₃, chlorides, sulfates, Ba was studied in the extracts. The composition and action of the extracts before and after freezing were checked. The inhibition of germination of seeds of test crops of watercress, cucumber, wheat, radish under the influence of aqueous extracts from vegetative organs of *N. lutea* was revealed.

Key words: yellow waterlily, *Nuphar lutea*, antimicrobial effect, accumulating capacity, antifungal effect

Acknowledgements: The authors express gratitude for the assistance and advice during experiments to the members of the Department of Microbiology and Plant Physiology – associate professor E.V. Glinskaya, engineers D.L. Basalaeva, K.V. Zubova, engineer of the Department of Botany and Ecology S.G.O. Gakhramanov.

Являясь классическим представителем высших водных растений в искусственных и естественных водоемах и водотоках Саратовской области [1, 2], Кубышка желтая так же обладает обширным спектром лекарственных свойств. Экстракты, произведенные из частей *N. lutea* могут применяться как противотрихомонадное, антимикробное, противовоспалительное, противоопухолевое, противогрибковое и контрацептивное средства [3].

Целью данной работы было выявление новых фитохимических и аккумулятивных свойств растений вида *Nuphar lutea*.

В середине вегетационного периода производился забор корневищ, плавающих листьев и цветков растений *N. lutea* из прудов с разной антропогенной нагрузкой: рекреационная зона г. Саратова (51.599025, 46.019404), и территория Национального парка «Хвалынский» (НПХ) (52.423770, 48.046013). Для дополнительного контроля результатов исследования было приобретено сухое измельченное корневище коммерческого производства г. Уфа.

Свежесобранные корневища и плавающие листья промывались проточной водой, измельчались и высушивались в сушильном шкафу при температуре 50°C. Приготовление

экстрактов производилось на водяной бане с добавлением 10 грамм сухого сырья в 200 мл дистиллированной воды [4].

Воздействие экстрактов на всхожесть семян проверялось на тестовых растениях: редиса *Raphanus sativus* L. сорт «Розово-красный круглый с белым кончиком» – 50 шт., пшеница *Triticum durum* Desf. сорт «Оникс» – 50 шт., кресс-салата *Lepidium sativum* L. – 100 шт. и огурца *Cucumis sativus* L. сорт «Адам» – 20 штук. Семена проращивались в чашках Петри при комнатной температуре на субстрате из фильтровальной бумаги [5].

Методом агаровых лунок изучена антимикробная активность водных экстрактов *N. lutea* на тест-культурах бактерий (ГИСК им. Л. А. Тарасевича) *Escherichia coli* 113-13, *Bacillus cereus* 8035, *Staphylococcus aureus* 209-P и фитопатогенных грибов (коллекция кафедры микробиологии и физиологии растений СГУ имени Н. Г. Чернышевского: *Aspergillus niger*, *Fusarium oxysporum*, *Penicillium citrinum*, *Cladosporium herbanum*, *Aspergillus flavus*, *Fusarium chlamydosporum*, *Paelomyces variotii* [6, 7].

Химический состав водных экстрактов из вегетативных органов кубышки желтой оценивался с помощью спектрофотометра Lange DR 2800. Были проанализированы образцы свежеприготовленных и подвергшихся заморозке вытяжек при $t -18^{\circ}\text{C}$, а также пробы воды, отобранные в пруду г. Саратова в зарослях *N. lutea* и на участках, лишенных водной растительности.

Статистическая обработка данных проведена с помощью пакета прикладных программ Microsoft Office Excel 2010.

Бактерицидное действие водных экстрактов из корневищ *Nuphar lutea* выявлено на культуры грамположительных бактерий: *S. aureus* и *B. cereus*. Фунгицидное воздействие на грибные культуры и антимикробное – на *E. coli* обнаружены не были. После заморозки действие всех вытяжек значительно ослабевает или полностью утрачивается. Отмечено полное отсутствие противомикробного действия у образцов экстрактов из плавающих листьев *N. lutea* (Табл. 1).

Таблица 1 – Сравнение ингибирующего действия свежеприготовленных и подвергшихся заморозке водных экстрактов из вегетативных органов *N. lutea* на культуры бактерий

Образцы свежих вытяжек <i>N. lutea</i>	Зоны ингибирования культур, мм		
	<i>S. aureus</i>	<i>B. cereus</i>	<i>E. coli</i>
Корневище (г. Саратов)	24±2	20±2	-
Корневище (НПХ)	25±4	19±2	-
Корневище (г. Уфа)	30±3	15±1	-
Плав. листья (г. Саратов)	-	-	-
Плав. листья (НПХ)	-	-	-
Образцы вытяжек <i>N. lutea</i> после заморозки			
Корневище (г. Саратов)	-	15±1	-
Корневище (НПХ)	-	13±1	-
Корневище (г. Уфа)	8±0,9	-	-
Плав. листья (НПХ)	-	-	-

Согласно исследованиям других авторов этанольные и водные экстракты из органов *N. lutea* обладают ингибирующим эффектом на *S. aureus*, *E. coli*, *Candida albicans* [8, 9]. Влияние экстрактов *N. lutea* ни на одну из выбранных нами культур фитопатогенных грибов не исследовалось. Были получены новые данные – отсутствие действия водных вытяжек из корневищ и листьев *N. lutea* на *A. niger*, *F. oxysporum*, *P. citrinum*, *C. herbanum*, *A. flavus*, *F. chlamydosporum*, *P. variotii*.

В эксперименте с покрытосеменными растениями интенсивное ингибирующее воздействие было оказано на кресс-салат всеми образцами экстрактов – полное отсутствие

проростков. В чашках с семенами редиса, пшеницы и огурца, где полив производился экстрактом из корневищ растений, отобранных в пруду НПХ, проросли только 30 % из заложенных в эксперимент семян. В чашках, где полив осуществлялся вытяжкой из плавающих листьев этого же растения отмечено прорастание 50 % семян. Экстракт из корневища кубышки желтой (г. Уфа) оказал наименьшее влияние на всхожесть семян – самое большое количество проростков (60 %) по отношению к контролю среди всех образцов экстрактов из корневищ (Рис. 1). Возможно, биологическая активность веществ в коммерческом сырье снижается в течение срока его хранения.

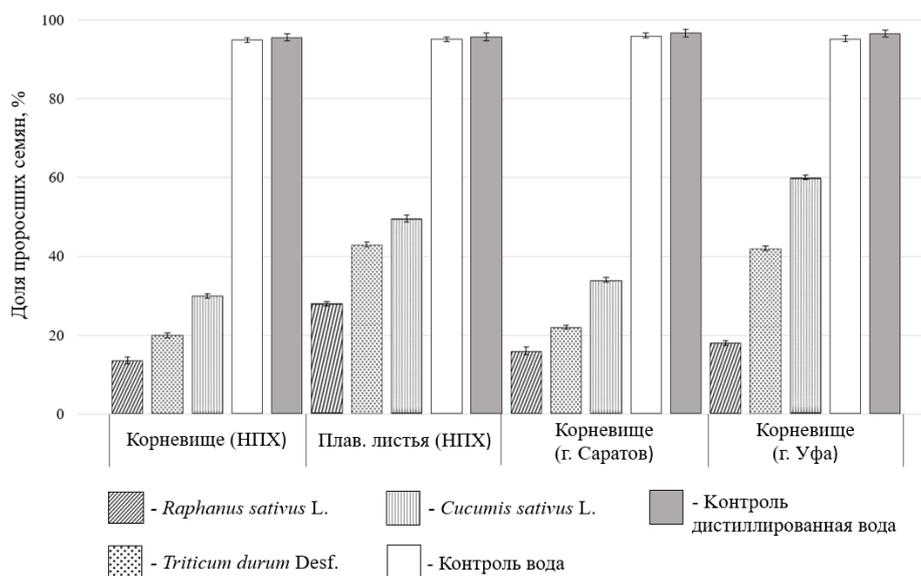


Рисунок 1. Влияние водных вытяжек из вегетативных органов *N. lutea* на прорастание семян

Для спектрофотометрического анализа экстрактов были выбраны вещества из списка нормативов предельно допустимых концентраций (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. Концентрации изученных веществ возрастают по средним значениям в порядке: Cu → Ni → Mn → Hg → C₆H₅N₃ (бензотриазол) → хлориды → сульфаты → Ва. Результаты спектрофотометрии экстрактов, прошедших заморозку, вероятно, могут указывать как на распад соединений вследствие воздействия пониженных температур, так и на возможную погрешность при измерении концентраций в свежеприготовленных вытяжках из-за повышенного содержания взвешенных веществ (Табл. 2).

В плавающих листьях *N. lutea*, отобранных в пруду г. Саратова, концентрации изученных веществ в несколько раз больше, чем в корневище из этого же водоема, что может свидетельствовать о тенденции переноса элементов в фотосинтезирующие органы исследованного растения. Предположительно, ингибирующее влияние вытяжек на прорастание семян связано не только с алкалоидами, но и с высоким содержанием бензотриазола (C₆H₅N₃). Его производные обладают цитотоксичностью и способны индуцировать мутагенез в клетках корневой меристемы растений на разных стадиях митоза [10, 11].

Очищенный от взвешенных веществ в результате заморозки экстракт из корневища *N. lutea*, отобранной в этом же пруду, по результатам спектрофотометрии отличается повышенным содержанием ртути (в 3 раза), сульфатов (в 1,5 раза), бензотриазола (в 2,6 раза) и бария (в 1,7 раза), что также указывает на накопительную способность вегетативных органов растения (Рис. 2).

Таблица 2 – Содержание веществ в свежеприготовленных и прошедших заморозку водных вытяжках из вегетативных органов *N. lutea*

Название вещества	Корневище (г. Саратов), мг/л		Корневище (НПХ), мг/л		Корневище (г. Уфа), мг/л		Плав. листья (НПХ), мг/л		Плав. листья (г. Саратов) мг/л
	Св.	З.	Св.	З.	Св.	З.	Св.	З.	
Взвешенные вещества	59	45	79	34	124	43	139	46	111
Барий	29	12	63*	15	129*	34	104*	47	132*
Медь	0,32	0,12	0,68	0,01	1,65*	0,34	1,30*	0,51	1,43*
Марганец	0,53	0,21	1,21*	0,26	2,59*	0,61	2,09*	0,87	2,70*
Никель	0,36	0,14	0,78	0,15	1,79*	0,39	1,48*	0,59	1,78*
Сульфаты	17	6	38	8	81*	19	67	27	86*
Ртуть холодные пары	3,5*	1,5	8,7*	2,5*	**	4,4*	**	6,8*	**
Бензотриазол	11,1	4,5	28,1*	7,5	50,3*	13,8	44*	19,3*	**
Хлориды	4,5	1,2	20,9	1,4	147,1*	5,6	90,8*	11	161,3*

Примечание. Св. – свежеприготовленный экстракт, З. – прошедший заморозку.

*показатели, превысившие диапазон измерения прибора Lange DR 2800.

**показатели, которые прибор не смог измерить, вероятно, из-за слишком большой концентрации веществ

Наряду с содержанием алкалоидов (нуфлеина, нуфаридина), аккумуляция в органах *N. lutea* таких токсичных веществ, как ртути, бензотриазола и др., ставит под сомнение безопасность внутреннего применения настоев и отваров при самолечении. Бензотриазол относится к третьему классу опасности для человека, оказывает воздействие на центральную нервную и дыхательную системы, желудочно-кишечный тракт, печень, почки, селезенку, миокард [12]. Предельно допустимой концентрацией для человека считается 5 мг/м³ в воде [13]. Однако производные С₆Н₅N₃ также обладают противопаразитарной, антибактериальной, противовирусной, инсектицидной и фунгицидной активностью [14–19].

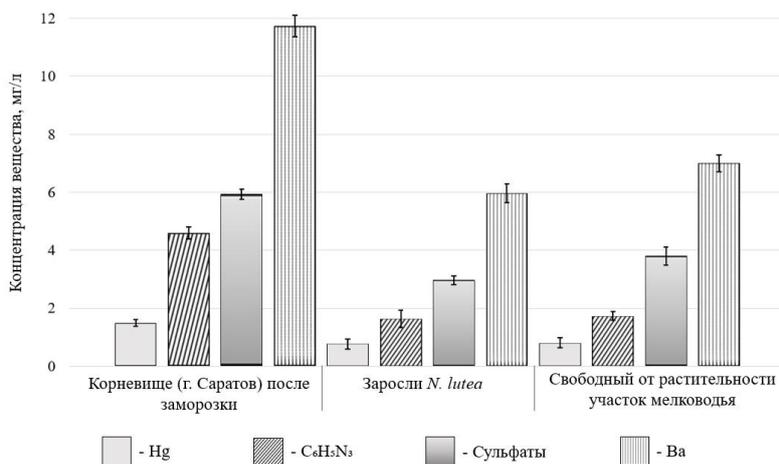


Рисунок 2. Сравнение концентраций веществ в экстракте из корневища *N. lutea* (г. Саратов) и воде из пруда г. Саратов

Несмотря на то, что для *N. lutea* выявлен и изучен значительный спектр свойств, это растение имеет очевидный потенциал к расширению возможностей применения. Вероятно, вещества, выделенные из кубышки желтой, могут быть использованы в сельском хозяйстве для борьбы с вредителями и фитоболезнями. Требуется дальнейшие исследования также аллелопатических свойств этого вида водных растений для получения полного представления о фитоценологических и консортивных связях в экосистемах водоемов. Имеющийся интерес к этому растению в народной медицине и выраженная накопительная способность, обуславливают важность уточнения безопасности самолечения отварами и настояками из корневищ.

Список источников

1. Бекренева Е. С., Закурдаева М. В., Седова О. В. К изучению флоры прудов национального парка «Хвалынский» // Самарская Лука: проблемы региональной флоры и глобальной экологии. Самарская Лука. 2009. Т. 18. №4. С. 118–124.
2. Закурдаева М. В., Седова О. В., Шишкина Е. С. Флора и растительность малых искусственных водоемов города Саратова // Вестник КрасГАУ. 2013. № 4 (79). С. 63–69.
3. Куркин В. А. Фармакогнозия. Самара: ООО «Офорт», ГОУВПО «СамГМУ», 2004. 1180 с.
4. Чеснокова С. М. Биологические методы оценка качества объектов окружающей среды: учебное пособие // Владимир: ВлГУ, 2008. 92 с.
5. Карпук В. В. Фармакогнозия: учебное пособие // Минск: БелГУ, 2011. 340 с.
6. Сизенцов, А. Н. Методы определения антибиотикопродуктивности и антибиотикорезистентности: методические указания к лабораторному практикуму // Оренбург: ИПК ГОУ ОГУ, 2009. 107 с.
7. Микробиологические методы: учебное пособие / Г. К. Давлетишина [и др.]. Уфа: Изд-во ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России, 2018. 119 с.
8. Yildirim A. B., Karakas F. P., Turker A. U. In vitro antibacterial and antitumor activities of some medicinal plant extracts, growing in Turkey // Asian Pacific Journal of Tropical Medicine. 2013. Vol. 6. №8. P. 616–624.
9. Optimization of screening of native and naturalized plants from Minnesota for antimicrobial activity P. Gillitzer / C. Martin [et al.] // J. Med. Plants Res. 2012. Vol. 6. P. 938–949.
10. Роль структуры ксенобиотика в развитии биологического ответа на примере производных бензотриазола / Е. С. Селезнева [и др.] // Вестник СамГУ. 2012. Т. 3, № 94. С. 219–225.
11. Земскова М. С. Влияние условий проведения эксперимента на генотоксичность // Вестник молодых учёных и специалистов Самарского университета. 2016. Т. 2, № 9. С. 25–31.
12. Федеральный регистр потенциально опасных химических и биологических веществ [Электронный ресурс. – Режим доступа: <http://www.rpohv.ru/online/detail.html?id=571>, свободный. – (дата обращения: 15. 02. 2022).
13. Паспорт безопасности: 1,2,3-Бензотриазол от 16. 02. 2018 № 9924 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.carlroth.com/medias/SDB-9924-RU-RU.pdf>, свободный. – (дата обращения: 15. 02. 2022).
14. Производные бензотриазола и их соли, образованные присоединением кислот, фунгицидное средство на их основе и способ борьбы с нежелательными грибами при защите растений и материалов: пат. 2158740 Рос. Федерация № 9810700/04 / Лутц А. [и др.]; заявл. 17.06.1996; опубл. 10.11.2000. 21 с.
15. Monbutiu J-C. M. The Chemistry of Benzotriazole Derivatives: A Tribute to Alan Roy Katritzky. Switzerland, 2016. 289 p.
16. Токсикология синтетических ядов / И.С. Бадюгин. Казань: Медицина, 1974. 407 с.
17. Селезнева Е. С., Склюев В. В. Способность *Drosophila melanogaster* адаптироваться к генотоксическому действию некоторых проихводных бензотриазола // Вестник СамГУ. 2006. № 7(47). 2006. С. 207–211.

18. The biology and chemistry of antifungal agents: a review / M. K. Kathiravan [et al.] // Bioorg Med Chem. 2012. Vol.20. P. 5678–5698.

19. Jamkhandi C.M., Disouza J. Synthesis and antimicrobial evaluation of 1H-benzotriazol - 1-yl{2-hydroxy-5-[(E) phenyldiazenyl] phenyl}methanone derivative // J Pharm Pharm Sci. 2013. Vol. 5. P. 225–228.

© Блидина А. И., Седова О.В., 2022

Научная статья

УДК 502.742: 595.7(470.326)

Новые находки охраняемых насекомых на территории заповедника «Воронинский»

Алексей Николаевич Володченко

Балашовский институт (филиал) ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского»,
г. Балашов

Аннотация. В результате мониторинговых исследований 2022 года получены новые данные о видах охраняемых насекомых в государственном природном заповеднике «Воронинский». Приводятся сведения о находках *Calosoma inquisitor* (Linnaeus, 1758), *Dorcus parallelipedus* (Linnaeus, 1758), *Sinodendron cylindricum* (Linnaeus, 1758), *Gnorimus variabilis* (Linnaeus, 1758), *Protaetia aeruginosa* Drury, 1770, *Leptura maculata* Poda, 1761, *Necydalis major* Linnaeus, 1758, *Papilio machaon* Linnaeus, 1758. Полученные данные имеют значение для актуализации данных Красной книги Тамбовской области.

Ключевые слова: охрана биоразнообразия, Красная книга, насекомые, Тамбовская область

New finds of protected insects on the territory of the Voroninsky Nature Reserve

Alexey Nikolaevich Volodchenko

Balashov Institute (branch) of the Saratov National Research State University named after N.G. Chernyshevsky,
Balashov

Abstract. As a result of monitoring studies in 2022, new data were obtained on the species of protected insects in the State Nature Reserve «Voroninsky». Information is provided on the findings of *Calosoma inquisitor* (Linnaeus, 1758), *Dorcus parallelipedus* (Linnaeus, 1758), *Sinodendron cylindricum* (Linnaeus, 1758), *Gnorimus variabilis* (Linnaeus, 1758), *Protaetia aeruginosa* Drury, 1770, *Leptura maculata* Poda, 1761, *Necydalis major* Linnaeus, 1758, *Papilio machaon* Linnaeus, 1758. The data obtained are important for updating the data of the Red List of the Tambov Region.

Key words: biodiversity conservation, Red Book, insects, Tambov region

Государственный природный заповедник «Воронинский» является важным элементом экологического каркаса Тамбовской области и бассейна реки Ворона. Подтверждением этому является обитание на его территории охраняемых видов животных и растений, в том числе и многих насекомых. С момента издания Красной книги Тамбовской области [5] были сделаны новые находки [1-3,6,7], что позволило уточнить данные по распространению и видовому составу охраняемых насекомых. В данной работе представлены новые находки редких видов в заповеднике в 2022 году.

Материал был собран в окрестностях р.п. Инжавино, в урочище «Лысая гора» (163 квартал заповедника), географические координаты 52.320254 СШ, 42.508506 ВД.

В видовых очерках приводятся данные об охранном статусе вида в Красных книгах Российской Федерации (ККРФ) и Тамбовской области (ККТО) [4,5], данные о находках и общие сведения по биологии и распространению в пределах региона и заповедника.

Отряд жесткокрылые Coleoptera

Семейство Carabidae

Бронзовый красотел *Calosoma inquisitor* (Linnaeus, 1758).

Охранный статус: ККТО – 3.

Материал: смешанный лес, 4.07.2022, 1 экз. А.Н. Володченко leg.

Лесной, дендрофильный вид. Дневной хищник, охотится на гусениц разных бабочек, главным образом шелкопрядов, волнянок, пядениц. Вид регулярно фиксируется в этом местообитании [2], что свидетельствует о постоянном характере его пребывания.

Семейство Lucanidae

Оленек *Dorcus parallelipedus* (Linnaeus, 1758).

Охранный статус: ККТО – 1.

Материал: смешанный лес, на осине, 4.07.2022, 2 экз.; там же, на дубе, 3 экз.; там же, на березе, 2 экз. А.Н. Володченко leg.

Лесной, ксилофильный вид. Встречается в лиственных лесах, личинка развивается в гнилой древесине корней, пней и стволов различных лиственных деревьев. В исследуемом местообитании встречается регулярно [2,7], но большой численности не имеет. Это говорит о существовании стабильной популяции, чему способствует большое количество древесного опада разной степени разложения. В Тамбовской области виду присвоен высокий ранг редкости, однако в целом в европейской части России широко распространен и нередок. В бассейне реки Хопер в Воронежской и Саратовской области встречается регулярно и является обычным компонентом лесных сообществ. Вероятно, дальнейшие исследования уточнят статус вида в сторону его снижения.

Однорогий рогачик *Sinodendron cylindricum* (Linnaeus, 1758).

Охранный статус: ККТО – 3.

Материал: смешанный лес, на осине, 4.07.2022, 2 экз.; там же, на дубе, 4 экз. А.Н. Володченко leg.

Лесной, ксилофильный вид. Встречается в лиственных лесах, личинка развивается в гнилой древесине корней, пней и стволов различных лиственных деревьев, предпочитая осину, березу и ольху черную. В заповеднике впервые отмечен в 2018 году [3]. Это второе известное местообитание вида в заповеднике.

Семейство Scarabaeidae

Восьмиточечный восковик *Gnorimus variabilis* (Linnaeus, 1758).

Охранный статус: ККТО – 1.

Материал: смешанный лес, на осине, 4.07.2022, 2 экз.; там же, на дубе, 4 экз. А.Н. Володченко leg.

Лесной, ксилофильный вид. Обитает в лиственных лесах, личинка развивается в гнилой древесине стволов и дупел различных лиственных деревьев, предпочитая дуб, ольху черную и крупные ивы. В заповеднике известен только из этого урочища, где был впервые зарегистрирован в 2018 году [3].

Гладкая бронзовка *Protaetia aeruginosa* Drury, 1770.

Охранный статус: ККРФ – 2, ККТО – 1.

Материал: смешанный лес, на осине, 4.07.2022, 1 экз. А.Н. Володченко leg.

Лесной, ксилофильный вид. Встречается в старых лиственных лесах, личинка развивается в гнилой древесине стволов и дупел различных лиственных деревьев, предпочитая дуб и плодовые. До настоящего времени вид был известен из заповедника лишь по одной находке 2002 года [2]. Так как вид встречается преимущественно высоко в кронах деревьев, то он редко фиксируется обычными методами сбора.

Семейство Cerambycidae

Пятнистая лептура *Leptura maculata* Poda, 1761.

Охранный статус: ККТО – 3.

Материал: смешанный лес, на цветах зонтичных, 4.07.2022, 1 экз. А.Н. Володченко leg.

Лесной, ксилофильный вид. Встречается в старых лиственных лесах, личинка развивается в трухлявой древесине различных лиственных деревьев. Данные по численности и распространению вида в заповеднике фрагментарные.

Большой коротконадкрыл *Necydalis major* Linnaeus, 1758.

Охранный статус: ККТО – 3.

Материал: смешанный лес, на дубе, 4.07.2022, 1 экз. А.Н. Володченко leg.

Лесной, ксилофильный вид. Встречается в старых лиственных лесах, личинка развивается в трухлявой древесине различных лиственных деревьев. Вид эпизодически встречается в заповеднике, в том числе и в обследуемом урочище [2].

Отряд Чешуекрылые *Lepidoptera*

Семейство *Papilionidae*

Махаон *Papilio machaon* Linnaeus, 1758.

Охранный статус: ККТО – 7.

Материал: опушка, на цветах зонтичных, 4.07.2022, 1 экз. А.Н. Володченко, Е.С. Сергеева leg.

Эвритопный вид, приуроченный к открытым ландшафтам. Встречается на лугах, опушках, в степях, личинка питается различными зонтичными. В заповеднике отмечается регулярно, но личинки вида находятся крайне редко.

Приведенные данные актуализируют информацию региональной Красной книги и имеют важное значение для ведения мониторинга охраняемых видов на территории заповедника. Отмечен постоянный характер пребывания в урочище «Лысая гора» *Calosoma inquisitor*, *Dorcus parallelipedus*, *Necydalis major*, что подтверждает ценность этого участка как рефугиума редких видов насекомых.

Список источников

1. Аникин В.В. К фауне чешуекрылых (*Lepidoptera*) заповедника "Воронинский" (Тамбовская область) / В.В. Аникин, А.Н. Володченко // Энтомологические и паразитологические исследования в Поволжье. – 2020. - № 17. - С. 52-57.

2. Володченко А.Н. Охраняемые насекомые государственного природного заповедника «Воронинский» (Тамбовская область, Россия) / А.Н. Володченко // Экосистемы. – 2020. - Вып. 22. - С. 105-113.

3. Володченко А.Н. Дополнения к фауне жесткокрылых (*Coleoptera*) государственного природного заповедника «Воронинский» (Тамбовская область) / А.Н. Володченко, А.С. Сажнев, Ю.Г. Удоденко // Эверсманния. – 2018. - Вып. 53. - С. 10-15.

4. Красная книга Российской Федерации, том «Животные». 2-ое издание. –М.: ФГБУ «ВНИИ Экология», 2021. – 1128 с.

5. Красная книга Тамбовской области: Животные. Тамбовской области. – Тамбов: ООО «Издательство Юлис», 2012. – 352 с.

6. Сергеева Е.С. Новые данные о стрекозах (*Odonata*) заповедника «Воронинский» (Тамбовская область) / Е.С. Сергеева // Научные труды Национального парка «Хвалынский»: сборник научных статей. – Саратов – Хвалынский: ООО «Амирит», 2022. - Вып. 15. - С. 227-230.

7. Volodchenko, A.N., Seleznev, D.G. Communities of Saproxyllic Beetles of Silver Birch (*Betula pendula* Roth.) in the Voroninsky Nature Reserve / A.N. Volodchenko, D.G. Seleznev // Contemporary Problems of Ecology. – 2022. – Vol. 15. - №1. - P. 71-82.

© Володченко А.Н., 2022

Пути восстановления биogeоценозов дубовых насаждений Среднего Поволжья

Алексей Анатольевич Володькин
Ольга Александровна Володькина
Пензенский государственный аграрный университет,
г. Пенза

Аннотация. В статье приведены возможные причины уменьшения площадей дубовых насаждений и негативные факторы, вызывающие их ослабление, что приводит к снижению их продуктивности. Предложены мероприятия, направленные на увеличение площадей дубрав и улучшение их состояния.

Ключевые слова: дуб черешчатый, биogeоценоз, деградация дубрав, воспроизводство дубовых древостоев, лесная экосистема

Ways to restore biogeocenoses of oak plantations in the Middle Volga region

Alexey Anatolyevich Volodkin
Olga Alexandrovna Volodkina
Penza State Agrarian University, Penza

Annotation. The article presents the possible reasons for the decrease in the area of oak plantations and the negative factors that cause their weakening, which leads to a decrease in their productivity. Measures aimed at increasing the area of oak forests and improving their condition are proposed.

Keywords: pedunculate oak, biogeocenosis, degradation of oak forests, reproduction of oak stands, forest ecosystem

Дубравы являются особо ценными растительными формациями, расположенными на землях с высоким плодородием почв, и основным ландшафтообразующим элементом. Они имеют сложную, многоярусную структуру фитоценоза. Каждый ярус представляет собой смешение нескольких древесно-кустарниковых пород, между которыми складываются сложные взаимоотношения, обеспечивающие экологическую устойчивость дубрав.

Дубовые насаждения играют важнейшую экологическую роль, выполняя водоохранные, защитные, рекреационные функции и ресурсную функцию, являясь источником древесины. Древесина дуба плотная, твердая, обладает высокой прочностью и красивой текстурой.

Дуб черешчатый в лесостепной зоне не может быть заменен никакой другой ценной породой. Поэтому в настоящее время все более актуальной становится задача сохранения и воспроизводства генетических ресурсов дуба черешчатого с использованием новейших достижений лесоводственной науки, генетики и биотехнологии. Научное и практическое разрешение этой проблемы неразрывно связано с разработкой научно-обоснованной системы мероприятий по восстановлению в лесном фонде наиболее ценных в хозяйственном отношении древесных пород. На территории Среднего Поволжья дуб черешчатый является основной лесообразующей породой в условиях лесостепной части европейской части России.

Значительная волна усыхания дубрав в России, с перерывами и затуханиями в отдельных районах, началась с начала 70 гг. прошлого века и продолжается до настоящего времени. Ухудшение состояния и усыхания дубрав определяется сложным комплексом абиотических, биотических и антропогенных факторов. Большое влияние на состояние и усыхание дубовых насаждений оказывают аномальные неблагоприятные погодные условия: засухи, суховеи,

сильные морозы и ранние заморозки, патологические факторы, связанные с повреждениями вредными насекомыми и болезнями [1,4,6].

Общая площадь лесов Пензенской области составляет 965,0 тыс. га, площадь, покрытая лесной растительностью – 862,9 тыс. га. Площадь дубовых насаждений - 148,6 тыс. га или 17,2 % от площади покрытой лесной растительностью. По сравнению с данными 1939 г. их площадь в регионе сократилась на 130,1 тыс. га или на 46,6 % [5].

Возможность восстановления дубрав является вполне реальной перспективой, о чем свидетельствует увеличение площади высокоствольных дубрав с 1941 по 1991 г. на 13,3 тыс. га., в среднем по 2660 га в год. При этом происходило сокращение площадей порослевых низкоствольных дубрав, за указанные 50 лет их площади сократились на 125,4 тыс. га. Особенно значительное их сокращение произошло в период с 1941 по 1991 г., когда каждое десятилетие площадь дубрав уменьшалась в среднем на 25,2 тыс. га.

За рассматриваемый период в лесном фонде Пензенской области увеличилась площадь спелых и перестойных дубрав на 10%, что свидетельствует о накоплении старовозрастных дубовых насаждений, которые в большем числе случаев относятся к насаждениям с нарушенной биологической устойчивостью, вследствие действующих в них хронических очагов трутовых грибов, раковых и сосудистых заболеваний, стволовых гнилей, опенка, а также наличия морозобойных трещин.

Наблюдается уменьшение площадей насаждений дуба I и II классов возраста в связи с сокращением объемов создания лесных культур дуба и редкими урожайными годами желудей, но в большей степени низким освоением расчетной лесосеки из-за запрета на проведение рубок спелых и перестойных насаждений на лесных участках, не предоставленных в аренду для заготовки древесины, составляющие около 50% земель лесного фонда, а также значительным снижением спроса на листовенную древесину, и как следствие отсутствием лесокультурных площадей, вышедших из под листовенных насаждений.

Проведенный анализ вероятных причин уменьшения площадей дубрав позволяет высказать предположение о том, что основной причиной деградации дубрав явились: интенсивная эксплуатация дубовых насаждений в течение почти трех столетий и современное нерациональное ведение лесного хозяйства без достаточной заботы о восстановлении дубрав. Все это привело к упрощению формы и структуры дубовых насаждений, их изреживанию, уничтожению его спутников, т. е. к формированию структуры насаждений, несоответствующей экологическим требованиям дуба черешчатого, что в сочетании с аномальными климатическими явлениями (засухи, сильные морозы), выступающими как инициализирующими факторами процесса, приводило к ослаблению деревьев. Затем следуют массовые размножения листогрызущих насекомых, развитие мучнистой росы, сосудистого микоза, стволовых гнилей и раковых заболеваний [8].

Важным фактором уменьшения площадей дубрав является также сокращение площадей, пригодных для размножения дубрав, земли постоянно используются для выращивания сельскохозяйственных культур и дубравы не могут формировать лесные сообщества на новых площадях, занимать открытые пространства лесостепной зоны, увеличивая тем самым распространение дуба и площади земель, покрытых лесной растительностью.

Анализ изменения площадей дубрав на территории Пензенской области позволяет нам сделать вывод, что деятельность человека препятствует осуществлению сложившегося веками процесса, характерного для лесостепной зоны, динамического процесса наступления леса на степь и движения в обратном направлении степи на лес. За счет указанного процесса происходило формирование новых ландшафтов и перераспределение энергии между компонентами биогеоценозов, таких как почва, вода, растения и микроорганизмы. Нарушение естественной динамики природных процессов и энергообмена, из-за жесткого закрепления постоянных участков строго под лесом или пашней, приводит к потере обеими видами ландшафтных комплексов своей устойчивости, к их деградации и в последствии к разрушению.

В настоящее время мы являемся свидетелями первого этапа указанного процесса – деградации ландшафтов. Устойчивость лесных экосистем зависит от устойчивости ландшафтов, их неизменяемости во времени и пространстве. Вслед за изменением ландшафтов происходят изменения количества отдельных пород деревьев в биогеоценозе.

Проведенный анализ динамики состава смешанных дубовых насаждений, показала, что деревья дуба сохраняются в общей структуре сообщества смешанного леса. В биогеоценозе количество составляющих его пород деревьев не изменяется в течение долгого периода, что свидетельствует о достаточной устойчивости смешанных насаждений. Смешанный лиственный лес, как биоценоз, в целом не деградирует, происходит определённое изменение структурного взаимодействия, установление взаимосвязей в новых условиях и дальнейшее улучшение состояния лесного биогеоценоза.

Биогеоценоз не перестаёт быть лесной средой, не переходит в другие категории земель, не покрытых лесной растительностью, то есть характеризуется структурной устойчивостью. На месте смешанных дубовых насаждений с преобладанием деревьев дуба формируются смешанные лиственные насаждения с преобладанием мягколиственных пород.

При выпадении из состава древостоев деревьев дуба они замещаются другими породами, изменяется породный состав, его структура, но в целом биоценоз сохраняется, как сложное сообщество. С течением времени в насаждении будут происходить изменения породного состава подлеска, подроста и травянистого покрова. Лес, как биогеоценоз восстанавливается в ходе процессов лесовосстановления и лесообразования. При этом снижается продукционная устойчивость насаждений, способность лесного биогеоценоза сохранять величину прироста биомассы и социально – функциональная устойчивость насаждений. Смешанные насаждения являются экосистемами способными вернуться в свое исходное состояние после снижения отрицательного воздействия на них. Видовое разнообразие биоценоза, конечно, не в полной мере свидетельствует об устойчивости лесных насаждений. Необходимо учитывать не только видовое богатство, но также и видовую насыщенность биоценоза ценными древесными породами с высокой биологической продуктивностью, соответствующие в большей степени типу условий местопроизрастания, способными поддерживать стабильность взаимодействия между разными участниками биогеоценоза и повышать качество биотопа [2].

В связи с тем, что каждый биоценоз обладает способностью самовосстанавливаться во времени, существует возможность, снизить степень антропогенного влияния на экосистему лесов, создав тем самым условия, при которых биоценоз смешанных насаждений с участием дуба смог самовосстановиться.

Для сохранения дубрав и дальнейшего увеличения их площадей необходимо принять меры по восстановлению биогеоценозов дубовых лесов, как наиболее устойчивых, способных формировать ландшафты с большим биоразнообразием, способные накапливать огромное количество природной энергии, за счет процессов фотосинтеза и положительного взаимовлияния между его компонентами [7].

Лес является огромной энергетической системой, перераспределяющей энергетические потоки между всеми компонентами, обеспечивая слабые звенья недостающими элементами питания и минералами, самостоятельно воспроизводя недостающие звенья в структуру сообщества и поддерживая тем самым общую устойчивость ландшафта. Между различными элементами ландшафтов постоянно происходит обмен энергиями. Сухопутные экосистемы постоянно находятся в обмене энергией с водными объектами, реками и водоёмами. Органические вещества, опавшие листья, трава, попадают в пищевые цепи водных обитателей, в свою очередь обитателей рек поедают наземные животные, деревья влияют на температуру воды, формирование донных отложений, реки обеспечивают деревья влагой. Между экосистемами происходит постоянный обмен энергиями, образуя единую систему жизни [3].

В лесных насаждениях листья, производящие биомассу, составляющие 1-5% от всей биомассы леса, производят основную валовую продукцию фотосинтеза в экосистеме, за счет которой формируются пищевые цепи. Стрессовые воздействия на биогеоценозы, избыточное изъятие людьми накопленной биомассы нарушают энергетический баланс природных систем

из-за нехватки энергии для всех участников пищевой цепи, для дыхания самих деревьев и тем самым значительно понижается их устойчивость и способность к самовосстановлению. В связи с этим, в настоящее время лесному хозяйству в рамках исполнения национальных программ необходимо проведение комплекса мероприятий, способных обеспечить воспроизводство дубовых насаждений различными методами.

В комплекс мероприятий, направленных на увеличение площадей дубрав и улучшение их состояния необходимо включить:

- селекционно-генетические мероприятия, направленные на выявление плюсовых деревьев и насаждений устойчивых к неблагоприятным факторам среды, к поражению вредителями и болезнями;

- создание постоянной лесосеменной базы дуба черешчатого для получения улучшенных семян путем создания лесосеменных плантаций;

- выявление и разведение позднезрелой формы дуба черешчатого;

- преимущественное создание культур дуба посевом желудей, собранных в лесорастительных условиях, отвечающих биологическим требованиям дуба черешчатого;

- увеличение площадей искусственного лесовосстановления дуба;

- формирование смешанных по составу и сложных по структуре высокополнотных и устойчивых против неблагоприятных факторов дубовых насаждений;

- проведение профилактических мер борьбы с использованием биологических комплексно-очажных методов, путем создания участков ремиз с условиями благоприятными для обитания птиц и энтомофагов.

Проведение всего комплекса мероприятий на протяжении длительного периода позволит повысить устойчивость дубовых насаждений и увеличить их площадь за счет искусственного лесовосстановления.

Список источников

1. Калиниченко, Н.П. Дубравы России / Н.П. Калиниченко. – Москва: ВНИИЦлесресурс, 2000. – 536 с.

2. Мэгарран Э. Экологическое разнообразие и его измерение / Э. Мэгарран - Москва: Мир, 1992. - 184 с.

3. Основы лесной биогеоценологии / Под ред. В.Н. Сукачева и Н.В. Дылиса. - Москва: Наука, 1964. - 574 с.

4. Стороженко, В.Г. Состояние древесных пород и воспроизводство дубовых древостоев в зоне лесостепи / В. Г. Стороженко, В.В. Чеботарёва, П.А. Чеботарёв // Лесохозяйственная информация: электронный сетевой журнал – 2018. – № 3. – С. 51–63.

5. Фомин, С. А. Состояние и пути улучшения дубрав Пензенской области / С.А. Фомин, О.А. Володькина // Проблемы и мониторинг природных экосистем: Сборник статей IV Всероссийской научно-практической конференции. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2017. – С. 155-161.

6. Харченко, Н.А. Сукцессионные процессы в дубравах центральной лесостепи как результат их деградации / Н.А. Харченко, Н.Н. Харченко, Е.Е. Мельников // Вестник Московского государственного университета леса - Лесной вестник. - 2009. - № 5. - С. 192-195.

7. Цветков, В.Ф. Лесной биогеоценоз / В.Ф. Цветков. – Архангельск: СоЛТИ, 2004. – 361 с.

8. Яковлев, А.С. Дубравы Среднего Поволжья /А.С. Яковлев, И.А. Яковлев. - Йошкар-Ола: Марийский ГТУ, 1999. - 351 с.

© Володькин А.А., Володькина О.А., 2022

Оценка антропогенного воздействия на эстетические качества природного ландшафта ООПТ Саратовской области (урочище «Буданова гора»)

Дарья Сергеевна Иванова, Ирина Вячеславовна Сергеева, Юлия Михайловна Мохонько, Юлия Михайловна Андриянова, Наталия Николаевна Гусакова
Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов

Аннотация. В статье представлены результаты оценки антропогенного воздействия на эстетические качества ландшафтов памятника природы урочище «Буданова гора» Саратовской области с помощью визуального анализа и фотофиксации. В результате исследований установлено, что антропогенная нагрузка на природный комплекс «Буданова гора» минимальная.

Ключевые слова: антропогенное воздействие, ландшафт, урочище, памятник природы, эстетические качества, фотофиксация

Assessment of anthropogenic impact on the aesthetic qualities of the natural landscape of the protected areas of the Saratov region (the tract «Budanova Mountain»)

Daria Sergeevna Ivanova, Irina Vyacheslavovna Sergeeva, Yulia Mikhailovna Mokhonko, Yulia Mikhailovna Andrianova, Natalia Nikolaevna Gusakova
Saratov State University of genetics, biotechnology and engineering
named after N.I. Vavilov, Saratov

Annotation. The article presents the results of the assessment of the anthropogenic impact on the aesthetic qualities of the landscapes of the natural monument of the tract «Budanova Gora» of the Saratov region using visual analysis and photofixation. As a result of the research, it was found that the anthropogenic load on the natural complex «Budanova Gora» is minimal.

Key words: anthropogenic impact, landscape, tract, natural monument, aesthetic qualities, photo fixation

Одной из важных и актуальных проблем современных исследований ландшафтов является оценка антропогенного воздействия на их эстетические качества: оценка эстетической привлекательности территории, выявление закономерностей формирования красоты пейзажей и ландшафтный дизайн [2].

Наши исследования проводились на особо охраняемой природной территории Саратовского района Саратовской области – памятник природы урочище «Буданова гора»

Цель исследований – оценка антропогенного воздействия на эстетические качества природного ландшафта объекта особо охраняемой природной территории Саратовской области – «Буданова гора».

Одним из объектов особо охраняемых природных территорий Саратовской области является памятник природы урочище «Буданова гора».

Территория урочища «Будановой горы» обладают выдающимися ландшафтными свойствами, высоким биологическим разнообразием, показательными геологическими разрезами с богатой верхнемеловой палеофауной. В этом месте сформированы микро- и макрогруппировки кальцефильных растений, различные по видовому составу и численности отдельных видов.

Оценка антропогенного воздействия на эстетические качества ландшафтов осуществлялась на основе методологии оценка воздействия на визуальные эстетические качества ландшафта. Визуальный анализ и характеристика памятника природы урочище «Буданова гора» проводятся на основе методов полевых изысканий и фотофиксации [1, 3].

На уровне визуальной пространственной единицы ландшафта на территории памятника природы урочище «Будановой горы» основное значение приобретают характеристики его объемно-пространственной структуры, на уровне участка – объемной или пластической, на уровне пейзажа – характеристики его полиструктуры.

В ходе исследований проанализировали проблему антропогенного воздействия на урочище «Буданова гора», сделали общую характеристику визуальных качеств ландшафта: общую природную структуру природного комплекса, его основных элементов (в том числе антропогенных), провели описание качеств природного комплекса, которые могут подвергнуться изменению в соответствии с предполагаемым освоением.

Для получения полной информации о фактическом состоянии объекта «Буданова гора» и передачи его природной красоты фотофиксацию проводили в разное время дня и в разные погодные условия (рис. 1).

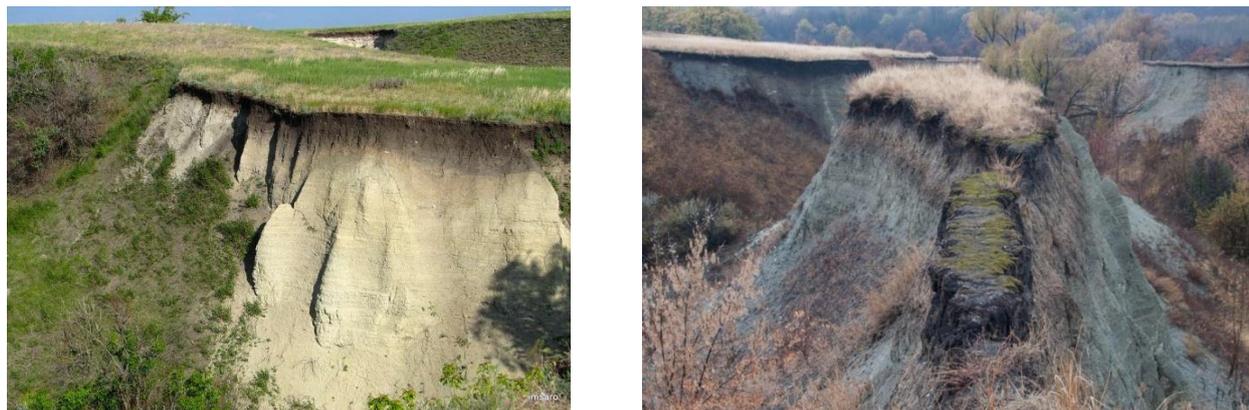


Рисунок 1. Фотофиксация объекта в разные погодные условия

В результате проведенной работы мы получили обширный фотоматериал с объекта проведения фотофиксации, около 90 фотоснимков, из которых можно отобрать фотографии, как для работы, так и для презентации.

Полученные изображения необходимы для создания правильного представления о достоинствах ландшафта «Будановой горы» и его эстетического состояния. При фотографировании фиксировались как положительное, так и отрицательное состояние ландшафта, затрагивались элементы ландшафта, как без антропогенного вмешательства, так и вместе с ним. Также проводили фотофиксацию и состояния растительности на территории памятника природы: фиксация растения в «полный рост», фиксация удрученного состояния растения, трещины, наличие грибка или прочих болезней («отрицательное» состояние) (рис. 2).

В ходе полевых изысканий и фотофиксации на территории урочища «Буданова гора» было дана оценка состояний дорожно-тропиночной сети, рельефа, почвы, поверхности земли, наличия проблемных участков (оползневые, затопляемые, болотистые участки и т.д.). Также было зафиксирована посещаемость объекта урочище «Буданова гора» населением разных возрастных групп в разные дни недели. В некоторых случаях посещаемость в праздничные дни возрастает в десятки, и даже сотни раз.



Рисунок 2. Фотофиксация растительного покрова природного комплекса

Для проведения ландшафтно-эстетических исследований использовалась ландшафтная карта территории памятника природы урочище «Буданова гора», на основе которой прокладывались маршруты и отмечались точки фиксации возможных точек обзора, выделялись наиболее важные позиции с панорамными или секторными «развертками» видов для определения визуальных связей между точками обзора с выделением «визуальных коридоров». При маршрутных исследованиях были получены около 80 фотоснимков, проведена их привязка, описание и анализ, составлена карта-схема расположения видовых точек. По карте-схеме расположения видовых точек памятника природы урочище «Буданова гора» делались фотоснимки пейзажных видов, а также ландшафтные и эколого-эстетические описания. При оценке пейзажно-эстетической ценности ландшафтов памятника природы «Буданова гора» сумма баллов в среднем составила 15. Это говорит о том, что территория природного комплекса урочище «Буданова гора» имеет III ранг ценности и является среднеценным пейзажем в соответствии с оценкой эстетической ценности. Коэффициент удельной эстетической ценности равен 0,57. Результаты проведения эстетической оценки территории памятника природы урочище «Буданова гора» представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты проведения эстетической оценки территории по географо-эстетическим критериям оценки ландшафта

№	Критерий	Балл
1.	Гармония природных и антропогенных объектов	2
2.	Наличие на участке живописных урочищ, уютных уголков, где приятно отдыхать, наслаждаясь красотой природы	0
3.	Наличие на участке выдающихся памятников, таких, как химерические скалы, водопады, вековые деревья сосредоточение прекрасных растений, цветов памятники истории и культуры и т.п.	0
4.	Наличие на участке обзорных площадок, с которые открываются красивые виды	2
5.	Выразительность рельефа местности	2
6.	Выразительность водных объектов	0
7.	Разнообразие и чередование растительных сообществ	2
8.	Разнообразие животного мира	2
Суммарный балл критериями		10

Суммарный балл результатов эстетической оценки территории по географо-эстетическим критериям равен 10 (максимальной суммарной балл равен 16), следовательно, пейзаж памятника природы урочище «Буданова гора» - красивый, привлекательный и неординарный.

Благодаря проведению фотофиксации на территории памятника природы урочище «Буданова гора» и получению фотоизображений, позволило сформировать представления о морфологической структуре природного ландшафта и степени его антропогенной трансформации.

В ходе исследований был определен показатель антропогенной трансформации ландшафта.

Установлено, что показатель антропоизации ландшафтного комплекса урочище «Буданова гора» равен 31,8, это свидетельствует о том, что территория природного ландшафта подвержена минимальному антропогенному воздействию и соответствует малой степени изменённости природного ландшафта.

В итоге были разработаны мероприятия по снижению антропогенной нагрузки на ландшафтный комплекс с учетом результатов преобладающих антропогенных факторов и характера их воздействия. Рекомендовано: обустройство рекреационных зон, усиление контроля на зонах особой охраны, посадка лесополос вдоль автомобильных дорог, искусственное лесовосстановление, очистка почв от загрязнения. Проведение рекомендованных природоохранных мероприятий позволит предотвратить или уменьшить вредное воздействие на природную среду. Основой при принятии решений должны служить результаты экологического мониторинга, включающего выявление обратимых функциональных изменений экосистем.

Список источников

1. Дирин, Д. А., Попов Е. С. Оценка пейзажно-эстетической привлекательности ландшафтов: методологический обзор // Известия Алтайского государственного университета. 2010. № 3-2. С. 120-124.

2. Оценка рекреационного использования особо охраняемых природных территорий Татищевского района Саратовской области / Ю. М. Андриянова, И. В. Сергеева, Ю. М. Мохонько, Н. Н. Гусакова // Вестник Российского университета дружбы народов. 2019. Т. 27. № 2. С. 117-127. doi:10.22363/2313-2310-2019-27-2-117-127

3. Стишов М. С. Методика оценки природоохранной эффективности особо охраняемых природных территорий и их региональных систем. М. : WWF России, 2012. 284 с.

© Иванова Д.С., Сергеева И.В., Мохонько Ю.М., Андриянова Ю.М., Гусакова Н.Н., 2022

Научная статья
УДК 581.5

Биологическое разнообразие флоры Троицкого района Челябинской области

Татьяна Николаевна Макарова

Южно-Уральский государственный аграрный университет
г.Троицк

Аннотация. В статье описана флора растительных сообществ на стационарных площадках данной местности. Мы отмечаем следующее, что на нетронутых участках биоразнообразие больше, чем на тех участках, которые подверглись антропогенному воздействию.

Ключевые слова: флора, биоценоз, семейство, участок

Biological diversity of the flora of the Troitsky district of the Chelyabinsk region

Tatyana Nikolaevna Makarova
South Ural State Agrarian University
g.Troitsk

Abstract. The article describes the flora of plant communities on stationary sites in the area. We note that there is more biodiversity in untouched areas than in those areas that have been subjected to anthropogenic impact.

Key words: flora, biocenosis, family, site

Сохранение биологического разнообразия в настоящее время уделяется достаточно много внимания, её выдвигают в разряд приоритетных. Существует значительное число исследований и публикаций, рассматривающих данный аспект (Чернов, 1991; Биоразнообразие., 1994; Кержнер, 1994; Соколов, Решетников, 1997; Розенберг, Мозговой, Гелашвили, 1999; Дьяченко, 2001; Ивашин, 2001; Состояние биоразнообразия., 2002) [1-3, 6-9].

При этом первым этапом является выявление и инвентаризация видового состава, экологических характеристик комплексов различных природных ландшафтов, с последующим мониторингом, необходимого для прогнозирования изменений под влиянием естественных и антропогенных факторов.

Решетников Ю.С. приводит следующие аргументы в пользу биоразнообразия «...поддержание биоразнообразия на планете важно как для настоящих, так и будущих поколений, поскольку его снижение вело и ведет к потере устойчивости наземных и водных экосистем и в целом вызывает негативные необратимые и невосстановимые изменения в окружающей природной среде [5]. Биоразнообразие необходимо рассматривать как общепланетарный вид природных ресурсов, представляющий значительный интерес для всех государств и народов. Сохранение биоразнообразия имеет научные, экономические, эстетические и нравственные аспекты»

Согласно мнению Никанорова А.М «... решение многих глобальных и региональных экологических проблем невозможно без фундаментальных знаний о разнообразии организмов, их распространении и взаимодействиях. Изучение биоразнообразия и составляющих его растений, животных и микроорганизмов необходимо для расчетов предельно допустимых экологических нагрузок на биосферу и конкретные территории, при анализе ассимиляционного потенциала окружающей природной среды и ее возможной хозяйственной емкости, при проведении комплексной экологической экспертизы и аудита любых экономических мероприятий, для разработки методик экологического планирования и прогнозирования и т. д. [4]. Анализ биоразнообразия в связи со структурой и функционированием экосистем может дать важный практический выход на пути управления ими.

Цель работы – изучить биологическое разнообразие флоры Троицкого района, расположенного в лесостепной зоне Южного Зауралья.

Материалы и методы исследования. В ходе исследования были изучены участки растительности, произрастающей на территории Троицкого района. Для сбора данных выезжали в полевые условия, где описывали растительность с точки зрения видового разнообразия и присутствия. На ключевых участках закладывали 10 пробных площадок 1 м² и определяли видовой состав произрастающих на них растительности.

Результаты исследования и обсуждения.

Как видно из таблицы 1 и 2, на первом участке произрастают 26 видов растений, а на втором участке 10 видов.

Таблица 1 – Биоценоз № 1 встречаемость растений на первом участке

№	Вид растения	Номера учетных участков										всего	%
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	Ковыль перистый	+	+	+	+	+		+		+		7	70
2	Земляника обыкновенная	+		+					+	+		4	40
3	Вероника длиннолистная	+		+	+	+			+			5	50
4	Подмаренник настоящий	+			+	+	+				+	5	50
5	Подорожник средний	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	10	100
6	Тысячелистник лекарственный		+		+						+	3	30
7	Лапчатка серебристая						+	+	+	+		4	40
8	Одуванчик полевой							+				1	10
9	Икотник серо-зеленый								+			1	10
10	Шалфей поникающий	+	+	+	+		+	+		+		7	70
11	Дрок красильный	+	+	+								3	30
12	Эспарцет песчаный	+				+	+	+		+	+	6	60
13	Василистник малый	+			+	+						3	30
14	Гвоздика Фишера		+									1	10
15	Синеголовник полевой		+		+							2	20
16	Горичник болотный			+								1	10
17	Астрагал датский			+							+	2	20
18	Ястребинка зонтичная			+	+							2	20
19	Полынь обыкновенная			+								1	10
20	Таволга обыкновенная				+				+			2	20
21	Ноня темная					+	+					2	20
22	Скабиоза бледно-желтая						+				+	2	20
23	Чина клубненосная				+							1	10
24	Чабрец обыкновенный						+	+	+			3	30
25	Зопник клубненосный										+	1	10
26	Полынь серебристая						+				+	2	20
Число видов на площадке		9	7	11	11	7	9	7	7	6	9	26	
Среднее число видов на площадке												9	

Таблица 2 – Биоценоз 2 – встречаемость растений на втором участке

№	Вид растения	Номера учетных участков										всего	%
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	Ковыль перистый	+	+	+			+	+	+	+	+	8	80
2	Подорожник средний	+	+									2	20
3	Тысячелистник лекарственный	+	+		+	+	+		+	+		7	70
4	Лапчатка серебристая	+	+	+	+	+	+		+	+	+	9	90
5	Шалфей поникающий			+					+			2	20
6	Дрок красильный									+		1	10
7	Гвоздика Фишера		+			+	+			+		4	40
8	Чабрец обыкновенный	+										1	10
9	Полынь серебристая	+	+	+	+	+	+	+	+		+	9	90
10	Одуванчик полевой	+	+									2	20
Число видов на площадке		7	8	4	3	4	5	3	4	5	3	10	
Среднее число видов на площадке												5	

Используя формулу Жаккара, мы сравнили общность видов растений на двух исследованных участках. Коэффициент общности равен 28 %. Таким образом, при сравнении видового сходства растительных сообществ, двух биоценозов, мы установили, что биоценозы не схожи по своему составу.

Всего было встречено на первом участке 26 видов растений, относящихся к 14 семействам. Среди Бобовых наиболее обильны Эспарцет песчаный, Дрок красильный. Среди Сложноцветных Тысячелистник лекарственный.

Также были встречены представители семейств Розоцветные, Норичниковые, Губоцветные, Зонтичные, Гвоздичные, Мареновые, Подорожниковые, Крестоцветные, Злаковые, Лютиковые, Яснотковые, Буравчиковые, Жимолостные

Число видов в среднем на первой площадке равно девять, а на второй площадке пять.

На втором исследуемом участке отмечено девять растений, которые относятся к 8 семействам. Наиболее чаще встречаются растения из семейства Сложноцветные, остальные представлены по одному семейству. Как видим на втором участке биоразнообразие растений меньше. Это объясняется тем, что данный участок это заброшенное поле, то есть идет постепенно сукцессия.

Таким образом, в ходе исследования мы отмечаем, что на нетронутых участках биоразнообразие больше, чем на тех участках, которые подверглись антропогенному воздействию.

Список источников

1. Биоразнообразие: Степень таксономической изученности. М.: Наука, 1994.- 143 с.
2. Дьяченко, И. П. О стратегиях формирования биоразнообразия / И.П. Дьяченко // Биоразнообразие и биоресурсы Урала и сопредельных территорий. Мат. межд. конф. - Оренбург: ИПК газпромпечатать, 2001. - С. 345-346.
3. Ивашин, В. А. Почвы и биоразнообразие экосистем / В.А. Ивашин // Биоразнообразие и биоресурсы Урала и сопредельных территорий: Матер, междунар. конф. Оренбург: ИПК газпромпечатать, 2001. - С. 348 -349.
4. Никаноров, А.М. Экология./ А.М. Никаноров, Т.И. Хоружая М.: ПРИОР, 2000 а. 304 с.
5. Решетников, Ю.С. Биологическое разнообразие и изменения экосистем / Ю.С. Решетников // Биоразнообразие. Степень таксономической изученности: Сб. статей. М.: Наука, 1994. С. 77—86.
6. Розенберг, Г.С. Экология. Элементы теоретических конструкций современной экологии (Учебное пособие) / Г.С. Розенберг, Д.П. Мозговой, Д.Б. Гелашвили. Самара: Самар. науч. центр РАН, 1999. - 396 с.
7. Соколов, В. Е. Мониторинг биоразнообразия в России / В.Е. Соколов, Ю.С. Решетников // М., 1997. С. 8-15.
8. Состояние биоразнообразия Европейской территории России / под ред. А.Ю. Пузаченко. М, 2002. - 174 с.
9. Чернов, Ю. И. Биологическое разнообразие: сущность и проблемы / Ю. И. Чернов //Успехи современ. биологии. 1991. Т. 111, вып. 4. С. 499-507.

© Макарова Т.Н., 2022

О водно-болотной растительности Кабардино-Балкарии (Центральный Кавказ)

Мадина Хазреталиевна Пежева

ФГБОУ «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет,
г. Нальчик

Андрей Владимирович Якимов

ФГБУ «Нальчикское государственное опытное охотничье хозяйство,
ООПТ ГНП «Национальный парк «Приэльбрусье,
г. Нальчик

Аннотация. В статье приводятся сведения о 27 видах водных растений, произрастающих в естественных водоемах верхней части бассейна реки Терек (в пределах Кабардино-Балкарской Республики). К имеющемуся списку гидатофитов добавлены еще два новых для флоры КБР вида – лютик водяной (*Ranunculus aquatilis* L.) и пузырчатка обыкновенная (*Lentibularia vulgaris* (L.) Moench).

Ключевые слова: макрофиты, водоемы, Кабардино-Балкария, Центральный Кавказ

About wetland vegetation of Kabardino-Balkaria (Central Caucasus)

Madina Hazretalieva Pezheva

Kabardino-Balkarian State Agrarian University, Nalchik

Andrey Vladimirovich Yakimov

Federal State Budgetary Institution "Nalchik State Experimental Hunting Farm, Protected area of the GNP "National Park "Prielbrusye, Nalchik

Abstract. The article provides information about 27 species of aquatic plants growing in natural reservoirs of the upper part of the Terek River basin (within the Kabardino-Balkarian Republic). Two more species new to the KBR flora have been added to the existing list of hydatorphytes – water buttercup (*Ranunculus aquatilis* L.) and common pemphigus (*Lentibularia vulgaris* (L.) Moench).

Keywords: macrophytes, reservoirs, Kabardino-Balkaria, Central Caucasus

Флоре водоемов и водотоков Кабардино-Балкарской Республики посвящено немало специальных работ (Липский, 1902; Галушко, 1978; Цепкова и др., 1998 а,б; Цепкова, Якимов, 2005; Кунашева, Шхагапсоев, 2006). В этих работах данная группа гидробионтов охвачена достаточно полно. Достаточно отметить, что на сегодня сообщество водных растений Кабардино-Балкарии насчитывает 308 валидных видов (Кунашева, 2007).

Данная группа растений изучается нами как компонент водных экосистем Кабардино-Балкарии в свете их роли в жизни водных животных (беспозвоночных и позвоночных) и биологической индикации качества поверхностных вод речных и озерных экосистем.

К настоящему времени нами собран гербарный материал, включающий следующие 27 видов исключительно водных растений, в том числе 19 ранее представленных совместно с Н.Л. Цепковой (1998, 1998а, 2005). Это водоросли – кладофора (*Cladophora* sp.) и улотрикс (*Ulotrix* sp.); мох – мох ключевой (*Cratoneuron filicium* (Hedv.) Spruce) [определен Дорошиной Галиной Яковлевной, БИН РАН]; высшие цветковые растения – поручейник сизаровидный (*Sium sisarioideum* (DC.) Soó) [идентифицирован Гучасовым Заурбеком Муаедовичем. КБГУ], частуха подорожная (*Alisma plantago-aquatica* L.), валлиснерия спиральная (*Vallisneria spiralis* L.), вероника поточная (*Veronica beccabunga* L.), повойничек мокричный (*Elatine alsinastrum* L.), уруть колосовая, или колосистая (*Myriophyllum spicatum* L.), цанникеллия болотная

(*Zannichellia palustris* L.), многокоренник обыкновенный (*Spirodela polyrhiza* (L.) Schleid.), ряска малая (*Lemna minor* L.), ряска трехдольная (*L. trisulca* L.), наяда морская, или резуха (*Najas maritima* Pall.), наяда малая (*Caulinia minor* (All.) Coss. & Germ.), сальвиния плавающая (*Salvinia natans* (L.) All.), роголистник темнозеленый (*Ceratophyllum demersum* L.), элодея канадская, или водная чума (*Elodea canadensis* Michx.), рдест туполистный (*Potamogeton berchtoldii* Fieber), рдест узловатый (*P. nodosus* Poir.), рдест стеблеобъемлющий, или пронзенolistный (*P. perfoliatus* L.), рдест нитевидный (*P. filiformis* Pers.), рдест курчавый (*P. crispus* L.), рдест плавающий (*P. natans* L.), рдест краснеющий (*P. rutilus* Wolfg.), лютик водяной (*Ranunculus aquatilis* L.) и пузырчатка обыкновенная (*Lentibularia vulgaris* (L.) Moench).

Гербарный материал собран согласно унитарным ботаническим методикам и приемам. Он происходит из разных в плане размещения, высоты местности, гидрологии и качества воды водоемов и водотоков: малые и сверхмалые реки Нальчик, Шалушка, Кенже, Каменка и др., пруды-отстойники очистных сооружений г.о. Нальчик, комплекс природных родниковых ручьев предгорья (окр. с.п. Герменчик, Черная Речка, Гедуко и др.), сельскохозяйственные пруды, пойменные водоемы низовой реки Малка и долины реки Терек, карьерные пруды в пойме Терека (окр. г.о. Майский) и долине Баксана (окр. с.п. Былым) и др.

К «форелевым» родниковым ручьям предгорной зоны республики приурочены наиболее требовательные виды растений. На открытых (без древесно-кустарниковой прибрежной растительности) участках ручьев от самого уреза до максимальных глубин (1,5 м) доминирует ключевой мох (*Cratoneuron filicium* (Hedv.) Spruce) – олигосапроб с индивидуальным индексом сапробности 1,35 единиц. Местами мох образует сплошные многослойные обрастания галечного дна и, тем самым резко снижает качество нерестилищ пресноводной формы каспийского лосося (*Salmo trutta caspius* Kessler) – ручьевого форели. В то же время подушки ключевого мха – излюбленный субстрат для целого сообщества требовательных к высокому качеству воды гидробионтов – бокоплава (*Gammarus pulex*), личинок ручейников (около 50 видов – *Goera* sp., *Rhyacophila* sp., *Hydrophysche* sp. и др. (Якимов и др., 2013; Якимов и др., 2018; Пежева и др., 2020), веснянок (*Perla* sp., *Isoperla* sp., *Chloroperla* sp. и др. – 16 валидных видов (Якимов и др., 2011; Шиолошвили и др., 2012), поденок (*Heptagenia* sp., *Epeorus* sp., *Ephemerella* sp. и др. (Хатухов и др., 2003; Пежева и др., 2020) и др., численность и биомасса которых здесь достигает значительных величин – до 14,5 тыс. экз./м² и 27,07-54,32 г/м² каменисто-галечного дна.

На тиховодных заиленных и расширенных участках лесных родниковых ручьев и устьях открытых ручьев обычны вероника поточная (*V. beccabunga* L.), лютик водяной (*R. aquatilis* L.) и рдест туполистный (*P. berchtoldii* Fieber). Совместно произрастая, они образуют своеобразные зеленые острова – зыбуны, являющиеся естественным убежищем для ручьевого форели (*Salmo trutta caspius* Kessler), терского усача (*Barbus ciscaucasicus* Kessler), быстрянки терской (*Alburnoides gmelini* sp.n.) и других речных рыб.

Поручейник сизаровидный (*S. sisarioideum* (DC.) Soó) и валлиснерия спиральная (*V. spiralis* L.) отмечены на разливах родниковых ручьев с заиленным дном, а повойничек мокричный (*E. alsinastrum* L.) – на мелководье ручьев.

Образование сплошных зарослей поручейника и валлиснерии – показатель существенной трансформации прилегающей к родниковым ручьям территорий вследствие распашки сельхозугодий до прибрежной защитной полосы и посадки садов с капельным орошением вплоть до уреза. Это приводит к тому, что с прилегающей к родникам поверхности суши вне зависимости от уклона местности происходит миграция тонкодисперсных минеральных частиц с диаметром менее 0,01 мм под действием атмосферных осадков и поливных вод при орошении.

Интенсивное заиление дна ручьев приводит к исключению таких участков водотоков из воспроизводства ручьевого форели, терского усача, терской быстрянки и других речных видов рыб, для которых определяющее значение во время нереста играет каменисто-галечный субстрат. Также происходит резкое снижение численности и биомассы бентосных организмов

практически на два порядка. В то же время появляются виды псаммофильной фауны – олигохеты, крупные роющие личинки типулоидных двукрылых, личинки стрекоз (Якимов и др., 2013; Якимов, Львов, 2018; Пежева и др., 2019).

В реках с трансформированным руслом и, как следствие с измененным гидрологическим режимом, а также нарастающим загрязнением при малой воде (Нальчик, Шалушка, Каменка, Кенже, нижнее течение Малки) обильно разрастаются, покрывая галечное дно сплошным ковром, зеленые водоросли – кладофора (*Cladophora sp.*) и улотрикс (*Ulotrix sp.*). Начиная с лета 1998 года они в массе ежегодно произрастают в малых реках и ручьях предгорий Кабардино-Балкарии, что является новым и не характерным явлением для горных водотоков. Особенно ярко зарастание водорослями дна выражено на реке Нальчик в черте г.о. Нальчик. Это создало благоприятные условия для олигохет, личинок ручейника-альгофага *Agraylae multipunctata* Curtis, личинок стрекоз Gomphidae и других менее прихотливых к качеству воды организмов. Чрезмерное обрастание каменистых перекаатов, на наш взгляд, связано, наряду с гидрологическими причинами, и с резким снижением численности единственного перифитонафага фауны КБР – терского подуста (*Chondrostoma oxyrhynchum* Kessler) (Хасаюв и др., 2014).

Растительность прудов-отстойников очистных сооружений МУП ЖКХ «Водоканал» г.о. Нальчик представлена менее требовательными видами с высокими индексами сапробности (1,85-2,25) – ряской малой (*L. minor* L.), элодеей канадской (*E. canadensis* Michx.) и роголистником темнозеленым (*C. demersum* L.). Они играют важную роль в биологическом очищении сточных вод. Постоянно положительные температуры воды в отстойниках (зимой не ниже +14°C) позволяют им вегетировать круглый год.

В пойменных водоемах равнины и сельскохозяйственных прудах основу погруженной мягкой растительности составляют рдесты рода *Potamogeton* (семь валидных вида на территории Кабардино-Балкарии). Их обильное разрастание в равнинных прудах приводит к снижению рыбопродуктивных качеств последних, иногда вызывая заморные явления в летнее время.

Ограниченность естественных придаточных водоемов, особенно в предгорье, и их полное отсутствие в горах лимитирует распространение рдестов в наших условиях. Появление искусственных стоячих водоемов способствует расселению этих растений и даже их продвижению в горы. Как пример можно привести карьерный пруд в ущелье реки Баксан на высоте около 1300 м над ур. м., где выявлены рдест узловатый (*P. nodosus* Poir.) и рдест курчавый (*P. crispus* L.).

В экосистемном аспекте все виды рдестов играют важную роль как воспроизводственный субстрат для озерных широко распространенных видов рыб – серебряного карася, линя, верховки, уклейки, амурского чебачка, сома, окуня и др. (Хатухов, Якимов, 2005).

Глубокие карьерные озера (глубиной до 7 м) в пойме Терека также имеют своеобразное сообщество водных растений: дно, за исключением мест выхода ключей и глубоких ям, сплошь покрыто урутью (*M. spicatum* L.), наядой (*N. maritima* Pall.) и роголистником (*C. demersum* L.), на мелководье к ним добавляются рдесты, пронизывающие толщу воды отдельными и сплошными зарослями. К концу лета остатки отмерших растений образуют на поверхности воды многочисленные зыбуны, что в период наиболее жарких погодных условий приводит к заморным явлениям в ночное время суток. Так, в 2018 году в этих карьерных озерах наблюдалась гибель крупных особей европейского сома.

В этих озерах сформировался необычный для республики ихтиокомплекс, включающий редкие (линь), нетипичные (щука, сом, окунь) и новые (бычок-песочник и бычок-цуцик, линь, амурский чебачок, густера) для Кабардино-Балкарской Республики виды рыб (Хатухов и др., 2007).

Представленный перечень водных растений не является окончательным. Дальнейшее их изучение представляет интерес как с позиций полноты охвата флоры Кабардино-Балкарии, так и с точки зрения более полного познания функционирования водных экосистем республики.

Выводы:

В результате проделанной работы были сделаны следующие выводы:

1. Из более чем 300 видов, относящихся к группе водно-болотных растений, на наш взгляд, лишь три десятка являются исключительно водными растениями.
2. К имеющемуся списку гидатофитов добавлены еще два новых для флоры Кабардино-Балкарии вида – лютик водяной (*Ranunculus aquatilis* L.) и пузырчатка обыкновенная (*Lentibularia vulgaris* (L.) Moench).
3. Для крупных рек Кабардино-Балкарской Республики наличие какой-либо водной растительности нехарактерно, что обусловлено экстремальными условиями горных рек – высокими скоростями течения, существенной мутностью вод в весенне-летнее время года, низкими температурами воды.
4. Все указанные виды растений приурочены к придаточной системе водоемов – родниковым ручьям и малым рекам, прудовым хозяйствам, старичным озерам и др.
5. Массовое разрастание водорослей родов *Cladophora* и *Ulotrix* sp. свидетельствуют об изменении гидрологического режима рек и ручьев (увеличением температуры воды в летнее время года, снижением скоростей течения в результате гидростроительных работ), а также изменении химических свойств воды в местах сброса сточных вод.

Список источников

1. Галушко А.И. Флора Северного Кавказа. Определитель: в 3 т. / Под ред. С.К. Черепанова. Т. 1. Ростов-н/Д, 1978. 320 с.; Т. 2. Ростов-н/Д, 1980. 352 с.; Т. 3. Ростов-н/Д 1980. 328 с.
2. Кунашева М.А., Шхагапсоев С.Х. Систематическая структура водно-болотной флоры КБР // Известия Вузов. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. Приложение. 2006. № 11. С.61-66.
3. Кунашева М.А. Водно-болотный флористический комплекс Кабардино-Балкарской Республики и его анализ. Автореф. Дисс. канд. биол. наук. Махачкала, 2007. 24 с.
4. Липский В. И. (Lipsky W.) Флора Кавказа. Дополнение 1 (Flora Caucasi. Suppl. 1). СПб., 1902. 100 с.
5. Пежева М.Х., Якимов А.В., Львов В.Д., Ефимова Т.Н. Фауна олигохет (Oligochaeta) водоемов Кабардино-Балкарской Республики // Актуальные вопросы развития науки в мире: L Международная конференция. № 4 (50). Ч. 3. Апрель, 2019. М.: «Евразийское Научное Объединение», 2019. С.146-149.
6. Пежева М.Х., Якимов А.В., Хамова К.Х. О фауне ручейников реки Нальчик (Кабардино-Балкарская Республика) // Наука и инновации концепции: сборник научных статей по итогам работы Международного научного форума. Москва: Издательство Инфинити, 2020. (Т.1). С.80-86.
7. Пежева М.Х., Абазокова М.М., Якимов А.В. Исследование фауны поденок (Pterageniidae) Кабардино-Балкарской республики // Достижения и перспективы реализации национальных проектов развития АПК: материалы Международной научно-практической конференции. Нальчик: Кабардино-Балкарский ГАУ, 2020. С.219-223.
8. Хасауов Д.А., Созаев Т.О., Львов В.Д., Ерижоков А.Л., Якимов А.В., Ситников М.Н. О некоторых вопросах биологии терского подуста (*Chondrostoma oxyrhynchum* Kessler, 1877) бассейна реки Терек // Аграрный вестник Урала. 2014. № 6(124). С.81-84.
9. Хатухов А.М., Якимов А.В., Молоканов Г.О. К фауне поденок (*Ephemeroptera*) Центрального Кавказа // Актуальные вопросы экологии и охраны природных экосистем южных регионов России и сопредельных территорий: Мат. XVI межреспубл. н.-п. конф. Краснодар: КубГУ, 2003. С.180-181.
10. Хатухов А.М., Якимов А.В. К познанию биоты Майских карьерных озер // Актуальные вопросы экологии и охраны природных экосистем южных регионов России и сопредельных территорий: Мат. XVIII межреспубл. н.-п. конф. Краснодар: КубГУ, 2005. С.158-160.

11. Хатухов А.М., Якимов А.В., Белокобыльский А.А., Тимонов Е.Д. Щука (*Esox lucius* L.) в экосистеме Майских карьерных озер Кабардино-Балкарской Республики // Актуальные проблемы экологии. Сборник статей региональной научной конференции «Актуальные проблемы экологии и сохранения биоразнообразия». Владикавказ: Изд-во СОГУ, 2007. С.71-75.
12. Цепкова Н.Л., Хатухов А.М., Якимов А.В. Флора макрофитов некоторых водоемов КБР // Актуальные вопросы экологии и охраны природных экосистем южных регионов России и сопредельных территорий. Краснодар: КубГУ, 1998. С.64-66.
13. Цепкова Н.Л., Хатухов А.М., Якимов А.В., Гузиев Х.Ю. К изучению водной растительности очистных сооружений г. Нальчика // Экологические проблемы г. Нальчика. Нальчик: КБГУ, 1998. С.110-113.
14. Цепкова Н.Л., Якимов А.В. Новые для флоры Кабардино-Балкарии виды водных цветковых растений // Ботанический журнал. Т. 90. № 8. СПб., 2005. С.1253-1254.
15. Шиолошвили М.Н., Львов В.Д., Черчесова С.К., Якимов А.В. Веснянки (Plecoptera) Кабардино-Балкарской республики (Центральный Кавказ) // Материалы III Международной научно-практической конференции «Проблемы современной биологии» (19.01.2012 г.). Москва: Изд-во «Спутник+», 2012. С.175-186.
16. Якимов А.В., Львов В.Д., Гогузоков Т.Х., Шаваева Х.Б. Веснянки (Plecoptera) окрестностей г. Нальчик (Кабардино-Балкарская республика, Центральный Кавказ) // Сборник научных трудов Академии наук Чеченской Республики. Вып. 2. Грозный, 2011. С.407-412.
17. Якимов А.В., Сарахова М.А., Львов В.Д., Шахмурзов М.М., Черчесова С.К., Шибзухова З.С. Ручейники (*Trichoptera*) Кабардино-Балкарии (Центральный Кавказ) как индикаторы качества речных вод [Электронный ресурс] // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 6; URL: <http://www.science-education.ru/113-10892>.
18. Якимов А.В., Львов В.Д., Ефимова Т.Н. О распространении и особенностях экологии личинок стрекоз рода *Cordulegaster* Lech, 1815 в условиях Кабардино-Балкарии // Биоразнообразие. Биоконсервация. Биомониторинг. Сборник материалов Международной научно-практической конференции. Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Адыгейский государственный университет», НИИ комплексных проблем. Майкоп, 2013. С.89-92.
19. Якимов А.В., Львов В.Д. Кордулегастер кольчатый (булавобрюх Болтона) *Cordulegaster boltonii* (Dopovan, 1807) / Красная книга КБР (издание второе). Нальчик: ООО «Печатный двор», 2018. С.273.
20. Якимов А.В., Львов В.Д., Кярова Р.А., Таманова Д.В., Пухаева А.М. Ручейники (*Trichoptera*) предгорья Кабардино-Балкарии // Ручейники (*Trichoptera*) России и сопредельных территорий: Материалы Всероссийского научного семинара (с международным участием), посвященного 85-летию известного российского трихоптеролога Инны Ивановны Корноуховой; Сев.-Осет. гос. ун-т им. К. Л. Хетагурова. Владикавказ: ИПЦ СОГУ, 2018. С.109-113.

© Пежева М.Х., Якимов А.В., 2022

Научная статья
УДК 582.998.2+58.085(571.63)

Получение каллусной культуры *Leontopodium palibinianum* Beauverd (Asteraceae)

Анастасия Сергеевна Пьянова, Ксения Сергеевна Бердасова, Татьяна Евгеньевна Лончакова, Юрий Евгеньевич Сабуцкий
Ботанический сад-институт ДВО РАН, г. Владивосток

Аннотация. Получена рыхлая светло-зеленая каллусная ткань эндемичного вида *Leontopodium palibinianum* Beauverd на среде Мурасиге-Скуга (МС) при одновременном внесении в среду 6-безнизаминопурина и 1-нафтилуксусной кислоты, а также среде, дополненной 2,4-Дихлорфеноксиуксусной кислотой в концентрации 1 и 2 мг/л. Показана возможность получения жизнеспособных растений-регенерантов из каллусной ткани при использовании низких концентраций 6-безнизаминопурина.

Ключевые слова: каллусная ткань, микроклональное размножение, редкие растения, сохранение биоразнообразия, эндемичный вид

Establishment of callus culture of *Leontopodium palibinianum* Beauverd (Asteraceae)

Anastasiya Sergeevna Pianova, Kseniya Sergeevna Berdasova, Tatyana Egenievna Lonchakova, Yuri Evgenievich Sabutski

Botanical Garden-institute FEB RAS,
Vladivostok

Abstract. A loose light green callus tissue of the endemic species *Leontopodium palibinianum* Beauverd was obtained on the Murasige-Skug medium (MS) with simultaneous introduction of 6-beznizaminopurine and 1-naphthylacetic acid into the medium. And on the medium supplemented with 2,4-Dichlorophenoxyacetic acid in concentrations of 1 and 2 mg/l. The possibility of obtaining regenerating plants from callus tissue using low concentrations of 6-beznizaminopurine is shown.

Keywords: biodiversity conservation, callus tissue, endemic species, micropropagation, rare species

Введение. *Leontopodium palibinianum* Beauverd - многолетнее травянистое растение, достигающее в высоту до 35 см, с разветвленным корневищем и волокнистыми корнями. Стебли от 1 до 6 см серовато или зеленовато войлочные опушенные. Прикорневые листья ланцетно-эллиптические до 7 см длинны, сверху зеленоватые паутинисто-опушенные снизу – беловойлочные. Стеблевые листья до 6 см длинны и до 10 мм ширины. Прицветные листья от 5 до 10 плотно-бело-войлочные, реже с зеленоватым или желтоватым оттенком, образующие крупную почти правильную звезду от 4 до 9 см в диаметре. Корзинки полушаровидные, в числе 4-11. Ареал *L. palibinianum* ограничен морским побережьем. Эндем восточных макросклонов Сихотэ-Алиня, неморальный. Охраняется в Сихотэ-Алинском и Лазовском заповедниках [1, 4, 5, 7]. Также отмечены находения данного вида на территории Кавалеровского района [3]. Вид включен в Красную книгу Приморского края (растения), имеет статус уязвимого эндемика [2]. В литературе отсутствуют данные о культивировании каллусной ткани и регенерации из нее жизнеспособных растений, что послужило основанием для данного исследования.

Материалы и методы. Исходным материалом для получения каллусной культуры *L. palibinianum* послужили проростки, которые получали путём проращивания семян на базальной питательной среде по прописи Мурасиге-Скуга [8] в климатической камере КВФ 720 при 17 °С без освещения. После появления корешка пробирки переносили в культуральную комнату, при освещенности 3 000 люкс в условиях фотопериода 16/8 ч свет/темнота и 23 ±2°С. При появлении семядольных листьев растения переносили на питательную среду Мурасиге-Скуга (МС) с содержанием следующих стимуляторов роста:

1. 1 мг/л 2,4-Дихлорфеноксиуксусной кислоты (2,4-Д)
2. 2 мг/л 2,4-Д
3. 4 мг/л 6-безнизаминопурина (6-БАП) + 1 мг/л 1-нафтилуксусной кислоты (НУК).

Для индукции морфогенеза из каллусной ткани использовали среду МС без регуляторов роста; с добавлением 0,25 мг/л 6-БАП; а также 2 и 1 мг/л 6-БАП и НУК соответственно.

Результаты и обсуждение. Каллусогенез *L. palibinianum* регистрировали на питательной среде с содержанием 1 и 2 мг/л 2,4-Д, что не согласуется с данными, полученными ранее для

эдельвейса снежного [9]. Так в исследовании Расе [9] с коллегами процессы каллусогенеза отмечали на питательной среде с низким содержанием НУК и 6-БАП, а регенерацию побегов на МС с более высоким содержанием тех же регуляторов роста. В нашем же исследовании понижение концентрации 6-БАП до 0,25 мг/л в среде приводило к регенерации растений из каллусной культуры (рис. 1а). А увеличение концентрации данного гормона в сочетании с НУК, наоборот, приводило к образованию каллуса (рис. 1б).

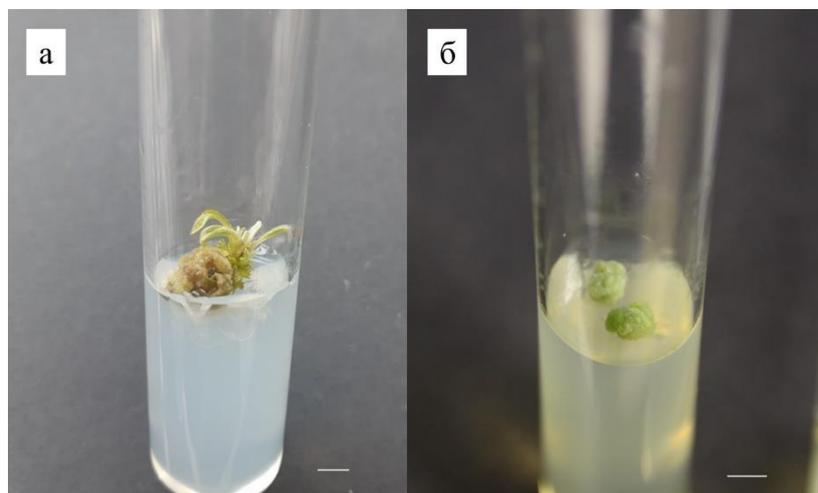


Рисунок 1. Регенерация побегов из каллусной ткани (а), каллусная ткань (б). Размер линейки 1 см.

Разными концентрациями 6-БАП можно регулировать процесс каллусо- и морфогенеза, чем выше концентрация данного гормона, тем более интенсивно образуется каллусная ткань. При понижении концентрации 6-БАП отмечаются процессы органогенеза.

В другом исследовании каллусную ткань *L. alpinum* получали в условиях темноты и температуре 25 ± 2 °С [6], нами каллусная ткань *L. palibinianum* была получена при освещении, но таком же температурном режиме. Культивирование каллусной ткани эдельвейса Палибина на питательной среде МС без регуляторов роста не дало положительных результатов – все образцы были витрифицированы.

Заключение. В данном исследовании показана необходимость тщательного подбора регуляторов роста и их концентрации для индукции каллусогенеза и регенерации целых растений *L. palibinianum* в условиях *in vitro*. Изучение каллусогенеза эдельвейса Палибина имеет большое значение для сохранения вида в целом и прикладных аспектов.

Исследование проводилось на базе уникальной научной установки «Коллекция живых растений *in vitro* Ботанического сада-института ДВО РАН» в рамках государственного задания № 122040800086-1 по теме «Введение в культуру, изучение и сохранение генетических ресурсов хозяйственно ценных растений Восточной Азии».

Список источников

1. Кожевников А. Е., Кожевникова З.В. Таксономический состав и особенности флоры государственных природных заповедников Приморского края // Комаровские чтения. 2012. № 59. С. 76-126.
2. Красная книга Приморского края: Растения. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений и грибов. / Отв. редактор А.Е. Кожевников [и др.]. Владивосток: АВК «Апельсин», 2008. – 688 с.
3. Поспелова Е. Б., Прокопенко С.В., Кудрявцева Е.П. Флора Кавалеровского района Приморского края // Комаровские чтения. 2019. № 67. С. 54-164. DOI 10.25221/kl.67.3.
4. Растения, грибы и лишайники Сихотэ-Алинского заповедника / Е. А. Пименова, Л. А. Медведева, В. Я. Черданцева [и др.]. Владивосток : Дальнаука, 2016. – 557 с.

5. *Флора Сихотэ-Алинского биосферного заповедника (сосудистые растения): монография* / А. В. Галанин, Г. П. Аверкова [и др.] ; отв. ред. А. В. Галанин ; Российская академия наук [РАН]. Дальневосточное отделение [ДВО]. Ботанический сад-институт [БСИ]. - Владивосток : Ботанический сад-институт [БСИ] ДВО РАН, 2004. - 304 с.

6. *Anti-Aging Effects of Leontopodium alpinum (Edelweiss) Callus Culture Extract through Transcriptome Profiling* / Cho W.K. [et al.] // *Genes*. 2020. V. 11, № 230. DOI: 10.3390/genes11020230

7. *Illustrated flora of the Primorsky Territory (Russian Far East)* / A. E. Kozhevnikov, Z. V. Kozhevnikova, M. Kwak [et al.]. Incheon: National Institute of Biological Resources. 2019. – 225 pp.

8. *Murashige T., Skoog F. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture* // *Physiol Plant*. 1962. № 15. P. 473–497.

9. *Pace L. G., Bruno A. A. and Spano L. In vitro plant regeneration and clonal micropropagation of Leontopodium nivale (Ten.) Heut ex Hand.-Mazz. (Asteraceae)* // *Plant Biosystems - An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology*. 2009. V. 143 № 3. P. 12–16.

© Пьянова А.С., Бердасова К.С., Лончакова Т.Е., Сабуцкий Ю.Е., 2022

Научная статья
УДК 574.474

Сукцессионные особенности естественных и искусственных сосняков мшистых (Гродненская пуца, Беларусь)

Садковская Анна Ивановна
Созинов Олег Викторович
Гродненский государственный университет имени Янки Купалы,
г. Гродно

Аннотация. Формирование живого напочвенного покрова лесного типа в двух возрастных рядах естественных и искусственных сосняков мшистых начинается со средневозрастных сообществ. На основе спектра ценотических групп по классам возраста выделены 2 стадии сукцессий в лесных культурах и 3 стадии естественных насаждениях.

Ключевые слова: Pinetum pleuroziosum, ценотические группы, Гродненская Пуца, заказник, сукцессия, сосняки зеленомошные, лесоведение, живой напочвенный покров

Successional features of natural and artificial pine forests with mosses (Grodnenskaya Pushcha, Belarus)

Sadkovskaya Anna Ivanovna
Sozinov Oleg Viktorovich
Grodno State University of Yanka Kupala,
Grodno

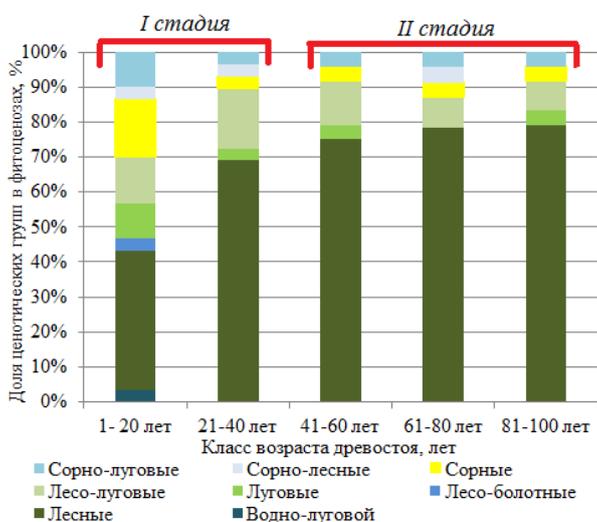
Abstract. The formation of a living ground cover of the forest type in two age series of natural and artificial pine forests with mosses begins with middle-aged communities. Based on the spectrum of coenotic groups by age classes, 2 stages of succession in forest plantations and 3 stages in natural plantations were identified.

Key words: Pinetum pleuroziosum, coenotic groups, Grodnenskaya Pushcha, reserve, succession, pine forests with mosses, silviculture, living ground cover

Процессы, происходящие в лесных экосистемах, весьма сложны и их теоретический анализ достаточно затруднен в связи с большим числом таксонов в экосистемах, значительным числом взаимодействий разного типа и сложной структурой размещения ценопопуляций. Сукцессионные процессы описывают как изменяющиеся во времени процессы в экосистемах, и тогда для описания таких процессов необходимы модели, учитывающие «кинетику» изменения состава насаждения, густоты и запаса фитомассы растений, либо как последовательность дискретных состояний ценоза [1]. В лесных экосистемах ключевым функциональным элементом является живой напочвенный покров, основная функция которого для лесоведения и лесоводства – индикация лесорастительных условий [3].

Исследования проводили летом 2020 года на территории ландшафтного заказника республиканского значения «Гродненская Пуца» (Августовское лесничество Гродненского лесхоза), который располагается в Гродненском районе Беларуси в приграничье с Польшей и Литвой и является частью трансграничного лесного массива – Августовской пуцы (УТМ: 34UFE3). Нами исследованы лесные сообщества на 33 пробных площади разновозрастных сосняках мшистых (*Pinetum pleuroziosum*) – 81,8% исследованных биотопов находились на территории заказника. Насаждения естественного происхождения – 18 пробных площадей (I – VI класса возраста), лесные культуры – 15 пробных площадей (I – V класса возраста), на которых проведены геоботанические описания (400 м², для живого напочвенного покрова: 25 учетных площадок по 1 м²) [2]. В ходе полевых работ проведён полный учёт видового состава фитоценозов (включая эпигейные мхи и лишайники), сделаны сборы растений, определение их таксономической принадлежности [5–7, 9] и гербаризация. Принадлежность вида к ценотической группе определяли по Н.Г. Улановой [8]. Сквозистость крон определяли глазомерным методом в пяти точках (4 по углам пробной площади и 1 в центре) на пробной площади и далее высчитывали среднее арифметическое.

В результате анализа ценотических групп растений **искусственных сообществ** сосняка мшистого показал, что доля сорных и луговых группировок уменьшается по мере увеличения возраста древостоя, одновременно доля лесных группировок – возрастает (рисунок 1), что обусловлено формированием стабильного напочвенного покрова сосняков мшистых [4] и на наш взгляд, может, является критерием к отнесению старовозрастных сообществ к субклимаксальным.



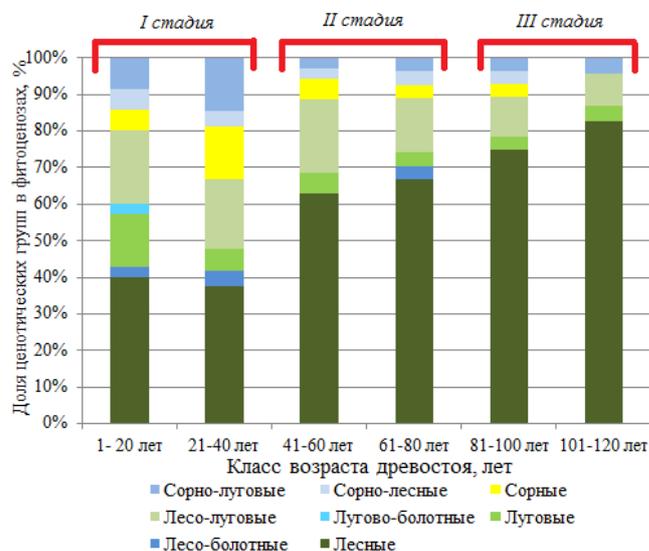
Примечание: красными линиями обозначены стадии сукцессии

Рисунок 1. Доля участия ценотических групп в искусственных разновозрастных сосняках мшистых (%)

В молодняке встречен один водно-луговой вид – *Persicaria amphibia* var. *terrestris*. Луговые группировки (сорно-луговые, лесо-луговые, водно-луговые и луговые ценотические группы)

встречаются во всех классах возраста и имеют тенденцию к уменьшению доли на возрастном градиенте, что на наш взгляд обусловлено уменьшением освещенности: уменьшение сквозистости от 77 до 41%.

В насаждениях естественного происхождения большая доля сорной и луговой группировки характерны начальным стадиям формирования леса (рисунок 2). *Cardamine pratensis* встречается только в молодняке и является представителем лугово-болотной группы. Доля лесной ценотической группировки возрастает по мере увеличения возраста древостоя. Отмечены общие тенденции изменения долей ценотических группировок в искусственных и естественных сообществах (рисунок 2).



Примечание: красными линиями обозначены стадии сукцессии

Рисунок 2. Доля участия ценотических групп в естественных разновозрастных сосняках мшистых (%)

По изменениям спектров ценотических групп нами выделены в лесных культурах сосняков мшистых 2 стадии сукцессий: *I стадия* 1–40 лет и *II стадия* 41–100 лет. В насаждениях естественного происхождения 3 стадии сукцессий: *I стадия* 1–40 лет, *II стадия* 41–80 лет и *III стадия* 81–120 лет.

Доминирующей ценотической группой, вне зависимости от происхождения сообществ, является лесная группа: молодняки 40,00% до 79,17 и 82,61% в спелых культурах и естественных перестойных сообществах соответственно.

Проанализировав состав лесной группы в *искусственных сообществах* по обилию доминирующих видов живого напочвенного покрова, мы определили, что соотношение проективного покрытия доминирующих мохообразных *Pleurozium schreberi* и *Hylocomium splendens* меняется от средневозрастных сообществ (65,04% и 13,76% соответственно) до спелых сообществ (29,88% и 51,62% соответственно). Живой напочвенный покров лесного типа формируется в средневозрастных сообществах культур сосняка мшистого.

Изменчивость качественного состава лесной ценотической группы в *естественных сосняках мшистых* показала, что проективное покрытие доминирующих видов увеличивается от молодняков (44,93%) до средневозрастных сообществ (111,64%) (рисунок 3). В приспевающих, спелых и перестойных сосняках формируется устойчивый живой напочвенный покров лесного типа – суммарное проективное покрытие 118,11–130,00%. В средневозрастном сосняке у доминирующих мхов: суммарное проективное покрытие *Pleurozium schreberi* составляет 28,76%, *Hylocomium splendens* – 57,64%, а в приспевающих, спелых и перестойных соотношение *Pleurozium schreberi* (27,98–43,60%) и *Hylocomium splendens* (34,57–49,80%) примерно одинаковое.

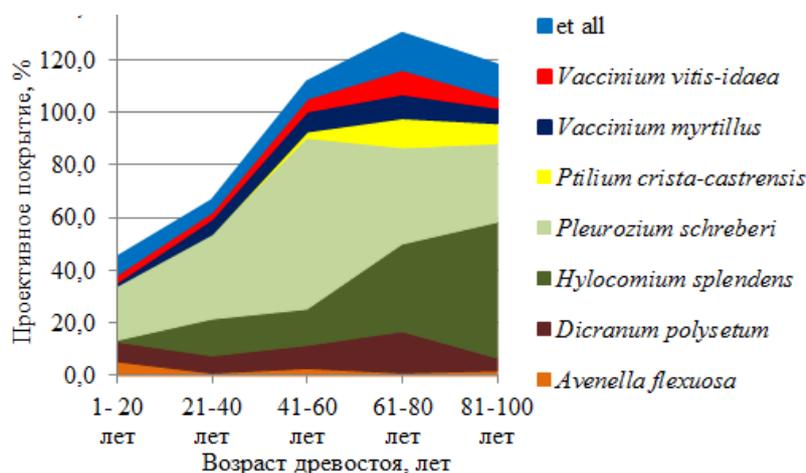


Рисунок 3. Суммарное проективное покрытие доминирующих видов лесной ценотической группы живого напочвенного покрова искусственных разновозрастных сосняков мшистых

В искусственных сообществах формирование живой напочвенный покров лесного типа происходит быстрее, чем в культурах: относительное различие между суммарным проективным покрытием видов лесной ценотической группы естественных молодых сообществ и жердняка на 28,20% и 24,16% больше, чем в естественных. Разница между суммарным проективным покрытием видов в естественных средневозрастных, припевающих и спелых древостоях и аналогичных культурах сосны составляет до 10%, что возможно связано с меньшим нарушением (лесохозяйственной деятельностью) напочвенного покрова при естественном лесовозобновлении.

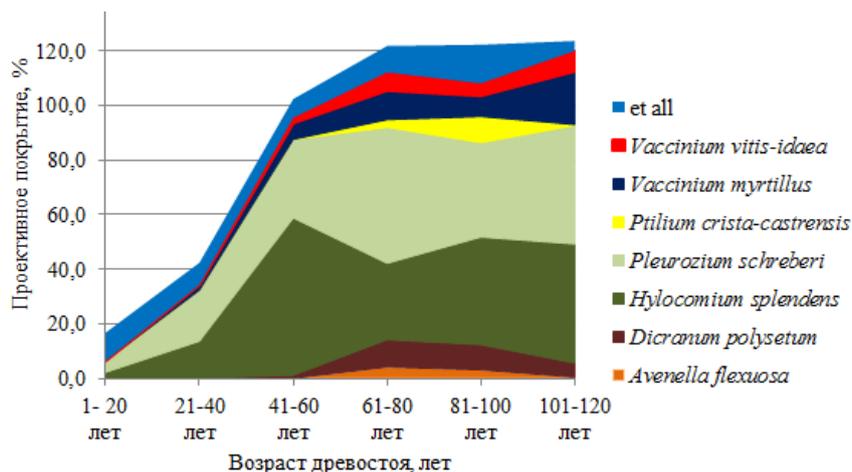


Рисунок 4. Суммарное проективное покрытие доминирующих видов лесной ценотической группы живого напочвенного покрова естественных разновозрастных сосняков мшистых

Таким образом, разновозрастные сообщества сосняка мшистого естественного и искусственного происхождения по спектру ценотических групп становятся сходными в средневозрастном состоянии, при этом лесной живой напочвенный покров формируется раньше в культурах сосны, чем в естественных сообществах. Сукцессионные процессы в лесных культурах на возрастном ряду слагаются из 2 стадий (I стадия 1–40 лет, II стадия 41–100 лет) – ранее достигают субклимаксовой стадии, а в естественных сосняках мшистых – 3 стадий (I стадия 1–40 лет, II стадия 41–80 лет и III стадия 81–120 лет, что свидетельствует более позднем достижении субклимаксового состояния.

Список источников

1. Исаев А.С., Суховольский В.Г., Бузыкин А.И., Овчинникова Т.М. Сукцессионные процессы в лесных сообществах: модели фазовых переходов // Биология и экология, лесное хозяйство, 2008. XXV. № 1 – 2. С. 9–15.
2. Ипатов В. С. Описание фитоценоза: Методические рекомендации / В.С. Ипатов, Д.М. Мирин. СПб., 2008. 71 с.
3. Коломаева Н. П., Бунькова О. Э. К вопросу о динамике живого напочвенного покрова в сосняке разнотравном Шарташского лесопарка г. Екатеринбурга // Леса России и хозяйство в них, 2017. № 2 (61). С. 29–36.
4. Крышень А. М., Геникова Н. В., Преснухин Ю. В. Ряды восстановления ельников черничных Восточной Фенноскандии // Ботанический журнал, 2021. Том 106. № 2. С. 107–125.
5. Маевский П.Ф. Флора средней полосы европейской части России. Изд. 11. Москва: КМК, 2014. 636 с.
6. Определитель высших растений Беларуси. Минск: Дизайн ПРО, 1999. – 472 с.
7. Рыковский Г.Ф., Масловский О.М. Флора Беларуси, Мохообразные. Том 1. Минск: Тэхналогія, 2004. 437 с.
8. Уланова Н. Г., Жмылев П. Ю. Эколого-ценотический анализ растительных сообществ: Учебное пособие. Москва: МАКС Пресс, 2014. 80 с.
9. Яцына А.П., Мерзвицкий Л.М. Практикум по лишайникам. Витебск: ВГУ. 2012. 212 с.

© Садковская А.И., Созинов О.В., 2022

Научная статья
УДК 528.88(075.8)

Оценка экологических показателей реки Ока и ее притоков с применением дистанционного зондирования Земли

Ирина Вячеславовна Сергеева, Антон Валериевич Косарев, Екатерина Алексеевна Логачева, Елизавета Антоновна Сидорова

Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов

Аннотация. Методом дистанционного зондирования Земли исследованы некоторые экологические показатели состояния реки Ока и ее притоков вблизи городского округа Серпухов. Нами проведено построение модели рельефа изученной территории р. Ока и ее притоков вблизи г.о. Серпухов, дешифрирование спутниковых космоснимков Landsat 8 территории р. Ока и ее притоков в районе г. Серпухов, включающее извлечение каналов В3-В6, расчет индексов NDTI, NDVI, FMR, произведена интерпретация распределения этих индексов на изученных участках русел рек. Обнаружено наличие линейной корреляции между индексом мутности NDTI и индексом железистых минералов, а также установлено, что значительный вклад в формирование мутности р. Оки и ее притоков в районе г. Серпухов вносят глинистые и железистые минералы.

Ключевые слова: дистанционное зондирование Земли, Ока, притоки, вегетационные индексы

Abstracts. We have studied the ecological state of the Oka River and its tributaries near the Serpukhov urban district using the method of remote sensing of the Earth. We built a model of the relief of the studied territory of the Oka River and its tributaries near the town of Serpukhov,

deciphered the Landsat 8 satellite images of the territory of the Oka River and its tributaries in the area of Serpukhov, including the extraction of channels B3-B6, the calculation of the indices NDTI, NDVI, FMR, the interpretation of the distribution of these indices in the studied areas of the riverbeds. The presence of a linear correlation between the turbidity index NDTI and the index of ferruginous minerals was found, and it was also established that clay and ferruginous minerals make a significant contribution to the formation of turbidity of the Oka River and its tributaries in the area of Serpukhov.

Key words: remote sensing of the Earth, Oka, tributaries, vegetation indices

В исследовании экологического состояния и устойчивого развития речных экосистем весьма информативны данные, полученные с помощью дистанционного зондирования Земли [1]. При этом часть из них позволяет получить цифровую модель рельефа, а на ее основе определить области локализации загрязнений, а часть - оценить вегетационные индексы, дающие материал для глобального экологического мониторинга местности. При этом индексы, связанные с фотосинтетической активностью биомассы, являются источником информации о процессах в водных экосистемах: сбросов загрязнений, изменения русла рек, площади речной поверхности, водостока и т.д. [2]. Так, с помощью индексов NDVI, LWCI (индекс содержания влаги в листьях), авторами [3] была произведена оценка температуры поверхности, а также фитоценозов дельты реки Нерута. На основе массива спутниковых данных с высоким пространственно-временным разрешением можно исследовать растительную продуктивность водохранилищ, выделять контуры береговых линий, определять динамику фотосинтетически активной биомассы [4, 5].

Цель нашей работы – по данным дистанционного зондирования Земли определить некоторые характеристики экологического состояния р. Оки и ее притоков в районе городского округа Серпухов. Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

- 1) построить цифровую модель рельефа русла р. Ока и ее притоков в г.о. Серпухов;
- 2) методом дешифрирования спутниковых космоснимков определить вегетационные индексы NDTI, NDVI, FMR и с их помощью определить загрязненность русел Оки и ее притоков;
- 3) провести корреляционный анализ взаимосвязи индексов NDTI и FMR, и с его помощью определить вклад соединений железа в мутность исследуемых русел рек.

Материалы и методы. Использование космической информации для диагностики состояния ландшафтов – это актуальное направление современной геоэкологии. Для решения широкого круга задач экологической оценки территорий с помощью методов дистанционного зондирования применяются расчетные индексы. При сборе и анализе картографического материала потребовались данные о высотных профилях местности. В качестве данных для цифровой модели рельефа применялись данные SRTM (NASA Shuttle Radar Topography Mission). Данные для поверхности Земли, расположенной между 60 градусов северной широты и 54 градусов южной широты, поставляются в варианте сетки с размером ячейки 3 угловые секунды (SRTM3). Файлы представляют собой матрицу из 1201x1201 (или 3601x3601 для односекундной версии) значений. Для проведения исследования учитывались 2 расчетных растра, сделанных 15 мая 2022 года и 15 сентября 2022 г.

В качестве исходных материалов для задач дистанционного зондирования нами применялись мультиканальные снимки, полученные из геоинформационного каталога [6] и разрешенные к открытому использованию [7]. Эти снимки сделаны спутником Landsat 8 с помощью двух инструментов: Operational Land Imager (OLI) и Thermal InfraRed Sensor (TIRS). Первый инструмент сканирует объекты в 9 диапазонах видимого света и ближнего инфракрасного излучения, второй инструмент - в двух диапазонах теплового инфракрасного излучения. Размер пикселя- 30 x 30 метров. Ширина полосы съемки (ширина снимка) составляет 185 км.

Обработка данных SRTM и картографирование полученного материала проводилась с помощью программного комплекса ArcGIS Desktop (версия 10.5.0.6491). Выбрана система координат проекции Мир WGS 1984 World Mercator. Для интерпретации полученных данных применялся метод многоканального изображения.

Индекс мутности NDTI (The Normalized Difference Thermal Index) определялся методом алгебры растров в соответствии с формулой:

$$NDTI = \frac{RED[3] - GREEN[2]}{RED[3] + GREEN[2]}, \quad (1)$$

где RED[3] и GREEN[2] – соответственно красный и зеленый каналы в мультисканальном снимке.

Нормализованный относительный индекс растительности NDVI ((Normalized Difference Vegetation Index) определялся в соответствии с формулой:

$$NDVI = \frac{NIR - RED[3]}{NIR + RED[3]}, \quad (2)$$

где NIR и RED[3] – соответственно ближний инфракрасный и красный каналы отражения в мультисканальном снимке.

Индекс железистых минералов, выделяющий все железосодержащие материалы из спектра отражения воды, (Ferrous Minerals Ratio) определялся в соответствии с формулой:

$$FMR = \frac{SWIR}{NIR}, \quad (3)$$

где SWIR и NIR – соответственно коротковолновый и ближний инфракрасные каналы отражения в мультисканальном снимке.

Результаты и обсуждение. Для характеристики геолого-географических особенностей распределения русел р. Ока и ее притоков, нами построена ландшафтная карта р. Ока вблизи г. Серпухов (рис. 1) Как видно, бассейн реки Ока на этом участке имеет достаточно однородный ландшафт и практически полностью находится на территории г. Серпухова. При этом отсутствие возвышенностей на данном участке ландшафта определяет особенности распределения сети притоков р. Ока: их равномерную распределенность на рассматриваемой территории. Для оценки характеристик, полученных методами дистанционного зондирования, применялся расчет вегетационных индексов. При этом в качестве маски для обрезки по контуру применялся полигон, моделирующий рассматриваемый участок русла реки. Для получения этого полигона производилась векторизация соответствующего участка карты-подложки OSM Standart, результатом которой является цифровая модель русла (рис.2).

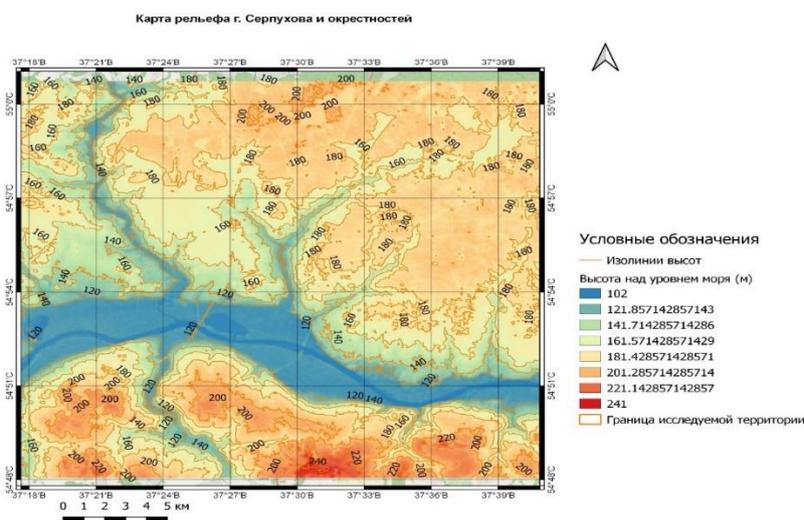


Рисунок 1. Рельефная карта г. Серпухова и его окрестностей

Мутность реки обусловлена такими факторами, как наличие осадочных отложений, грязи, эвтрофикацией, развитием биомассы фитопланктона и водорослей, а также присутствием глины и ила. К наземным факторам, обуславливающим возрастание мутности водного объекта, можно отнести сельско-хозяйственные стоки, сбросы ядохимикатов, эрозию береговой линии. Показатель мутности реки может быть связан с повышенным содержанием микроорганизмов. Индекс NDTI, характеризующий мутность, для рассматриваемого русла р. Ока колеблется от величины $-0,1033$ до величины $0,0639$ (рис.2).

Индекс NDVI отражает фотосинтетическую активность суммарной биомассы водоема, представляющей собой гетерогенную экологическую группу, водорослей, фотоавтотрофных одноклеточных, колониальных или многоклеточных организмов.

Индекс NDVI для рассматриваемого русла р. Ока колеблется от величины $-0,1163$ до величины $0,0607$ (рис.3).

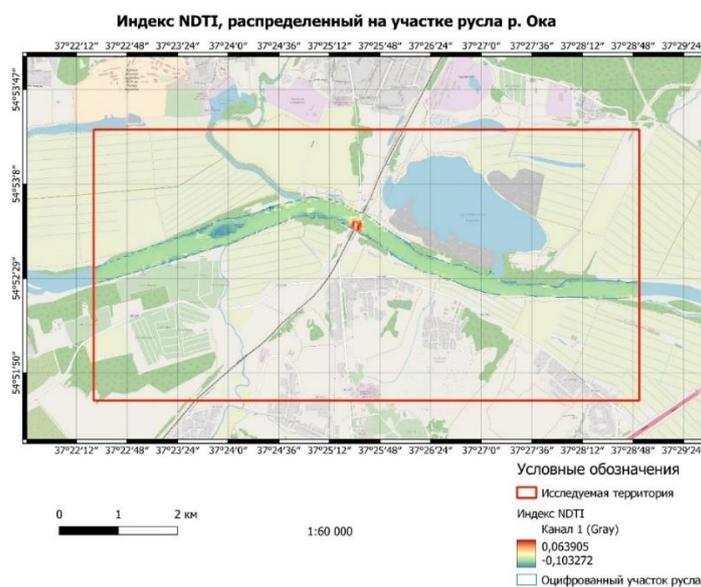


Рисунок 2. Индекс мутности NDTI для участка реки Ока вблизи г. Серпухов

Это свидетельствует о норме фотосинтетической активности биоты на данном участке русла реки, однако этот процесс характеризуется неоднородностью и усиливается по направлению к береговой линии. Индустриальная зона, включающая производственные предприятия, расположена ниже русла реки, на правом берегу, так что поступление органических отходов в виде стоков в р. Оку не приводят к повышению фотосинтетического активности биомассы, в следствии чего можно отметить отсутствие видимого фактора эвтрофикации русла р. Ока на этом участке, связанного с производственными загрязнениями речного бассейна. Красные области в левой части русла реки и вдоль берегов соответствуют острову и прибрежным участкам с активной кустарниковой растительностью, дачным и садоводческим кооперативам.

Коэффициент железистых минералов (Ferrous Materials Ratio) выделяет все железосодержащие материалы в речной системе. Он использует соотношение между каналом SWIR (коротковолновый инфракрасный канал) и каналом NIR (ближний инфракрасный канал). Индекс FMR для рассматриваемого русла р. Ока колеблется от величины $0,3534$ до величины $0,4086$ (рис.4). Это свидетельствует о том, что в воде р. Ока содержатся железистые минералы, обусловленные, вероятно, ионным обменом с залегающими по близости карбонатными породами.



Рисунок 3. Индекс NDVI для участка реки Ока вблизи г. Серпухов

Таблица 1 – Значения расчетных индексов притоков Оки в районе г.о. Серпухов

приток	NDTI	NDVI	FMR
Речма	-0,0641	0,2731	0,6212
Сушка	-0,0571	0,2962	0,7773
Нара	0,1034	0,3218	0,8557
Ямница	0,0712	0,5312	0,8184
Сухменка	0,0834	0,0981	0,8265
Каменка	0,0589	0,2731	0,6864

Из всех исследованных источников представленных в табл. 1 расчетные индексы реки Нары ближе к идентичным для р. Ока. Медленный режим течения, характерный для многих участков изученных малых рек, обуславливает повышение величины NDVI по сравнению с крупными реками, характеризующимися более быстрым течением, например, с Нарой. Причиной повышенного железисто-минерального фона малых рек Оки являются благоприятные физико-химические и геологические явления для накопления кремниевых и железистых минеральных отложений в раннем палеозое, когда оформлялась Московская синеклиза, являющаяся главным фундаментом осадочного чехла региона.

Также была проанализирована регрессионная взаимосвязь между указанными индексами. Обнаружено наличие линейной регрессии между NDTI и FMR с коэффициентом Пуассона $R^2 = 0,58$ для значения доверительной вероятности $p > 0,95$. Следовательно, замутиленность русел рек на 58% объясняется наличием в них железистых минералов.

Обнаружено наличие линейной корреляции между индексом мутности NDTI и индексом железистых минералов, а также установлено, что значительный вклад в формирование мутности р. Оки и ее притоков в районе г. Серпухов вносят глинистые и железистые минералы. Диаграмма рассеяния значений индексов вокруг линейной взаимосвязи представлена на рис. 5.



Рисунок 4. Индекс железистых минералов для участка реки Ока вблизи г. Серпухов

При этом уравнение регрессионной взаимосвязи рассмотренных индексов следующее:
 $NDTI = -0,4223 + 0,5918FMR$

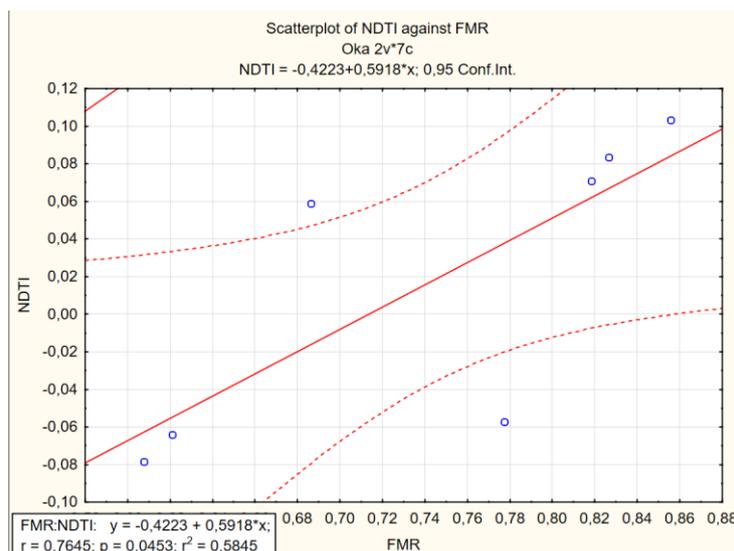


Рисунок 5. Диаграмма линейной регрессии между индексами NDTI и FMR

Заключение. Индекс NDTI притоков Оки обусловлен характерными для малых рек факторами, такими как наличие глинистых компонентов, малое течение, отложения ила, а также активная сельско-хозяйственная деятельность на берегах. Это отличает притоки от коренной Оки. Медленный режим течения водоема обуславливает повышение величины NDVI по сравнению с малыми реками, характеризующимися более быстрым течением. Причиной повышенного железисто-минерального фона малых рек-притоков Оки являются благоприятные физико-химические и геологические явления для накопления кремниевых и железистых минеральных отложений в раннем палеозое.

Установлено, что значительный вклад в формирование мутности р. Оки и ее притоков в районе г. Серпухов вносят глинистые и железистые минералы.

Список источников

1. Alhumaima A.S., Abdullaev S.M. Landscape approach to normalized difference vegetation index forecast by artificial neural network: example of Diyala river basin // Bulletin of the south ural state university. series: computer technologies, automatic control, radio electronics, 2019.-Т. 19, №3.-С.5-19
2. Терехов А.Г., Абаев Н.Н., Лагутин Е.И. Диагностика водообеспеченности сельскохозяйственных культур СУАР КНР в течение 2003-2019 гг. по данным modis NDVI сб // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2020. Т. 17. № 1. С. 128-138.
3. Плюснин С.Н., Елсаков В.В., Щанов В.М. Технологии дистанционного зондирования в исследовании свойств растительных сообществ дельты реки Нерута // Вестник института биологии Коми научного центра Уральского отделения РАН, 2006.- № 6 (104).- С. 2-5.
4. Легачева Н.М., Шехирев А.А. Спутниковый мониторинг изменений субаквальных ландшафтов Зейского водохранилища // Исследование Земли из космоса.- 2021. № 2. С. 87-93.
5. Чымыров А.У., Байбагышов Э.М., Дегембаева Н.К., Исмаилов Н.Ы., Урмамбетова Т.К., Айыпов Б.К. Изучение экосистемы пойменных лесов реки Нарын с использованием спутниковых снимков сверхвысокого разрешения// Лесные экосистемы в условиях изменения климата: биологическая продуктивность и дистанционный мониторинг. 2016. № 2. С. 100-106.
6. USGS. Science for changing world [Электронный ресурс] URL: <https://earthexplorer.usgs.gov/> (дата обращения: 05.10.2022)
7. USGS. [Электронный ресурс] URL: <https://www.usgs.gov/faqs/are-there-any-restrictions-use-or-redistribution-landsat-data> (дата обращения: 05.10.2022)

© Сергеева И.В., Косарев А.В., Логачева Е.А., Сидорова Е.А., 2022

Научная статья
УДК 502.51

Мониторинг качества воды родника «Господь и Самаритянка», расположенного на территории УНПК «Агроцентр» ФГБОУ ВО Вавиловский университет

Сергеева Ирина Вячеславовна

Пономарева Альбина Леонидовна

Шевченко Екатерина Николаевна

Мохонько Юлия Михайловна

Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии
и инженерии имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов

Сергеева Евгения Сергеевна

ФГБОУ ВО Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского,
г. Саратов

Аннотация. В статье приводятся данные мониторинговых исследований качества воды родника «Господь и Самаритянка», расположенного на территории УНПК «Агроцентр»

ФГБОУ ВО Вавиловский университет, в различные периоды 2020 – 2022 гг. Количество изучаемых показателей колебалось: в 2020 г. – 22, в 2021 г. – 31, в 2022 г. – 36. Установлено, что качество воды родника в течение всего периода наблюдений не соответствовало требованиям стандарта СанПиН 1.2.3685-21: в 2020 г. по жесткости, мышьяку, кадмию, никелю, хрому, свинцу, марганцу; в 2021 г. – по жесткости, сульфатам, мышьяку, кадмию, никелю, хрому, свинцу, меди; в 2022 г. – по жесткости общей, сухому остатку, литию и сульфатам. Таким образом, вода является не пригодной для питья.

Ключевые слова: вода родника, мониторинговые исследования, качество воды, питьевое водоснабжение

Sergeeva Irina Vyacheslavovna
Ponomareva Albina Leonidovna
Shevchenko Ekaterina Nickolaevna
Mokhonko Yulia Mikhailovna

Saratov State University of genetics, biotechnology and engineering
named after N.I. Vavilov,
Saratov

Sergeeva Evgenia Sergeevna

Saratov State Medical University named after V. I. Razumovsky,
Saratov

Abstract. The article presents data from monitoring studies of the water quality of the spring «The Lord and the Samaritan Woman», located on the territory of the UNPK «Agrocenter» of the Vavilov University, in various periods of 2020 - 2022. The number of indicators studied varied: in 2020 - 22, in 2021 - 31, in 2022 - 36. It was established that the quality of the spring water during the entire observation period did not meet the requirements of SanPiN 1.2. g. for hardness, arsenic, cadmium, nickel, chromium, lead, manganese; in 2021 - for hardness, sulfates, arsenic, cadmium, nickel, chromium, lead, copper; in 2022 - by total hardness, solids, lithium and sulfates. Thus, the water is not suitable for drinking.

Keywords: spring water, monitoring studies, water quality, drinking water supply.

Вода источников централизованного водоснабжения, которая используется населением для питья, соответствует требованиям стандарта СанПиН 1.2.3685-21, поскольку она проходит водоочистку, обеззараживание и ее качество строго контролируется. В тоже время в воде могут обнаруживаться токсические продукты трансформации химических ингредиентов, которые образуются в процессе реагентной обработки воды на сооружениях водоочистки и водоподготовки. Кроме этого возможна дополнительная контаминация микробными агентами, что обусловлено транспортировкой воды по магистральным водоводам и разводящим сетям [2].

Помимо централизованного водоснабжения в Саратове и Саратовской области население достаточно широко использует воды природных источников, в том числе родников, без специальной обработки [2, 6].

Саратовская область находится в семиаридной и аридной климатических зонах, поэтому характерными особенностями подземных вод Саратовской области, питающих родники, являются превышения нормативных значений по жесткости, содержанию железа и марганца [4].

Причем качество подземных вод Правобережья и Левобережья Саратовской области существенно отличается: в Правобережной части на органолептические показатели подземных вод может повлиять повышенное содержание железа и солей общей жесткости, в Заволжье население вынуждено употреблять для хозяйственно-питьевых нужд солоноватую воду подземных источников [3].

В настоящее время в Саратовской области расположено более 900 действующих родников, из них наиболее активно для питьевых целей используются 152 источника, остальные – эпизодически, из-за удаленности их от жилья или из-за расположения в труднодоступных местах, таких как овраги и леса [1].

Сотрудниками ФГБОУ ВО ФГБОУ ВО Вавиловский университет была разработана модель «Загруженность водных ресурсов» для родников города Саратова (рис. 1) из которой видно, что основная доля родников испытывает среднюю загруженность (родник «Господь и Самаритянка» – низкую).



Рисунок 1. Загруженность водных ресурсов для г. Саратова [7]

В связи с тем, что вода родников используется населением в качестве источника питьевого водоснабжения, актуальность и практически интерес приобретают мониторинговые исследования родников, которые включают в себя изучение показателей санитарно-химической безопасности и надёжности функционирования родников [8]. Поскольку контроль качества воды играет важную роль для обеспечения благоприятных условий проживания и безопасности здоровья населения.

Целью нашей работы являлись мониторинговые исследования качества воды родника «Господь и Самаритянка», расположенного на территории УНПК «Агроцентр» ФГБОУ ВО Вавиловский университет (рис. 2). Родник находится на правом крыле урочища Корольков сад. Родник был обустроен в 2002 году семьёй Белозёровых. Над родником находится иконка «Иисус у колодца в беседе с самаритянкой», содержащая сцену из «Нового завета», что нашло отражение в названии родника.

Каптаж колодца выполнен из красного кирпича, в 10 метрах от него находится место для набора воды. Вода вытекает из пластиковой трубы диаметром 50 мм, оголовок трубы встроены из нержавеющей стали.

Мониторинговые исследования проводились в разные сезоны 2020 – 2022 гг. (26.02.2020, 15.06.2020, 06.07.2021, 01.06.2022 гг.). Исследование качества воды выполнялось на базе аккредитованного испытательного лабораторного центра Саратовский МНЦ гигиены ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения». При исследовании качества воды были использованы следующие нормативные документы: ГОСТ Р 57164-2016; ГОСТ 31868-2012 п. 5; ПНДФ 14.1:2:4.167-2000; ПНДФ 14.1:2:3:4.282-18; ГОСТ 4011-72 п. 2; ПНДФ 14.1:2:3:4.121-97; ПНДФ 14.1:2:4.167-2000; ГОСТ 4974-14 п. 6.4; ГОСТ 18164-72; ПНДФ 14.1: 2:4.154-99; ГОСТ 31957-2012 п. 5.4; РД 52.24.526-2012; РД 52.2.377-2008.

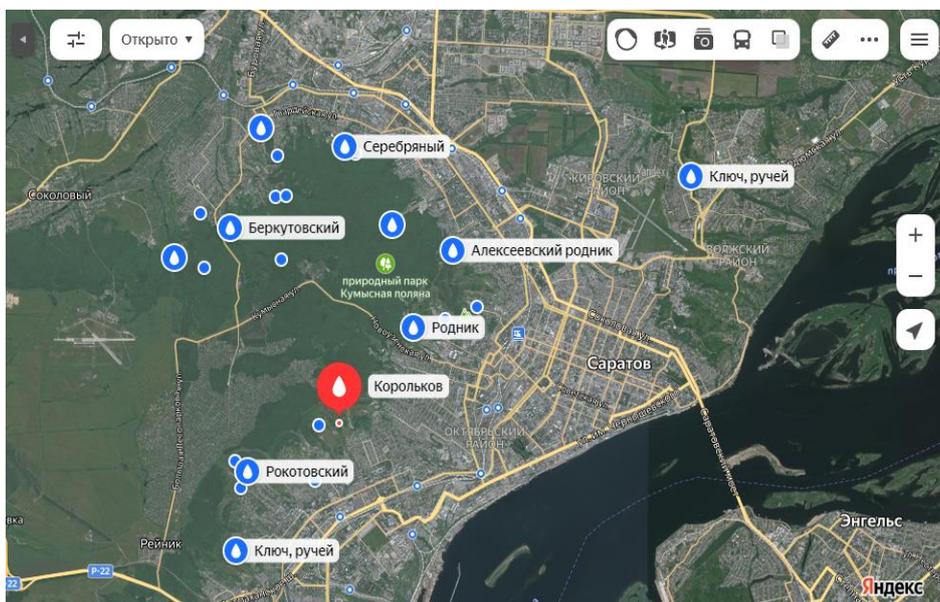


Рисунок 2. Родник «Господь и Самаритянка»

Для оценки результатов использовался СанПиН 1.2.3685-21. Изучаемые показатели качества воды и их гигиенические нормативы представлены в таблицах 1, 2, 3.

Таблица 1 – Показатели качества воды родника «Господь и Самаритянка» в 2020 г.

№ п/п	Определяемая характеристика (показатель)	Результаты исследований		Единица измерения	Гигиенический норматив по СанПиН 1.2.3685-21, ПДК
		26.02.2020	15.06.2020		
1	2	3	4	5	6
1.	Запах при 20 °С	0	0	баллы	не более 2-3
2.	Запах при 60 °С	0	1	баллы	не более 2-3
3.	Мутность	<0,58	<0,58	мг/дм ³	не более 1,5
4.	Цветность	7,0±2,1	6	градусы	не более 30
5.	Аммиак и аммоний-ион	<0,1	<0,1	мг/дм ³	1,5
6.	Нитраты	0,20±0,04	1,6	мг/дм ³	не более 45
7.	Нитриты	0,016±0,005	0,04	мг/дм ³	3,0
8.	Железо общее	0,07±0,02	<0,05	мг/дм ³	0,3
9.	Водородный показатель	6,9±0,2	6,7	ед. рН	в пределах 6,0 - 9,0
10.	Жесткость общая	3,0±0,5	13,6	°Ж	не более 10,0
11.	Марганец	0,016±0,005	0,124	мг/дм ³	0,1
12.	Общая минерализация	149,0±14,9	630	мг/дм ³	не более 1500
13.	Окисляемость перманганатная	2,13±0,21	3,68	мг О/дм ³	не более 7,0
14.	Сульфаты	<10,0	499,2	мг/дм ³	500,0
15.	Фториды	0,279±0,019	0,668	мг/дм ³	1,5
16.	Хлориды	25,9±3,9	19,7	мг/дм ³	350,0
17.	Щелочность	1,8±0,2	3,6	ммоль/дм ³	-

№ п/п	Определяемая характеристика (показатель)	Результаты исследований		Единица измерения	Гигиенический норматив по СанПиН 1.2.3685-21, ПДК
		26.02.2020	15.06.2020		
18.	Мышьяк	<3	-	мг/дм ³	0,01 мг/дм ³
19.	Кадмий	0,23±0,06	0,21	мг/дм ³	0,001 мг/дм ³
20.	Никель	12,86±2,98	15,66	мг/дм ³	0,02 мг/дм ³
21.	Хром	<1	-	мг/дм ³	0,05 мг/дм ³
22.	Свинец	<2	0,041	мг/дм ³	0,01 мг/дм ³

На основании данных таблицы 1 можно заключить, что вода родника «Господь и Самаритянка» в зимний период 2020 г. из 22 определяемых показателей не соответствовала требованиям СанПиН 1.2.3685-21 по 5 показателям. Концентрации мышьяка, кадмия, никеля, хрома и свинца существенно превышали установленные гигиенические нормативы: <3 (ПДК 0,01 мг/дм³); 0,23±0,06 (ПДК 0,001 мг/дм³); 12,86±2,98 (ПДК 0,02 мг/дм³); <1 (ПДК 0,05 мг/дм³) и <2 мг/дм³ (ПДК 0,01 мг/дм³) соответственно.

В летний период 2020 г. вода также не соответствовала требованиям СанПиН 1.2.3685-21. Показатель жесткости составлял 13,6 °Ж, предельное значение не должно превышать 10,0 °Ж. Содержание марганца, кадмия, никеля и свинца было выше установленных нормативных значений: 0,124 (ПДК 0,1 мг/дм³); 0,21 (ПДК 0,001 мг/дм³); 15,66 (ПДК 0,02 мг/дм³) и 0,041 мг/дм³ (ПДК 0,01 мг/дм³) соответственно. Следует отметить, что по сравнению с зимним периодом концентрация в воде сульфатов значительно возросла (499,2 мг/дм³) и находилась на уровне предельно допустимого значения – 500,0 мг/дм³.

Таблица 2 – Показатели качества воды родника «Господь и Самаритянка» в 2021 г.

№ п/п	Определяемая характеристика (показатель)	Результаты исследований 06.07.2021	Единица измерения	Гигиенический норматив по СанПиН 1.2.3685-21, ПДК
1	2	3	4	5
1.	Запах при 20 °С	0	баллы	не более 2-3
2.	Запах при 60 °С	0	баллы	не более 2-3
3.	Привкус при 20 °С	1	баллы	не более 3
4.	Мутность	1,2	мг/дм ³	не более 1,5
5.	Цветность	5	градусы	не более 30
6.	Аммиак и аммоний-ион	<0,5	мг/дм ³	1,5
7.	Нитраты	4,6	мг/дм ³	не более 45
8.	Нитриты	<0,2	мг/дм ³	3,0
9.	Железо общее	0,15	мг/дм ³	0,3
10.	Водородный показатель	6,8	ед. PH	в пределах 6,0 - 9,0
11.	Жесткость общая	14,6	°Ж	не более 10,0
12.	Кальций	242	мг/дм ³	-
13.	Магний	31	мг/дм ³	50
14.	Марганец	0,052	мг/дм ³	0,1
15.	Общая минерализация	665	мг/дм ³	не более 1500
16.	Калий	19,2	мг/дм ³	30
17.	Барий	<0,1	мг/дм ³	0,7

№ п/п	Определяемая характеристика (показатель)	Результаты исследований 06.07.2021	Единица измерения	Гигиенический норматив по СанПиН 1.2.3685-21, ПДК
18.	Стронций	1,38	мг/дм ³	7,0
19.	Окисляемость перманганатная	4,21	мг О/дм ³	не более 7,0
20.	Сульфаты	757	мг/дм ³	500,0
21.	Фториды	0,6	мг/дм ³	1,5
22.	Фосфаты	0,07	мг/дм ³	3,5
23.	Хлориды	62,9	мг/дм ³	350,0
24.	Щелочность	3,3	ммоль/дм ³	-
25.	Мышьяк	1,2	мг/дм ³	0,01 мг/дм ³
26.	Кадмий	0,47	мг/дм ³	0,001 мг/дм ³
27.	Никель	8,9	мг/дм ³	0,02 мг/дм ³
28.	Хром	14	мг/дм ³	0,05 мг/дм ³
29.	Свинец	0,3	мг/дм ³	0,01 мг/дм ³
30.	Медь	77	мг/дм ³	1,0 мг/дм ³
31.	Бор	0,057	мг/дм ³	0,5 мг/дм ³

На основании данных таблицы 2 можно заключить, что вода родника «Господь и Самаритянка» в летний период 2021 г. из 31 определяемого показателя не соответствовала требованиям СанПиН 1.2.3685-21 по 8 показателям. Показатель жесткости был выше значений зимнего и летнего периодов 2020 г. – 14,6 °Ж и существенно превышал норматив (10,0 °Ж). По сравнению с предыдущим годом значительно возросла концентрация сульфатов, которая составила 757 мг/дм³.

Концентрации таких тяжелых металлов, как мышьяка, кадмия, никеля, хрома, свинца и меди существенно превышали гигиенические нормативы: 1,2 (ПДК 0,01 мг/дм³); 0,47 (ПДК 0,001 мг/дм³); 8,9 (ПДК 0,02 мг/дм³); 14 (ПДК 0,05 мг/дм³); 0,3 (ПДК 0,01 мг/дм³) и 77 мг/дм³ (ПДК 1,0 мг/дм³) соответственно.

Таблица 3 – Показатели качества воды родника «Господь и Самаритянка» в 2022 г.

№ п/п	Определяемая характеристика (показатель)	Результаты исследований 01.06.2022	Единица измерения	Гигиенический норматив по СанПиН 1.2.3685-21, ПДК
1	2	3	4	5
1.	Запах при 20 °С	0±1	баллы	не более 2-3
2.	Запах при 60 °С	0±1	баллы	не более 2-3
3.	Привкус при 20 °С	1±1	баллы	не более 3
4.	Мутность	1,2±0,2	мг/дм ³	не более 1,5
5.	Цветность	16,4±3,3	градусы	не более 30
6.	Аммиак и аммоний-ион	<0,5	мг/дм ³	1,5
7.	Нитраты	13,9±1,4	мг/дм ³	не более 45
8.	Нитриты	<0,2	мг/дм ³	3,0
9.	Железо общее	0,18±0,05	мг/дм ³	0,3
10.	Водородный показатель	7,1±0,2	ед. РН	в пределах 6,0 - 9,0
11.	Жесткость общая	23,0±3,5	°Ж	не более 10,0

12.	Кальций	383±38	мг/дм ³	-
13.	Магний	48±5	мг/дм ³	50
14.	Марганец	0,102±0,015	мг/дм ³	0,1
15.	Сухой остаток	2008±181	мг/дм ³	не более 1500
16.	Общая минерализация	1009±101	мг/дм ³	не более 1500
17.	Натрий	18,2±1,8	мг/дм ³	200
18.	Калий	24,2±2,4	мг/дм ³	30
19.	Барий	<0,1	мг/дм ³	0,7
20.	Стронций	1,5±0,3	мг/дм ³	7,0
21.	Литий	0,061±0,015	мг/дм ³	0,03
22.	Окисляемость перманганатная	2,33±0,23	мг О/дм ³	не более 7,0
23.	Сульфаты	1109±111	мг/дм ³	500,0
24.	Фториды	1,04±0,14	мг/дм ³	1,5
25.	Фосфаты	<0,25	мг/дм ³	3,5
26.	Хлориды	33±3	мг/дм ³	350,0
27.	Щелочность	3,7±0,4	ммоль/дм ³	-
28.	Мышьяк	0,0018 < 0,0030	мг/дм ³	0,01 мг/дм ³
29.	Кадмий	0,00014±0,00006	мг/дм ³	0,001 мг/дм ³
30.	Никель	0,0095±0,0031	мг/дм ³	0,02 мг/дм ³
31.	Хром	0,00151±0,00073	мг/дм ³	0,05 мг/дм ³
32.	Свинец	0,00023 < 0,00200	мг/дм ³	0,01 мг/дм ³
33.	Медь	0,00204±0,00059	мг/дм ³	1,0 мг/дм ³
34.	Бор	0,22±0,05	мг/дм ³	0,5 мг/дм ³
35.	Цинк	0,00005 < 0,00200	мг/дм ³	5,0 мг/дм ³
36.	Кремний	19,4±2,3	мг/дм ³	25 мг/дм ³ (жесткость до 2,5) 20 мг/дм ³ (жесткость более 2,5)

В летний период 2022 г. вода родника «Господь и Самаритянка» также не соответствовала требованиям СанПиН 1.2.3685-21 по следующим показателям: жесткость общая (23,0±3,5 °Ж); сухой остаток (2008±181 мг/дм³); литий (0,061±0,015 мг/дм³); сульфаты (1109±111 мг/дм³).

Таким образом, проведенные исследования позволили установить, что вода родника «Господь и Самаритянка» не рекомендуется к использованию для питья. Обнаруженные в воде высокие концентрации тяжелых металлов могут обуславливать значительные риски развития заболеваний неинфекционной природы у населения. Необходимы дальнейшие мониторинговые исследования для установления причин загрязнения родниковой воды

Список источников

1. Демисова А. М., Галимова И. Ж., Нугаева Д. Р. Рекреационная нагрузка родников Саратовского района Саратовской области // Экология родного края: проблемы и пути их решения: сб. материалов XV Всероссийской с международным участием науч.-практ. конф. / Вятский государственный университет. Киров, 2020. С. 13-15.
2. Маркина Т. А., Тихомирова Е. И., Бобырев С. В., Орлов А. А. Оценка экологического состояния родников г. Саратова по данным мониторинга за 2009-2013 гг. // Фундаментальные исследования. 2014. № 5-6. С. 1207-1212.
3. Савина К. А. Сравнение гигиенического состояния источников водоснабжения Правобережья и Левобережья Саратовской области // Гигиена, экология и риски здоровью в

современных условиях сб. тр. / Саратовский МНЦ гигиены ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения». Саратов, 2021. С. 135-137.

4. Савина К. А., Иванов Д. Е., Косарев А. В., Шорина А. В., Панкратова Ю. А. Гигиеническая оценка качества родниковой воды на основе риск-ориентированного подхода // Теоретическая и прикладная экология. 2022. № 1. С. 50-55.

5. СанПиН 1.2.3685-21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания. Введ. 2021-03-01. М., 2021. 469 с.

6. Сергеева И. В., Сергеева Е. С., Мохонько Ю. М., Андриянова Ю. М. Проблема экологического и санитарно-гигиенического состояния природных водоисточников Саратовской области // Экологические проблемы промышленных городов: сб. науч. тр. / Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А. Саратов, 2017. С. 357-361.

7. Ткачев А. А., Фисенко Б. В., Аникина Е. В., Частухин Я. В. Геоинформационное моделирование городских водных объектов (на примере родников города Саратова) // Геоинформационные технологии в сельском хозяйстве, природообустройстве и защите окружающей среды: сб. матер. Всероссийской науч.-практ. конф. молодых ученых, посвященной 130-й годовщине со дня рождения академика Н.И. Вавилова и Году экологии в Российской Федерации / ФГБОУ ВО «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова». Саратов, 2017. С. 124-129.

8. Idrissova G. Z., Sergeeva I. V., Ponomareva A. L., Akhmedenov K. M., Sergeeva E. S. Monitoring studies of the ecological state of springs in the Aktobe region in Western Kazakhstan // Journal of Pharmaceutical Sciences and Research. 2017. Т. 9. № 7. С. 1122-1127.

© Сергеева И.В., Пономарева А.Л., Шевченко Е.Н., Мохонько Ю.М., Сергеева Е.С., 2022

Научная статья
УДК 574.42:574.472

Динамика и видовое разнообразие почвенного банка семян лесных вырубок

Ольга Николаевна Торгашкова

Дарья Игоревна Ефимова

ФГБОУ ВО СГУ имени Н.Г. Чернышевского,
г. Саратов

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы, связанные с видовым разнообразием семян растений в почве лесных вырубок и влиянием семенного банка на изменение видового состава фитоценоза. Выявлены виды, преобладающие в почвах на разных стадиях сукцессии, представленные как реализованной частью почвенного банка семян, так и потенциально активной частью.

Ключевые слова: почвенный банк семян, сукцессия, вырубка, растительный покров

Dynamics and species diversity of the forest felling soil seed bank

Olga Nikolaevna Torgashkova

Daria Igorevna Efimova

Saratov State University,
Saratov

Abstract. The article deals with issues related to the species diversity of plant seeds in the soil of forest clearings and the influence of the seed bank on the change in the species composition of phytocenosis. The species that predominate in soils at different stages of succession have been identified. It is represented both by the realized part of the soil seed bank and the potentially active part.

Key words: soil seed bank, succession, cutting, vegetation cover

Одним из важных показателей изучения биологического разнообразия лесных сообществ является характеристика банка семян [1, 2]. Данные о банке семян существенно дополняют сведения о видовом составе растений, так как представляют виды, встречающиеся в фитоценозе только живыми полежащими семенами в почве. Это позволяет судить о прошлом и, в определенной степени, будущем фитоценоза. Живые семена, полежащие в почве, являются источником появления растений на нарушенных результате природных или антропогенных воздействий участках, то есть участвуют в формировании растительного покрова.

Вопрос изучения роли почвенного запаса семян лесных фитоценозов в поддержания видового разнообразия сообществ рассматривался как отечественными [3, 4], так и зарубежными исследователями [5], которые выделяли виды способные формировать растительный покров вырубок на разных стадиях сукцессий.

Исследование динамики и видового разнообразия банка семян проводилось в лесном массиве, в окрестностях села Алексеевка Базарно-Карабулакского района Саратовской области. На лесной вырубке в разное годы исследования было отобрано 130 образцов почв. В качестве ключевого участка для проведения исследований нами была выбрана вырубка, расположенная в центральной части лесного массива.

Исследования качественного и количественного состава банка семян проводились методами лабораторного и полевого экспериментов [1, 2].

Термины, говорящие о происхождении семян (реликтовые, инвазионные или заносные, аутохтонные или местные), используется нами в понимании В. В. Петрова [1]. Название видов приводится по П. Ф. Маевскому [6].

Липо-березняк ландышевый расположен в нижней части склона северо-восточной экспозиции в глубине лесного массива. Почва - темно-серая лесная суглинистая, и характеризуется значительной мощностью. Горизонт А (мощностью 18 см) имеет бурый оттенок, а горизонт В (мощностью до 72 см) - буро-серого цвета. Мощность лесной подстилки колеблется от 2 до 6 см.

Древесный ярус сообщества ранее существовавшего на данной территории – липняка волосистоосокового - состоял из *Tilia cordata*, единично встречались *Quercus robur* и *Acer platanoides* [4]. Всходы и подрост деревьев представлены небольшим числом экземпляров *Betula pendula*, *Acer platanoides*, *Tilia cordata* и *Quercus robur*, а кустарниковый ярус в значительным числом экземпляров *Chamaecytisus ruthenicum* и *Euonymus verrucosa*.

В травяном ярусе липняка присутствовало 24 вида растений, основная доля которых принадлежала лесным растениям (93,3 %). Доминантом являлась *Carex pilosa* (53,9 шт. /м²), со значительной примесью *Stellaria holostea* (30,5 шт. /м²) и *Convallaria majalis* (17,5 шт. /м²).

На данной территории в 1997 году была проведена практически сплошная вырубка. В последующие годы отмечено изменение видового состава сообщества и как следствие этого формирование на данной территории липно-березняка ландышевого. Одной из основных причин смены сообщества явилось массовое прорастания жизнеспособных семян, либо хранящихся разное время в почвах липняка, либо появившихся в результате заноса с соседних территорий.

Древесный ярус липно-березняка образован *Betula pendula* и *Tilia cordata*, единично встречается *Acer platanoides*. Всходы и подрост деревьев представлены небольшим числом *Acer platanoides* и *Betula pendula*, а основу кустарничкового яруса составляет *Lonikera xylosteum*, единично встречается *Euonymus verrucosa*.

В травяном ярусе липо-березняка ландышевого обнаружено 17 видов растений. Наибольшим числом характеризуется *Convallaria majalis*, *Polygonatum odoratum*, *Veronica chamaedrys*. Виды же составляющие основной состав травяного яруса предыдущего сообщества либо представлены меньшим числом экземпляров (*Carex pilosa*, *Stellaria holostea*, *Lathyrus vernus* и др.), либо отсутствуют вообще (*Aegopodium podagraria*, *Glechoma hederacea* и др.).

И хотя в сообществе также преобладают лесные виды (71 %), следует отметить, что наблюдается изменение ценоморфного состава сообщества за счет увеличения в травяном ярусе числа рудеральных, луговых и степных видов (*Artemisia austriaca*, *Veronica chamaedrys*, *Geum urbanum*, *Clinopodium vulgare* и др.), а экоморфного состава вследствие увеличения гелиофитной ксерофитной группировки растений.

Вследствие технических работ в фитоценозе отмечено увеличение освещенности, твердости, влажности почвы и уменьшение водопроницаемости почвы и напряженности аллелопатического фактора, что оказало влияние на массовое прорастание семян.

Общая численность семян в почве липняка до начала вырубki составляла 2660 шт./м², при небогатом видовом составе (11 видов). Максимальным числом семян характеризовались такие виды растений как *Carex muricata*, *Convallaria majalis* и *Lathyrus vernus*. Значительный вклад в банк семян вносили также семена местных видов растений *Carex pilosa* и *Aegopodium podagraria*. Количество семян некоторых растений мало, так как они имеют заносное происхождение (*Clinopodium vulgare*, *Chelidonium majus*, *Veronica chamaedrys* и *Chenopodium album*). Обнаружены семена древесных пород (*Acer platanoides* и *Betula pendula*). Видовой состав травяного яруса и семенного банка липняка существенно не отличались (коэффициент сходства Серенсона – 0,72).

Следовательно, в данном фитоценозе было отмечено незначительное видовое разнообразие семян, которое в большинстве случаев наблюдается только в коренных фитоценозах.

На начальных стадиях сукцессий на нарушенных участках сообщества по результатам полевого эксперимента в почвенном банке семян присутствовало 19 видов. Преобладали *Carex pilosa* встречающийся в 93% всех почвенных проб в количестве до 38,1 шт./м² и *Convallaria majalis* в количестве до 18,3 шт./м². Реже и в меньшем количестве встречаются семена *Lathyrus vernus* (73% проб, 6 шт./м²), *Poa nemoralis* (68% проб, 7 шт./м²), *Stellaria holostea* (74 % проб, 9 шт. /м²), *Betula pendula* (26% проб, 3 шт./м²). За счет реализации почвенного запаса семян в травяном ярусе сообщества появляются виды, которые были представлены в липняке только в виде семян - *Carex muricata* и *Chelidonium majus*.

При проведении лабораторного проращивания были обнаружены жизнеспособные семена некоторых видов растений, которые встречаются во всех почвенных слоях в сообществе, даже на значительной глубине. Семена не обнаружены только в подстилке. Максимальным числом семян характеризовались такие виды растений, как *Carex muricata* (300 шт. /м²) *Viola mirabilis* (450 шт. /м²) и *Dryopteris filix-mas* (455 шт. /м²). Значительный вклад в банк семян вносили также семена *Enemogone longifolia* и *Stellaria holostea* (260 и 160 шт./м² соответственно). Количество семян некоторых растений мало и они имеют заносное происхождение (*Fallopia convolvulus*, *Vicia tenuifolia* и *Chenopodium album*). Семена таких видов как *Dryopteris filix-mas*, *Ranunculus repens* и *Urtica dioica*, обнаружены в глубоких слоях почвы, что свидетельствует об реликтовости. В подстилке обнаружено достаточно большое количество семян *Rumex acetosella*, не встречающегося в травяном ярусе сообщества. Видовой состав травяного яруса и семенного банка сообщества на данной стадии довольно сходны (коэффициент сходства Серенсона – 0,62).

В последующие годы общее количество видов в почвенном банке достигает 31 вида. Доминирует *Convallaria majalis*, *Lathyrus vernus*, *Carex sylvatica* и *Stellaria holostea*, встречающиеся в 98% всех почвенных проб, причем эти виды господствуют в травяном ярусе сообществ и все, за исключением *Carex sylvatica*, встречались как в семенном банке сообщества, так и в его травяном ярусе во все годы исследования. Но при этом также отмечено

увеличение числа заносных семян сорных видов (*Trifolium arvense* и *Thlaspi arvense*), которые представлены как реализованной частью банка семян, так и его потенциально активной частью.

Некоторые рудеранты (*Fallopia convolvulus*, *Vicia tenuifolia* и *Chenopodium album*) были обнаружены в сообществе в предыдущие годы только в виде живых семян в верхних слоях почв, а в настоящее время наблюдается появление значительного числа особей этих видов в составе травяного яруса. Единично в почвенных пробах были встречены семена *Vicia cracca* и *Eripactis atrorubens*, которые были отмечены в липняке. Видовой состав травяного яруса и семенного банка сообщества довольно сходны (коэффициент сходства Серенсона – 0,55).

Следует отметить, что содержание семян в почве этого фитоценоза достаточно велико (4820 шт./м²), что наблюдается только в производных фитоценозах и связано с антропогенным воздействием (вырубка) и расположением сообщества в нижней части склона вблизи открытого пространства, что располагает к массовому заносу семян с других территорий. Запас жизнеспособных семян состоит основной своей частью из семян лесных видов растений, в значительной степени входящих в современный фитоценоз. Семена этих видов успешно прорастают, так как их экологический потенциал соответствует условиям местообитания данного лесного сообщества. Но достаточно хорошо представлены и другие ценоморфы, особенно рудеранты, которые замещают сиванты при значительном нарушении местообитания. Большинство их - одно-двулетники, формирующие основной банк семян в почве и являющиеся пионерами восстановления растительности при нарушениях. Увеличение числа семян и их видов на начальных стадиях сукцессии происходит вследствие уменьшения или полного устранения либо механического препятствия, создаваемого почвенной толщей, а также с изменением экологических условий, которые являются наиболее благоприятными для их прорастания и не могли реализоваться в условиях местообитания липняка.

Таким образом, банк семян играет значительную роль в изменении видового разнообразия лесных фитоценозов, особенно после естественных или искусственных нарушений сообщества. Процессы формирования видового состава растительности на отдельных стадиях зависят от климатических и эдафических условий местности, характера окружающей и сохранившейся растительности, засоренности участка леса. На начальных стадиях сукцессии отмечается значительное присутствие в почве семян пионеров сукцессивных серий, а также лугово-степных видов. Формирование нового древесного яруса связано с накоплением в почве липняка семян *Betula pendula*. Видовое разнообразие фитоценоза и увеличение доли семян лугово-степных видов возрастают пропорционально стадии сукцессии.

Список источников

1. Петров В.В. Банк семян в почвах лесных фитоценозов европейской части СССР. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1989. С. 176.
2. Торгашкова О.Н. Процессы функционирования банков семян лесных сообществ Саратовского Правобережья // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Химия. Биология. Экология. Саратов. 2013. Т.13. № 4. С. 89 – 95.
3. Софронов. М.А., Волокитина А. В. Роль пожаров в лесовозобновлении мест вырубок на севере Средней Сибири // Лесное хоз-во. 1996. № 6. С. 50 – 51.
4. Торгашкова О.Н. Функциональная структура почвенных банков семян лесных фитоценозов Саратовского Правобережья // Биоразнообразие и охрана природы в Саратовской области: эколого-просветительская серия для населения: в 4 кн. Кн. 3. Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 2011. С. 214 – 228.
5. Fagan K.C., Pywell R.F., Bullock J.M., Marrs R.H. The seed banks of English lowland calcareous grasslands along a restoration chronosequence // Plant Ecol. 2010. Vol. 208, № 2. P. 199-211.
6. Маевский, П. Ф. Флора средней полосы Европейской части СССР. Л.: Колос, 1964. С – 880.

СЕКЦИЯ 6. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В АГРОНОМИИ

Научная статья
УДК 633.39/37

Совершенствование технологии возделывания чечевицы в условиях ИП Ковылин А.П. г. Калининска Саратовской области

Башинская Оксана Сергеевна
Кондаков Константин Сергеевич
Зайцев Сергей Александрович
ФГБНУ РосНИИСК «Россорго», г. Саратов

Миронов Игорь Викторович
аспирант Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии
и инженерии имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов

Аннотация. В статье изучили продуктивность двух сортов чечевицы в зависимости от влияния нормы высева, способа и срока посева.

Ключевые слова: сорт, белок, чечевица, урожайность, норма высева

Improvement of lentil cultivation technology in the conditions of I.P. Kovylin A.P. Kalininsk, Saratov region

Bashinskaya Oksana Sergeevna
Konstantin Sergeevich Kondakov
Zaitsev Sergey Alexandrovich
FSBI RosNIISK "Rossorgo", Saratov

Mironov Igor Viktorovich
postgraduate student of the Saratov State University of genetics, biotechnology and engineering
named after N.I. Vavilov, Saratov

Abstract. The article studied the productivity of two varieties of lentils depending on the influence of the seeding rate, the method and the sowing period.

Keywords: variety, protein, lentils, yield, seeding rate

Во всем мире до сих пор не решена в полной мере проблема производства высококачественного растительного белка. Но особенно сложно решение этой задачи происходит в России и, в первую очередь, в зоне Поволжья, где еще в недавнем прошлом производство зернобобовых культур было на достаточно высоком уровне.

Чечевица (*Lens culinaris*) – ценнейший источник полноценного растительного белка, выполняющий роль симбионта для бактерий рода *Rhizobium* вида *Rh. leguminosarum*, фиксирующих атмосферный азот, решая при определенных условиях проблему накопления, сохранения и даже расширенного воспроизводства плодородия почвы [2]. Высокое содержание белка и незаменимых аминокислот (триптофана, лизина) в зерне, а также отличные вкусовые достоинства выводят ее в разряд ведущих среди всех зернобобовых культур. Чечевица не накапливает нитратов, токсичных элементов, радионуклидов и может считаться экологически чистым продуктом. По вкусовым качествам и питательности чечевица занимает одно из первых мест среди зерновых бобовых [1].

Среди огромного многообразия зернобобовых культур чечевица занимает особое место благодаря своим непревзойденным вкусовым качествам, высокоусвояемому человеческим организмом белку, большому набору незаменимых аминокислот, витаминов и микроэлементов.

Посевные площади чечевицы во всем мире неуклонно возрастают. Достаточно сказать, что по данным ФАО в настоящее время мировые посевы чечевицы превысили 3,5 млн. гектаров или они возросли за последние 90 лет более чем в 8 раз. Например, в Канаде посевные площади чечевицы составляют уже более 300 тыс. гектаров, а ее экспорт стал доходной статьей государства.

Огромный спрос на эту культуру как внутри страны, так и на мировом рынке открывает широкие возможности для возобновления ее производства.

В России северная граница устойчивого производства чечевицы проходит по линии Москва — Ижевск, а нижняя — по югу Саратовской и Самарской областей. Широко культивировалась она и в Предуралье, но традиционными районами ее возделывания являются области Среднего Поволжья и Нечерноземья, а также зона ЦЧО. [3]

Возрождение интереса производителя к этой культуре через разработку новых подходов к технологии ее возделывания и, в первую очередь, через стабильное производство семян является весьма актуальным вопросом в решении проблемы - увеличения производства пищевого растительного белка.

В конкретных условиях климата, почвенных и погодных особенностей нами были изучены продукционные процессы и сортовые биологические особенности растений чечевицы в зависимости от способов и норм посева на черноземных почвах Правобережья.

Нами в 2022 году в И.П. Ковылин А.П. г. Калининска Саратовской области были заложены полевые опыты по изучению сортов чечевицы: Надежда, Октава.

Изучали следующие способы посева: сплошной рядовой, черезрядный (с междурядьем 30 см) и широкорядный (45 см).

Схема опыта с нормами высева включала до трех вариантов (2,0; 2,5; 3,0 млн. штук всхожих семян на 1 га).

Повторность в полевых опытах была 4-х кратная при учетной площади делянок 100 м². Расположение вариантов и повторностей было систематическим.

Возделывание чечевицы в опытах осуществлялась на фоне современных технологий для данной микрзоны. Предшественник - озимая пшеница.

Высев проводили в соответствии со складывающимися погодными условиями, которые определялись ходом температурного режима почвы в посевном слое и разработанной схемой полевого опыта.

Все работы на опытных делянках, связанные с подготовкой почвы, с посевом, уходом за посевами и уборкой урожая проводились в основном механизированным способом.

Основная обработка почвы состояла из вспашки зяби на глубину 25-27 см. В весенний период обработку опытного участка начинали с боронования в два следа, а затем проводили культивацию с одновременным боронованием.

В технологию ухода за посевами включали общепринятые для зоны мероприятия, направленные на защиту их от сорной растительности, болезней и вредителей.

Характеристика сорта чечевицы Надежда.

Назначение пищевое.

Группа спелости Среднеранний. Период от посева до полных всходов – 7-9 дней. Период от полных всходов до полного цветения – 39-43 дня. Период от начала цветения до конца цветения – 8-12 дней. Период от полного цветения до хозяйственной спелости – 45-49 дней.

Урожайность и энергетическая ценность. Масса 1000 семян – 67-72 г. Выравненность семян с указанием размера сит в мм: I фракция (Ø 6,0) – 70-73%, II фракция (Ø 5,5) – 78-82%, III фракция (Ø 5,25) – 90-93%. Содержание сырого жира от абсолютно сухого вещества – 1,5-1,8%. Разваримость – 55-61 минуты. Вкусовые качества – 5 баллов. Другие технологические качества семян: БЭВ – 61,2-63,4%, зола – 3,6-3,8%, клетчатка – 4,9-5,3%, крахмал – 38,6-41,2%.

Авторы: В.И. Жужукин, Ю.Г. Мешалкин.

Характеристика сорта чечевицы Октава.

Устойчивый к засухе сорт чечевицы 4-5 баллов. Сорт пригоден к механизированной уборке. **Назначение** кормовое, пищевое

Группа спелости. Период от посева до полных всходов – 8 дней. Период от полных всходов до полного цветения – 33-38 дней. Период от начала цветения до конца цветения – 13-14 дней. Период от полного цветения до хозяйственной спелости – 34-40 дней.

Урожайность и энергетическая ценность. Технические качества семян: Масса 1000 семян – 48-55 г. Выравненность семян с указанием размера сит в мм: I фракция (Ø 6,0) – 9-18 %, II фракция (Ø 5,5) – 27-35 %, III фракция (Ø 5,25) – 28-35 %. Содержание сырого протеина от абсолютно сухого вещества: (N×6,25) – 27,4-29,2%. Содержание сырого жира от абсолютно сухого вещества -1,7-1,9%. Разваримость: 43-52 минуты. Другие технологические качества семян: БЭВ – 59,4-61,1%, зола – 3,0-3,3%, клетчатка – 4,7-5,5%, крахмал – 35,4-39,4%.

Авторы: В.И. Жужукин, Е.В. Гудкова, Л.А. Гудова, С.А. Зайцев, Д.П. Волков, В.С. Горбунов, М.А. Вишнякова

Продолжительность жизненного цикла растений, отдельных этапов органогенеза, размеры и число органов для каждого вида характеризуется относительным постоянством. И в то же время, все эти признаки в той или иной степени, в зависимости от разнокачественности потомства и варьирующих условий среды, подвержены изменчивости.

Фенологические наблюдения показывают изменчивость периода вегетации и продолжительности отдельных межфазных периодов в зависимости от сортовых особенностей, метеорологических условий года, густоты посева.

В наших опытах на широкорядных и черезрядных посевах растения чечевицы зацвели, как правило, на 2-3 дня позже, чем на сплошных рядовых посевах.

Таблица 1 – Продолжительность межфазных периодов сортов чечевицы в зависимости от способов посева

Способ посева	Число дней		
	От посева до цветения	От цветения до созревания	От посева до созревания
	Сорт Октава		
Сплошной рядовой	46	50	102
Черезрядный (30 см)	47	51	103
Ширококорядный (45 см)	50	54	104
	Сорт Надежда		
Сплошной рядовой	43	45	88
Черезрядный (30 см)	44	48	90
Ширококорядный (45 см)	47	59	100

Разница в длине вегетационного периода между сплошными рядовыми и широкорядными посевами чечевицы Октава колебалась от 3-х до 5-ти дней.

Период вегетации заметно изменялся в зависимости от густоты стояния растений в период вегетации: реже посев – длиннее период вегетации. Эта разница составляла от 2-х до 4-х дней.

В сравнительно изреженных посевах каждое растение образует сравнительно большее количество боковых ветвей с поздним плодоношением, в загущенных посевах боковых ветвей образуется меньше, основная масса бобов сосредотачивается на главном побеге, темпы развития и созревания ускоряются.

Таблица 2 – Продолжительность вегетации сортов чечевицы при разных нормах высева (сплошной рядовой посев)

Норма высева семян, млн. шт./га	Число дней от посева до созревания	
	Октава	Надежда
2,0	95	98
2,5	94	96
3,0	92	94

Способы посева, нормы высева оказывают большое влияние не только на продолжительность прохождения отдельных фаз вегетации, но и на их рост, формирование продуктивности.

Замечено, что от всходов до бутонизации чечевица растет медленно (среднесуточные приросты в высоту не более 0,42-0,58 см). Интенсивный прирост наблюдается от начала бутонизации и до начала цветения (1,46-2,52 см). Однако, этот период в развитии чечевицы непродолжительный.

Несколько более высокие темпы среднесуточного прироста во все фазы и периоды вегетации наблюдались у сорта Надежда.

Таблица 3 – Среднесуточные приросты растений сортов чечевицы, (см)

Сорт	Период вегетации		
	Всходы – бутонизация	Бутонизация – цветение	Цветение – созревание
<i>Октава</i>	0,42	1,46	0,44
<i>Надежда</i>	0,58	2,52	0,42

Низкорослость, значительный развал чечевичного растения при изреженных травостоях и широкорядных посевах в значительной степени затрудняют ее уборку. В отдельные годы чечевица полегает. Полегаемость посевов чечевицы может быть вызвана чрезмерным загущением ее травостоя, ветряной и влажной погодой.

Полегание обычно происходит в период интенсивного развития вегетативной массы, когда вытянутые тонкие стебли чечевичного растения под тяжестью образовавшейся массы ветвей и листьев наклоняются в одну сторону, опираясь на соседние растения и прижимая их к поверхности почвы. Цветки и завязавшиеся плоды в нижнем ярусе растений, как правило, прекращают свое развитие.

У изучаемых нами сортов, слабо выражена цепляющая способность усиков, что усиливает полегание посевов в разные периоды вегетации.

В наших опытах к моменту уборки урожая балл устойчивости растений к полеганию выразился: Октава – 3,4, Надежда – 4,2. Полегаемость стеблей определяли по 5-ти бальной системе: 5 – совсем неполегающие растения; 4 – полегающие в слабой степени; 3 – средне полегающие; 2 – сильно полегающие, но пригодные к машинной уборке со специальными приспособлениями; 1 – сильно полегающие и непригодные к механизированной уборке.

Было замечено, что при сухой и жаркой погоде усики легко обламываются и растения полегают. На широкорядных посевах чечевицы нередко формирует развалистый куст, что создает особые трудности при уборке.

В наших опытах сплошной рядовой способ посева с оптимальными нормами высева семян обеспечивали наиболее благоприятные условия для уборки сформировавшегося урожая.

Таблица 4 – Устойчивость сортов чечевицы к полеганию, в баллах

Фаза	Октава	Надежда
<i>Цветение</i>	5,0	5,0
<i>Образование бобов</i>	4,2	4,6
<i>Налив семян</i>	3,9	4,3
<i>Созревание</i>	3,4	4,2

Для чечевицы характерна та же особенность в созревании, что и для других зернобобовых культур – формирование плодов начинается с нижних междуузлий, происходит весьма неравномерно. Созревание бобов в пределах одного растения длится в течение нескольких дней и охватывая период в 16-24 дня.

Нами проведены наблюдения за ходом созревания бобов у разных сортов чечевицы с учетом ярусности, для чего были выделены в посевах площадки и закреплены растения. Созревшими плодами считали бобы с затвердевшими в них семенами, которые приобретали характерный цвет для данного сорта.

Более дружное созревание ранее отмечено у сорта Надежда.

Неравномерность созревания изучаемых сортов чечевицы в значительной степени отражается на урожайности и качестве зерна.

Черезрядные посеы в наших опытах при одинаковой норме высева (1,0 млн шт./га) с широкорядным посевом обеспечивали урожайность более высокую: по Октаве – на 0,21-0,24 и по Надежда – на 0,16-0,24 т/га.

Важно отметить, что широкорядковые посеы значительно экономят посевной материал, обеспечивают лучшие условия для ведения видовой прополки посеов, позволяют проводить очистку посеов от засоренности механическим способом, а главное создают условия для формирования более высококачественного и экологически чистого зерна чечевицы.

В широкорядных посевах развиваются наиболее продуктивные растения не только по массе семян, но и по количеству бобов, по числу зерен в них.

Наибольшая биологическая урожайность в среднем по Октаве отмечена при высеве 1,0 млн. шт./га – 1,34 т/га. Надежда формирует сравнительно высокую урожайность также при высеве 1,0 млн. шт./га – 1,22 т/га.

Процент вызревших бобов был также высоким на широкорядных посевах и у обоих сортов был выше 70%. Масса семян с одного растения была высокой при черезрядном способе посева и составила у сорта Октава – 36,4 шт. или 1,95 г., у сорта Надежда – 34,6 шт. или 1,90 г.

Максимальная масса 1000 семян была у сорта Октава при черезрядном способе посева и составила 54,6 г., а минимальная у сорта Надежда - 51,2 г. при сплошном рядовом способе посева и норме высева 3,0 млн. всхожих семян на га.

В наших опытах рентабельность всех сортов составляет выше 100%, хотя наиболее эффективным является возделывание сорта Октава при широкорядном способе посева с шириной междурядий 45 см. Так, себестоимость 1 т зерна в этом варианте опыта ниже (7,36 тыс. руб.), а чистый доход с 1 га выше (32,84 тыс. руб.), рентабельность 332%. Следовательно, производству можно рекомендовать расширить площадь посева этого сорта, как наиболее эффективного.

Высокая рентабельность возделывания сортов чечевицы объясняется высокой стоимостью семян и сложностями ее возделывания.

Список источников

1. Агробиологические основы выращивания сельскохозяйственных культур / Под редакцией Н.И. Кузнецова, М.Н. Худенко, В.Б. Нарушева [и др.] – Саратов: Изд-во СГАУ, 2003. – 260 с.

2. Инновационный опыт производства чечевицы. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2013. 44 с.
3. Нарушев, В.Б. Адаптивные технологии возделывания полевых культур в Поволжье / В.Б. Нарушев, Е.А. Юрченко // Аграрный научный журнал. – 2004. – №4. – С.27-28.
4. Сорокин, С.И. Теоретические и практические аспекты совершенствования технологии выращивания семенной и товарной чечевицы в лесостепном Поволжье: автореф. дис... доктора с.х. наук. - Саратов, 2009.
5. Шевцова, Л.П. Полевое растениеводство степного Поволжья. Ч. 4. Зернобобовые культуры / Л.П. Шевцова [и др.]. – Саратов: Саратовский ГАУ им. Н.И. Вавилова, 2012. – 240 с.
6. Шевцова, Л.П. Формирование высокопродуктивных агрофитоценозов зернобобовых культур в засушливом Поволжье: автореф. дис... доктора с.х. наук. - Саратов, 2000. - 46 с.
7. Шьюрова, Н.А. Продуктивность и симбиотическая активность нута в зависимости от приемов выращивания в степной и сухостепной зонах Саратовской области: Автореф. дис...канд. с.-х. наук.– Саратов, 2004.– 23 с.
8. Ятчук, П.В. Современное состояние производства чечевицы // Зернобобовые и крупяные культуры. 2018. № 4 (28). С. 110-112.
9. Azad, A.K. Variability and diversity estimates of yield and yield contributing characters in lentil (*Lens culinaris medic.*) / A.K. Azad, A.C. Dev, M.A. Khaleque // Journal of Biodiversity and Environmental Sciences. - 2011. -Vol. 1. -№ 1.-P. 35-50.

© Башинская О.С., Кондаков К.С., Зайцев С.А., Миронов И.В., 2022

Научная статья

УДК 635.656:576.1:631.527

Оценка сортообразцов гороха по хозяйственно-ценным признакам в условиях Нечерноземной зоны РФ

Елена Александровна Вертикова,

Александр Алексеевич Анисимов,

Антон Анатольевич Деревянко

Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А.Тимирязева»
ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева,

г. Москва

Аннотация. Проведено сравнительное изучение генетической коллекции гороха (*Pisum Sativum L.*) различного морфотипа. В 2021 -2022 гг. в полевых условиях Нечерноземной зоны Российской Федерации изучили 22 сортообразца. Сорт Софья использовали в качестве стандарта. Выявили перспективные сортообразцы для дальнейшего изучения и использования в селекции.

Ключевые слова: горох, морфотип, урожайность, линия, усатые, листочковые, люпиноиды, хамелеоны, акацеовидные формы

Evaluation of pea varieties by economically valuable traits in the conditions of the Nonchernozem zone of the Russian Federation

Elena Aleksandrovna Vertikova,

Alexander Alekseevich Anisimov,

Anton Anatolyevich Derevianko

Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow

Abstract. A comparative study of the genetic collection of peas (*Pisum Sativum* L.) of various morphotypes was carried out. In 2021 -2022 in the field conditions of the Nonchernozem zone of the Russian Federation, 22 variety samples were studied. Variety Sofya was used as a standard. Promising varieties were identified for further study and use in breeding.

Key words: peas, morphotype, productivity, line, baleen, leafy, lupinoids, chameleons, acaceous forms

В современных условиях хозяйствования горох посевной (*Pisum Sativum* L.) это важная продовольственная и фуражная зернобобовая культура [3, 2]. С целью выявления перспективных для селекции в условиях Нечерноземной зоны Российской Федерации форм гороха изучили генетическую коллекцию ФГБНУ «Федеральный научный центр зернобобовых и крупяных культур», состоящую из 22 сортообразцов. Изучаемые сортообразцы в коллекции представлены различными морфотипами: усатые, листочковые, люпиноиды, хамелеоны, акацеевидные формы.

Полевые эксперименты проводили по общепринятым методикам на полях Полевой опытной станции ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева в 2021-2022 гг. Стандартом послужил усатый сорт гороха Софья рекомендованный к использованию в данном регионе. По наблюдениям Метеорологической обсерватории им. В.А. Михельсона РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева погодные условия характеризовались как контрастные, что позволило всесторонне оценить изучаемый материал.

Высота растений изучаемых сортообразцов варьировала от 44,8 до 68,5 см. Сорт-стандарт Софья имел высоту растения 68,5 см. Все изучаемые сортообразцы существенно не отличались от сорт-стандарта или достоверно уступили ему по изучаемому признаку.

Число бобов на растении у сортов и селекционных линий варьировало от 2,9 до 7,6 шт. Все изучаемые сортообразцы имели значение признака статистически достоверно ниже, чем стандарт в среднем на 5,80 %. Сортообразцы Рас-828/9 (рассеченнолисточковая селекционная линия) и Акация 1307/16 (акацеевидная форма) статистически достоверно не отличались от сорта-стандарта Софья (7,0 шт. и 6,6 шт., соответственно).

Форма боба у изучаемых сортообразцов преимущественно прямая, или слабоизогнутая, что характеризует хорошую их наполненность, предотвращает иссушение, и повышает сохранность семян.

Размер бобов на растениях стандарта Софья составил 5,8×1,4 см (табл.1).

Таблица 1 – Оценка сортообразцов гороха по хозяйственно-ценным признакам

№	Сортообразец	Число семян, шт.	Масса семян с растения, г	Масса 1000 зёрен, г	Урожайность, т/ га
1.	Софья st.	22,61	5,83	258,04	4,40
2.	Фараон	11,31	2,20	195,90	1,62
3.	Русь	14,73	2,92	198,80	2,23
4.	Алла	21,82	3,13	137,41	2,31
5.	Амиор	21,81	3,11	137,42	2,30
6.	Эстафета	16,94	3,61	214,62	2,82
7.	Шустрик	11,63	2,11	179,61	1,64
8.	Сибирский	20,12	3,53	173,41	2,63
9.	Ами - 309/9	14,72	2,42	165,22	1,82
10.	Уник - 1249/17	12,21	2,23	174,33	1,60
11.	Filby	9,62	1,91	200,94	1,51
12.	Рас - тип	15,73	2,42	137,12	1,80
13.	Рас - 828/9	18,84	3,54	187,43	2,70
14.	Инс - тип	15,64	2,83	178,52	2,13
15.	Рас - 54/15	10,91	1,82	167,81	1,42

№	Сортообразец	Число семян, шт.	Масса семян с растения, г	Масса 1000 зёрен, г	Урожайность, т/ га
16.	Акация 1307/16	15,90	2,42	142,12	1,80
17.	Пап 485/4	9,60	2,01	198,90	1,50
18.	Багри - 761/7	13,82	1,72	125,80	1,30
19.	Лу - 268 - 98	13,91	2,84	203,81	2,11
20.	Лу - 86 - 16	10,52	2,34	227,62	1,71
21.	Рас - 1098/8	15,63	3,42	210,82	2,62
22.	Пап - 193/10	15,33	6,63	269,44	4,34
F _{факт.}		13,576*	4,387*	17,354*	7,323*
НСР ₀₅		3,76	0,8	11,40	1,1

* $F_{факт.} \geq F_{теор.}$ (здесь и далее)

Значение признака выше, чем у сорта-стандарта отмечено у сортообразцов: Амиор (6,1×1,1 см), Рас-828/9 (6,3×1,1 см), Пап 485/4 (6,1×1,3 см) – линия с многократно непарноперистыми листьями и Рас-1098/8 (6,1×1,2 см). Наименьшее значение признака имели сортообразцы: Алла (4,2×1,1 см) – короткостебельный усатый сорт, Русь (4,7×1,3 см) – усатый сорт и Лу-268 – 98 (4,7×1,3 см) – люпиноид с листочковыми листьями и неосыпающимися семенами.

Признак «число семян с растения» у изучаемых сортообразцов варьировал от 9,60 до 22,61 шт. Сорт-стандарт Софья имел число семян с растения 22,6 шт. Сорта: Алла (21,8 шт.), Амиор (21,8 шт.) и Сибирский (20,12 шт.) статистически достоверно не отличались от стандарта по изучаемому признаку. Остальные сортообразцы имели существенно меньшее число семян с растения на 25,8 – 57,6 %, чем сорт Софья. Масса семян с растения у изучаемых сортообразцов изменялась в пределах 1,72 – 6,63 г. Сортообразец Пап-193/10 статистически достоверно превысил по данному признаку сорт-стандарт в среднем на 13,72 %. Остальные сортообразцы имели значение изучаемого признака существенно ниже в среднем на 9,8 %.

Масса 1000 зёрен зависит от их крупности, от размера, выполненности и химического состава [1, 3]. Масса 1000 зерен у сорта Софья составила 258,04 г. Статистически значимо превысил сорт-стандарт сортообразец Пап-193/10 на 4,42 %. Остальные сортообразцы существенно уступили сорту-стандарту по значению изучаемого признака на 11,79-44,97 %.

Урожайность у изучаемых сортообразцов изменялась в пределах от 1,30 до 4,34 т/га. Все изучаемые сортообразцы имели значение признака статистически достоверно ниже, чем стандарт в среднем на 6,26 %. Селекционная линия Пап-193/10 в среднем на 7,74 % превысила сорт-стандарт Софья по данному признаку.

Вывод. В результате научных исследований охарактеризовали селекционный материал, выявили перспективные сортообразцы с различным морфотипом. Лучшие селекционные линии: Рас-828/9 (6,3×1,1 см), Пап 485/4 – по размеру боба, Акация 1307/16 и Рас-828/9 – по числу бобов на растении; Пап-193/10 – по массе семян с растения, массе 1000 зерен, урожайности рекомендовано использовать в селекции гороха в условиях Нечерноземной зоны РФ.

Список источников

1. Амелин, А.В. Морфофизиологический потенциал *Pisum sativum* ssp. *arvense* L. и селекционные аспекты его реализации. / А.В.Амелин, И.В. Кондыков, Е.И. Чекалин, Н.Н. Кондыкова / Орёл: Картуш, – 2018. – 180 с.
2. Зеленов, А.Н. Первые результаты создания сортов гороха морфотипа хамелеон / А.Н. Зеленов, А.М. Задорин, А.А. Зеленов // *Зернобобовые и крупяные культуры*. – 2018. – №2. – С. 17-22.
3. Зеленов, А.Н. Сто лет Орловской селекции гороха. Итоги и перспективы / А.Н. Зеленов, А.А. Зеленов // *Зернобобовые и крупяные культуры* 2022. – № 2 (42). – С. 41-59.

Сортоизучение листового салата различного географического происхождения в условиях регулируемой интенсивной светокультуры

Елена Николаевна Волкова

ФБГНУ Агрофизический институт, г. Санкт-Петербург

Аннотация. В статье представлены результаты изучения 18 сортов листового салата из коллекции ВИР им. Н.И. Вавилова и АО ССПП «Сортсемовощ», выращенного в условиях интенсивной светокультуры. Сорта отличались. Выделены сорта, сформировавшие наибольшую биомассу: Вьюга, Шоколадный заяц, Victoria Verano, и отличившиеся по биохимическим показателям отличились Лолло Росса, Грюнетта, Danstar. Очевидно, что невозможно подобрать универсальный сорт и выбор будет зависеть от цели выращивания.

Ключевые слова: салат (*Lactuca sativa*), биомасса, сорта, минеральный состав

Varietal study of leaf lettuce of different geographical origin in conditions of regulated intensive light culture

Elena Nikolaevna Volkova

FBSNU Agrophysical Institute, St. Petersburg

Abstract. The article presents the results of the study of 18 varieties of leaf lettuce from the collection of the Vavilov VIR and JSC SSPP "Sortsemovoshch", grown in conditions of intensive light culture. Varieties that formed the largest biomass were distinguished: Blizzard, Chocolate Hare, Victoria Verano, and Lollo Rossa, Grunetta, Danstar distinguished themselves in biochemical indicators. Obviously, it is impossible to choose a universal variety and the choice will depend on the purpose of cultivation.

Keywords: lettuce (*Lactuca sativa*), biomass, varieties, mineral composition

Круглогодичное обеспечение населения нашей страны свежими овощами в условиях импортозамещения является важной задачей. Большую роль в этом играет рациональное и экономически выгодное использование защищенного грунта. Салат (*Lactuca sativa*) является поливитаминным, скороспелым растением, успешно выращиваемым как в открытом, так и в защищенном грунте. Листья салата богаты биологически активными веществами: витаминами, пигментами, органическими кислотами, фенолами, макро- и микроэлементами, легко усваиваются организмом. Для этой культуры характерно наличие разнообразных по морфологии сортоформ (листовые, полукочанные и кочанные), способных удовлетворить любые потребительские запросы. В условиях защищенного грунта, при использовании искусственного освещения возможно получение до 12 урожаев в год с единицы площади. Несмотря на многочисленные исследования по сортоизучению салата, необходим подбор сортов для конкретных условий и целей выращивания.

Целью исследования являлось подбор наиболее перспективных сортов листового салата в условиях интенсивной светокультуры.

Объекты и методы исследования

Исследования проводили с сортообразцами из коллекции ВИР им. Н.И. Вавилова, а также АО ССПП «Сортсемовощ» (табл.1).

Растения выращивали в условиях Агробиополигона с регулируемыми условиями ФБГНУ АФИ, используя в качестве источника света хорошо зарекомендовавшие себя облучатели на основе натриевых ламп высокого давления [1]. Продолжительность светового периода – 14 часов в сутки, относительная влажность воздуха – 65-70 %, температура воздуха в дневное

время – 20-22°C, ночью – 18-20°C. Посев растений предварительно пророщенными семенами проводили в пластиковые четырехугольные горшки, вместимостью 95 г сухого торфа фирмы Агробалт С, имеющего следующие показатели: азот общий -120 мг/л, фосфор -80 мг/л, калий – 140 мг/л, магний – 30 мг/л, кальций – 170 мг/л, медь 9 мг/кг, марганец – 40 мг/кг, цинк – 9 мг/кг, кобальт 0,001 мг/кг и содержанием органического вещества не менее 80 %. Каждый сортообразец имел 6-кратную повторность. После прореживания в каждом горшочке оставляли по 3 растения. Посев проводили 18 марта, уборку – 16 марта, то есть растения выращивали 29 дней. Полив проводили по мере необходимости.

После учета биомассы и биометрических показателей, определяли ее микро- и макроэлементный состав и биохимические показатели общепринятыми методами.

Таблица 1 – Список изученных образцов

Вариант	№ каталога ВИР	Название	Происхождение
1	Вр.-к -3220	Диаболтин	Нидерланды
2	Вр.-к -3295	Solos F1	Нидерланды
3	Вр.-к -3357	Без названия -1	Китай
4	Вр.-к -3364	Без названия -2	Китай
5	Вр.-к -3366	Без названия -3	Китай
6	-	Меркурий	Россия
7	-	Шоколадный заяц	Россия
8	Вр.-к -3383	Sadawi	Нидерланды
9	Вр.-к -3391	Danstar	Нидерланды
10	К-2129	Анапчанин	Россия
11	К-2345	Victoria Verona	Испания
12	К-2315	Лайбахер	Россия
13	-	Шоколадный лист	Россия
14	-	Фиолетовый	Россия
15	-	Вишневая дымка	Россия
16	-	Грюнетта	Россия
17	-	Лолло Росса	Россия
18	-	Вьюга	Россия

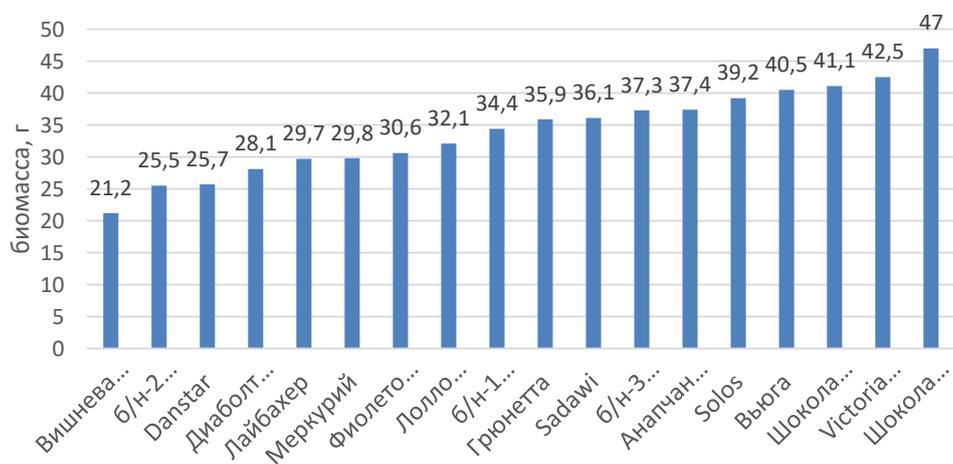


Рисунок 1. Биомасса коллекции сортов салата

Результаты и обсуждение

Сорта значительно отличались по форме и цвету листовых пластин – от слабо до сильно гофрированных, от зеленой до пурпурной и светло-коричневой окраски. К моменту уборки растения имели от 6 до 8 листьев, высоту – от 13 до 27 см. Ранжирование растений по биомассе при уборке показало, что минимальное значение было у Вишневой дымки, максимальное – у Шоколадного листа, в среднем по опыту составило $34,1 \pm 6,8$ г. Также хорошую биомассу образовали сорта Анапчанин, Solos, Вьюга, Шоколадный заяц, Victoria Verano.

Биохимический анализ образцов показал значительную амплитуду изменчивости содержания сухого вещества – от 4,99 до 13,45 % (в среднем $13,45 \pm 2,5$ %), сырой золы – от 6,75 до 11,98 % (в среднем $9,25 \pm 1,49$ %), витамина С – от 4,62 до 22,0 мг 100г (в среднем $13,79 \pm 3,95$), табл. 2. Содержание нитратов не превышало 985 мг/кг, что значительно ниже ПДК (2000 мг/кг). Однако у некоторых сортов оно было очень низким, но уровне предела определения (Solos F1, Sadawi, Victoria Verona, Вьюга и др.). Возможно это связано с более интенсивным использованием азота этими сортами в процессах биосинтеза белка и имевшийся уровень азотного питания к моменту уборки для них стал недостаточным. Эти же сорта отличались по биомассе. Это подтверждается и нашими исследованиями в опытах с морковью, где сорта нидерландской селекции отличались повышенными требованиями к минеральному, прежде всего азотному питанию [2,3].

Таблица 2 – Биохимические показатели качества салата

Вариант*	Сухое вещество, %	Сырая зола, %	Витамин С, мг 100 г	Нитраты, мг/кг
1	10,29	10,67	22,0	110,0
2	7,20	9,1	14,74	22,0
3	6,11	10,21	14,75	11,5
4	9,20	8,83	13,42	62,1
5	8,87	7,66	17,16	130
6	8,88	8,90	16,06	54,1
7	13,45	7,70	11,88	81,9
8	9,13	8,68	14,74	13,8
9	5,4	11,77	4,62	636,0
10	13,42	6,75	13,20	32,6
11	6,18	8,23	12,10	16,3
12	6,42	10,66	8,80	341,0
13	12,32	7,36	20,02	34,1
14	8,01	10,42	15,84	877,0
15	9,66	9,49	13,86	277,0
16	7,74	9,79	13,20	37,4
17	4,99	11,98	9,9	985,0
18	8,46	8,23	11,88	20,0

*номера вариантов соответствуют табл. 1.

Биомасса растений находилась в отрицательной зависимости с минеральным составом. Содержание сырой золы находилось в тесной положительной корреляционной зависимости с азотом, фосфором и калием ($r=0,77-0,93$, $n=18$), а также железом, марганцем, цинком и медью ($r=0,48-0,77$, $n=18$). Такая же тенденция отмечалась для содержания нитратов, а количество витамина С находилось в отрицательной незначительной корреляции с концентрацией макро- и микроэлементов.

Анализ биомассы всех сортов показал следующие концентрации макроэлементов, в среднем: азот – $2,1 \pm 0,46$; фосфор – $0,54 \pm 0,1$; калий – $3,08 \pm 1,07$; кальций – $1,09 \pm 0,14$; магний –

0,31±0,05. По минеральному составу выделился сорт Лолло Росса, который существенно превосходил средние значения показателей в выборке, а также отличались сорта Грюнетта, Danstar и китайский сорт без названия -2.

Таким образом, при выращивании в условиях регулируемой светокультуры выделились две группы сортов – формирующие большую биомассу, но с содержанием биохимических показателей и минеральных элементов ниже среднего по выборке и вторая группа – с небольшой биомассой, но более богатым минеральным составом. По величине биомассы выделились сорта Вьюга, Шоколадный заяц, Victoria Verano, по биохимическим показателям отличились Лолло Росса, Грюнетта, Danstar. Очевидно, что невозможно подобрать универсальный сорт и выбор будет зависеть от цели выращивания.

Список источников

1. Кулешова Т.Э., Удалова О.Р., Балашова И.Т., Аникина Л. М., Конончук П.Ю., Мирская Г.В., Панова Г.Г. Влияние различных источников света на продукционный процесс томата в интенсивной светокультуре//Овощи России-2021.-№4.-с.65-70.

2. Волкова Е.Н. способы регулирования азотного питания культур с целью управления качеством продукции.-Автореф. дисс. доктора с.-х.наук.-СПб., 2002.-39 с.

3. Волкова Е.Н. Сортовая специфика аккумуляции нитратов морковью (*Daucus carota*) / Е. Н. Волкова // Инновационное развитие: потенциал науки и современного образования: монография. – Пенза : "Наука и Просвещение" (ИП Гуляев Г.Ю.), 2020. – С. 62-75.

4. Волкова, Е. Н. Сортовые особенности азотного питания салата// Селекция и семеноводство полевых культур : Юбилейный сборник научных трудов. – Воронеж: ВГАУ им. К.Д. Глинки, 2007. – с. 209-212.

© Волкова Е.Н., 2022

Научная статья

УДК 630*232.323.2:630*232.322.4:633.11

Действие нормы высева и различных доз минеральных удобрений на продуктивность яровой пшеницы

Александр Николаевич Воронин, Полина Алексеевна Котьяк

Ярославская государственная сельскохозяйственная академия, г. Ярославль

Аннотация. В статье представлены материалы по изучению влияния различных норм высева и норм удобрений на показатели роста и развития и на структуру урожая яровой пшеницы. Исследования проводились в условиях полевого стационарного двухфакторного опыта на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве в условиях СПК «Активист» Гаврилов-Ямского муниципального района Ярославской области. Показана положительная роль нормы высева яровой пшеницы 254 кг/га на фоне весеннего внесения минеральных удобрений в дозе 120 кг/га. При данных условиях возможно получение высокой продуктивности яровой пшеницы при наибольших значениях экономической и энергетической эффективности.

Ключевые слова: нормы высева, дозы удобрений, показатели роста и развития, яровая пшеница

The effect of seeding rate and various doses of mineral fertilizers on the productivity of spring wheat

Annotation. The article presents materials on the study of the influence of various seeding rates and fertilizer rates on growth and development indicators and on the structure of the spring wheat crop. The studies were carried out under the conditions of a field stationary two-factor experiment on soddy-podzolic medium loamy soil in the conditions of the Aktivist farm in the Gavrilov-Yamsky municipal district of the Yaroslavl region. The positive role of the spring wheat seeding rate of 254 kg/ha against the background of spring application of mineral fertilizers at a dose of 120 kg/ha is shown. Under these conditions, it is possible to obtain high productivity of spring wheat with the highest values of economic and energy efficiency.

Keywords: seeding rates, fertilizer doses, growth and development indicators, spring wheat

В настоящее время основной статьей затрат при выращивании пшеницы является приобретение семян, поэтому изучение норм высева является весьма актуальным вопросом. Оптимальная густота растений обеспечивает наилучшую площадь питания для всех растений и гарантирует максимально продуктивную работу фотосинтетического аппарата. Внедрение оптимальной нормы высева на сегодняшний день является одним из важнейших факторов, влияющих на повышение качества семенного материала яровой пшеницы и его урожайных свойств [1]. Продуктивность агроценоза в целом, которая формируется с начальных периодов роста и развития растений яровой пшеницы и перед уборкой, напрямую зависит от плотности стеблестоя растений [2]. Потенциал современных сортов яровой пшеницы может быть полностью использован для создания оптимальной густоты растений, которая, в свою очередь, в основном определяется нормой высева [3,4].

При этом основным средством, обеспечивающим высокие урожаи зерновых культур при своевременном и качественном выполнении других агротехнических приемов, является применение удобрений. Это положение очень важно для почв Нечерноземья России, содержащих относительно небольшое количество легкодоступных элементов питания и характеризующихся низким естественным плодородием [5]. Минеральные удобрения оказывают существенное влияние на почву, в частности, внесение NPK повышает уровень содержания необходимых элементов питания, обеспечивает повышение урожайности сельскохозяйственных культур [6,7,8].

В связи с этим целью исследований явилось изучение влияния минеральных удобрений и норм высева на урожайность яровой пшеницы в производственных условиях.

Исследования проводились в условиях СПК «Активист» Гаврилов-Ямского района Ярославской области на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве. Перед проведением исследований почва пахотного горизонта содержала: легкодоступного фосфора – 73; обменного калия – 59 мг/кг почвы; гидролитическая кислотность – 1,74 мг-экв. на 100 г почвы; рН- 5,3; содержание гумуса – 1,57%. В целом погодные условия вегетационного периода яровой пшеницы 2021 года характеризуются количеством осадков, значительно отличающихся от многолетних данных – в начале и в конце вегетации – в сторону увеличения, а в середине – в сторону уменьшения при повышенных среднесуточных температурах воздуха.

Схема стационарного полевого двухфакторного опыта

Опыт заложен методом расщепленных делянок с рандомизированным размещением вариантов в повторениях в трехкратной повторности.

Фактор А. Нормы высева, «Н»:

1. 225 кг/га, «Н₁»;
2. 254 кг/га, «Н₂».

Фактор В. Дозы удобрений, «У»:

1. Без удобрений, «У₁»;
2. 100 кг/га, «У₂»;
3. 120 кг/га, «У₃».

На варианте с нормами минеральных удобрений 100 и 120 кг/га, фазы развития проходили значительно быстрее, чем на вариантах без внесения минеральных удобрений. Такая же тенденция наблюдается на обоих полях, но особенно это выражено это при норме 120 кг/га при нормах высева 225 кг/га и 254 кг/га. Период кущения – восковой спелости значительно сокращается, так как прохождение этих фаз совпало с сухой и очень жаркой погодой. А чем выше температура воздуха и меньше осадков, тем короче периоды вегетации.

В среднем по дозам удобрений применение нормы высева яровой пшеницы 254 кг/га обусловило существенное увеличение площади листьев на 0,05 м²/м² (таблица 1). Следует отметить, что значения по накоплению сухого вещества, фотосинтетическому потенциалу, чистой продуктивности фотосинтеза, всхожести, густоте стояния растений и сохранности к уборке были также выше при вышеназванной норме высева, но различия везде были не достоверны.

Таблица 1 – Действие изучаемых факторов на показатели роста и развития яровой пшеницы

Вариант	Показатели						
	площадь листьев, м ² /м ²	накопление сухого вещества, г/м ²	фотосинтетический потенциал, тыс. м ² * дней/га	чистая продуктивность фотосинтеза, г/м ² *сутки	всхожесть, %	густота стояния, шт./м ²	сохранность к уборке, %
<i>Фактор А. Нормы высева, «Н»</i>							
225 кг/га, «Н ₁ »	5,18	25,08	39,85	32,53	84,55	382,2	82,16
254 кг/га, «Н ₂ »	5,23	25,53	40,25	33,91	85,10	386,1	82,49
НСР ₀₅	0,05	F _φ <F ₀₅	F _φ <F ₀₅	F _φ <F ₀₅	F _φ <F ₀₅	F _φ <F ₀₅	F _φ <F ₀₅
<i>Фактор В. Дозы удобрений, «У»</i>							
Без удобрений, «У ₁ »	4,97	24,75	43,33	36,85	82,42	371,1	81,87
100 кг/га, «У ₂ »	5,21	25,86	39,59	33,66	84,47	381,1	82,02
120 кг/га, «У ₃ »	5,43	24,75	37,24	29,31	87,58	400,2	83,08
НСР ₀₅	0,05	0,35	0,75	1,63	1,03	7,41	F _φ <F ₀₅

В среднем по факторам использование удобрений вызвало статистически значимое увеличение площади листьев, всхожести и густоты стояния растений при наибольших значения на варианте с 120 кг/га. Противоположная тенденция отмечалась относительно фотосинтетического потенциала и чистой продуктивности фотосинтеза. Применение минеральных удобрений в дозе 100 кг/га способствовало существенному увеличению накопления сухого вещества на 1,11 г/м².

Для понимания особенностей формирования урожайности яровой пшеницы целесообразно рассмотреть влияние норм высева и доз удобрений на структуру урожая данной культуры.

В среднем по факторам использование нормы высева 254 кг/га вызвало достоверное увеличение количества зёрен в колосе на 0,89 шт. (таблица 2).

Таблица 2 – Действие изучаемых факторов на структуру урожая яровой пшеницы

Вариант	Структура урожая						
	число стеблей, шт./м ²	продуктивная кустистость	длина колоса, см	количество зёрен в колосе, шт.	масса зерна с колоса, г	масса 1000 семян, г	урожайность, ц/га
<i>Фактор А. Нормы высева, «Н»</i>							
225 кг/га, «Н ₁ »	1256,28	3,28	8,85	15,67	0,43	34,41	47,24
254 кг/га, «Н ₂ »	1289,89	3,33	9,18	16,56	0,45	35,63	51,60
НСР ₀₅	F _Ф <F ₀₅	F _Ф <F ₀₅	F _Ф <F ₀₅	0,51	F _Ф <F ₀₅	F _Ф <F ₀₅	F _Ф <F ₀₅
<i>Фактор В. Дозы удобрений, «У»</i>							
Без удобрений, «У ₁ »	1130,75	3,05	8,29	14,58	0,37	32,59	36,30
100 кг/га, «У ₂ »	1244,50	3,27	9,24	16,08	0,45	34,87	48,46
120 кг/га, «У ₃ »	1444,00	3,61	9,51	17,67	0,51	37,61	63,50
НСР ₀₅	321,52	0,15	0,34	0,92	0,05	1,20	5,35

При усреднении по нормам высева применение всех изучаемых доз удобрений обусловило статистически значимое увеличение числа стеблей, продуктивной кустистости, длины колоса, массы зерна с колоса, количества зёрен в колосе, массы 1000 семян и урожайности при наибольших значениях на вариантах с нормой удобрений 120 кг/га.

Определение экономической эффективности изучаемых факторов при возделывании яровой пшеницы показало, что наибольшая экономическая эффективность отмечается на варианте при норме высева 225 кг/га и дозе удобрений 120 кг/га, где был получен максимальный чистый доход в размере 33226,76 рублей с 1 га, а уровень рентабельности составил 100 % (таблица 3).

Таблица 3 – Экономическая эффективность производства яровой пшеницы с разными нормами высева и дозами минеральных удобрений

Показатель	225 кг/га, «Н ₁ »			254 кг/га, «Н ₂ »		
	без удобрений, «У ₁ »	100 кг/га, «У ₂ »	120 кг/га, «У ₃ »	без удобрений, «У ₁ »	100 кг/га, «У ₂ »	120 кг/га, «У ₃ »
Выход продукции с 1 га, ц	41,61	48,51	67,39	35,36	47,32	64,17
Выход продукции всего, ц	4161	4851	6739	3536	4732	6417
Стоимость 1 ц руб.	985	985	985	985	985	985
Стоимость валовой продукции с 1 га, руб.	40985,85	46472,58	66379,15	34829,6	46610,2	63207,45
Производственные затраты, с 1 га, руб.	25334,57	29155,39	33152,39	24586,32	25583,54	32978,08

Показатель	225 кг/га, «Н ₁ »			254 кг/га, «Н ₂ »		
	без удобрений, «У ₁ »	100 кг/га, «У ₂ »	120 кг/га, «У ₃ »	без удобрений, «У ₁ »	100 кг/га, «У ₂ »	120 кг/га, «У ₃ »
Затраты труда на 1 га, чел-дн.	1,14	1,28	1,63	1,02	1,26	1,57
Затраты труда на 1 ц, чел-дн.	0,03	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02
Себестоимость 1 ц, руб.	675,31	666,61	545,64	771,20	599,66	570,01
Чистый доход с 1 га, руб.	15651,28	17317,19	33226,76	10242,28	21026,66	30229,37
Уровень рентабельности производства, %	61	59	100	41,6	82,1	91,6
Окупаемость дополнительных затрат, руб.	-	1,44	4,98	-	11,8	2,24

В результате энергетической оценки – коэффициент энергетической эффективности во всех случаях был выше нуля и составил 7,88-12,5, что говорит о том, производство яровой пшеницы при всех изученных вариантах опыта энергетически эффективно (таблица 4).

Таблица 4 – Энергетическая эффективность производства яровой пшеницы с разными нормами высева и дозами минеральных удобрений

Показатель	225 кг/га, «Н ₁ »			254 кг/га, «Н ₂ »		
	без удобрений, «У ₁ »	100 кг/га, «У ₂ »	120 кг/га, «У ₃ »	без удобрений, «У ₁ »	100 кг/га, «У ₂ »	120 кг/га, «У ₃ »
Затрачено энергии – всего, ГДж/га	12789,64	21448,22	23197,22	13899,71	22058,4	23811,34
Урожайность зерна, т/га	4,16	4,85	6,74	3,54	4,73	6,42
Получено энергии от основной и побочной продукции, ГДж/га	172701,82	201373,57	279732,9	146752,45	195902,32	266364,58
Чистый энергетический доход, ГДж/га	159912,18	179924,78	256535,63	132852,74	173843,92	242553,24
Коэффициент энергетической эффективности	12,5	8,38	11,05	9,55	7,88	10,18
Биоэнергетический коэффициент полезного действия посева	13,50	9,38	12,05	10,55	8,88	11,18
Энергетическая себестоимость продукции, МДж/т зерна	3074,43	4422,31	3441,72	3926,47	4663,51	3708,93

Данное положение подтверждают результаты расчета биоэнергетического коэффициента или КПД посева, который всегда был выше единицы: 8,8-13,50. Увеличение нормы высева до 254 кг/га вызывает небольшое снижение коэффициента энергетической эффективности 7,88-10,18 против 8,38-12,05, также и внесение минеральных удобрений снижает коэффициент в сравнении с фоном «без удобрений» при обеих нормах высева. Подобная тенденция наблюдается и в снижении КПД посева, происходит увеличение энергетической себестоимости продукции при внесении минеральных удобрений.

Таким образом, в условиях СПК «Активист» Гаврилов-Ямского района Ярославской области рекомендуется выращивать яровую пшеницу 2 при норме высева 254 кг/га на фоне весеннего внесения минеральных удобрений в дозе 120 кг/га. При данных условиях возможно получение высокой продуктивности яровой пшеницы при наибольших значениях экономической и энергетической эффективности.

Список источников

1. Карпова Л. В. Приемы ускоренного размножения оригинальных семян яровой мягкой пшеницы в условиях лесостепи среднего Поволжья // Нива Поволжья. 2013. № 3 (28). С. 15-21.
2. Орлов А. Н., Ткачук О. А., Павликова Е. В. Влияние способов посева и норм высева на урожайность яровой пшеницы // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2010. № 4(28). С. 24-27.
3. Сатарова Р. М., Багманов Р. Т., Гарифуллин А. Р. Урожайность зерна новых сортов яровой мягкой пшеницы в условиях Южного Урала // Достижения науки и техники АПК. 2014. № 2. С. 30-32.
4. Шарапов Н. И. Повышение качества урожая с/х культур: научные основы / Ленинград: Колос, 1973. – 223 с.; 20 см.
5. Завалин А. А., Пасынков А. В. Азотное питание и прогноз качества зерновых культур / Москва: Российская академия сельскохозяйственных наук, 2007. – 207 с.
6. Абашев В. Д., Светлакова Е. В. Влияние минеральных удобрений на урожайность культур зернопаротравяного севооборота // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2015. №2 (45). С. 37-43.
7. Завьялова Н. Е., Сторожева А. Н. Агрохимические свойства дерново-подзолистой почвы и урожайность полевых культур при внесении возрастающих доз полного минерального удобрения // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2015. № 4(47). С. 35-41.
8. Воронин А. Н., Котьяк П. А. Влияние дозы азотных удобрений и ширины междурядий на продуктивность амаранта // Аграрный вестник Верхневолжья. 2019. № 3(28). С. 11-15.

© Воронин А.Н., Котьяк П.А., 2022

Научная статья
УДК 57.084.1

Лабораторное прогнозирование нормы реакции пшеницы на применение биопрепаратов и природный натриевый цеолит при использовании их в No-till технологии обработки почвы

Гарипова Розалия Фановна

Оренбургский государственный аграрный университет
г. Оренбург

Аннотация. В статье представлены результаты лабораторного прогнозирования с применением моделирования субстратов для биотестирования и обработки статистических

данных в математической матрице MS Excel. Рекомендовано применения биопрепаратов-деструкторов загрязнения и натриевых цеолитов в No-till технологии обработки почвы.

Ключевые слова: прогнозирование, биотестирование, загрязнители, пшеница, биопрепараты, цеолиты

Laboratory prediction of wheat response rate to the use of biological products and natural sodium zeolite when using them in no-till tillage technology

Garipova Rozalia Fanovna

Orenburg State Agrarian University

Orenburg

Annotation. The article presents the results of laboratory prediction of using of substrate modeling for biotesting and processing of statistical data in the MS Excel mathematical matrix. It is recommended to use biopreparations-destructors of pollution and sodium zeolites in No-till tillage technology.

Key words: prediction, biotesting, pollutants, wheat, biopreparations, zeolites

Для прогнозирования эффективности применения тех или иных агроприемов в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур целесообразно применение методов биотестирования, которые позволяют с наименьшими затратами получить ценную информацию о реакции растений на условия воздействия комплекса факторов. Моделирование субстратов и исследование на них реакций растений в лабораторных условиях позволяют находить решения производственных задач, выявлять факторы оптимизации, а также причины ухудшения условий культивирования растений.

Общеизвестно, что No-till технологии обработки почвы, предполагают применение гербицидов в большем объеме. Логичным решением для преодоления последствий применения любых загрязнителей почв является использование биопрепаратов, включающих микроорганизмы-деструкторы агротехногенного загрязнения. Токсичность любых средств химизации сельскохозяйственного производства возрастает в условиях нарушенного водного и воздушного режима почв, что является отдельной важной производственной проблемой.

Целью настоящего исследования было прогнозирование нормы реакции популяции пшеницы на применение биопрепаратов и улучшитель структуры и физических свойств почв - природный натриевый цеолит – при их использовании в No-till технологии обработки почвы.

Применяемая нами методика биотестирования модельных субстратов основана на статистической обработке данных изменчивости морфометрических признаков проростков пшеницы, по которым прогнозируется эффект применения агроприема. При этом принимается, что оптимизация культивирования растений достигается при индукции фактором стабилизирующего отбора.

Методика. Биотестирование проводили в соответствии с методикой биотестирования, разработанной на кафедре агротехнологий, ботаники и селекции растений ОГАУ [4,5]. В качестве биотестов использовали яровую твердую пшеницу Оренбургскую 10 и озимую мягкую пшеницу Оренбургскую 105. Испытаны усредненные образцы почв, отобранные на Учебном поле ОГАУ с экспериментальных делянок, отводимых под No-till технологию обработки почвы и глубокое рыхление, с глубины 0-30 см. Глубокое рыхление принято, как стандартная форма обработки почвы (контроль).

Из множества биопрепаратов, предлагаемых для улучшения качества почв, выбрали Гуми-ОМИ, Фитоспорин-М, Фенокс. В качестве улучшителя структуры и физико-химических свойств тяжелых почв использованы природные натриевые цеолиты. Цеолит вносился вместе с почвой в соотношении почва: цеолит - 5:1. В качестве контроля использована почва без добавления препаратов. Схема опытов показана в таблице 1.

Для проведения модельного эксперимента в стерильные стеклянные емкости одинакового диаметра и высоты засыпали 50 шт. семян (в каждом варианте 3 повторности). Почву, предварительно просеянную через сито диаметром 1 мм, засыпали слоем на высоту 1 см над семенами. Препараты, приготовленные в соответствии с инструкциями к препаратам, объемом 15 мл внесли в почву. Сосуд с почвой и семенами поместили в термостат при $t = 22^{\circ}\text{C}$. Через 7 суток измерили длину стеблей, длину coleoptилей и массу стеблей проростков. Данные занесли в математической матрицу MS Excel. По графикам распределения признаков и статистическим параметрам выборок сделали заключение о характере нормы реакции растений на воздействие препаратами. Статистические показатели, учитываемые при анализе изменчивости морфометрических признаков проростков, индуцированных факторами модельных субстратов: 1. Характер распределения показателей проростков в графическом исполнении; 2. Средние значения морфометрических показателей; 3. Стандартное отклонение и дисперсия; 4. Максимальные и минимальные значения; 5. Значения эксцесса и асимметрии кривых распределения; 6. Коэффициент вариации. Для выявления достоверности различий между статистическими показателями применили t-критерий Стьюдента.

Таблица 1 – Схема опытов с применением модельных субстратов на основе образцов почв для тестирования реакций сортов пшеницы (Оренбургская 105, Оренбургская 10)

п/п	Образец почвы		Комбинация препаратов	Повторности		
				1	2	3
1	No-till	Глубокое рыхление	Гуми-ОМИ + цеолит	+	+	+
2	No-till	Глубокое рыхление	Гуми-ОМИ + Фенокс + цеолит	+	+	+
3	No-till	Глубокое рыхление	Фитоспорин-М+ цеолит	+	+	+
4	No-till	Глубокое рыхление	Фитоспорин-М+Фенокс + цеолит	+	+	+
5	No-till	Глубокое рыхление	Фенокс + цеолит	+	+	+
6	No-till	Глубокое рыхление	Фитоспорин-М + Гуми-ОМИ + цеолит	+	+	+
7	No-till	Глубокое рыхление	Контроль	+	+	+

Краткое описание факторов, использованном в модельном эксперименте. По описанию производителей препаратов (НВП «БашИнком») *Гуми-ОМИ* - относится к органоминеральным удобрениям. Соли гуминовых кислот, на основе которых изготовлено удобрение, составляют до 60% всего состава [6,7].

Фенокс (Террабактерин, ООО «БиоЛэнд») - биологический препарат для очистки почвы от пестицидов, ядохимикатов и продуктов нефтепереработки. Основу продукта составляют штаммы почвенных микроорганизмов-деструкторов, относящихся к родам *Pseudomonas*, *Aeromonas*, *Arthrobacter*, *Gluconobacter*, *Bacillus*, *Serratia*. Все штаммы характеризуются высокой эффективностью одновременного разрушения синтетических пестицидов, широко применяемых в сельском хозяйстве. Биопрепарат Фенокс кроме биологически активных бактерий включает в себя природный носитель (сорбент), способный разлагать фенольные и хлорароматические пестициды до нейтральных продуктов. Биопрепарат предотвращает поступление химических средств в растения, повышает всхожесть семян и стимулирует рост растений на 20-25%, подавляет грибные фитопатогены. Фенокс предназначен для обработки почвы, семян, рассады и саженцев при выращивании в теплицах и на полях, промышленном

производстве сельскохозяйственной продукции. Фенокс совместим с микробиологическими средствами защиты растений, стимуляторами роста и биоудобрениями [3].

Фитоспорин-М (НВП «БашИнком»)- микробиологический препарат, предназначенный для защиты сельскохозяйственных растений от комплекса грибных и бактериальных болезней, создан на основе *Vacillus subtilis* [6,7].

Природный натриевый цеолит (АМК-Групп Волгоград) - большая группа близких по составу и свойствам минералов, водные алюмосиликаты кальция и натрия из подкласса каркасных силикатов, со стекляннм или перламутровым блеском, известных своей способностью отдавать и вновь поглощать воду в зависимости от температуры и влажности. Другим важным свойством цеолитов является способность к ионному обмену — они способны селективно выделять и вновь впитывать различные вещества, а также обменивать катионы. По происхождению цеолиты — гидротермальные, экзогенные, реже метаморфические минералы [1,2].

По результатам проведенных исследований **выявлено:**

1. Метод биотестирования с применением яровой твердой пшеницы Оренбургская 10 и озимой мягкой пшеницы Оренбургская 105 показал идентичность реакций пшеницы этих сортов на биопрепараты: Фенокс, Фитосорин М, Гуми-Оми и их комбинации.

2. По всем изученным показателям роста и развития проростков перспективными для технологий No-till и глубокое рыхление с внесением природного натриевого цеолита оказались варианты, включающие биопрепарат-деструктор почвенного загрязнения – Фенокс. Из комбинаций с препаратом Фенокс – лучшим оказался – Фитоспорин М + Фенокс.

3. С учетом того, что лучший из изученных препаратов (Фенокс) является деструктором ксенобиотиков различного происхождения, рекомендовано внесение этого биопрепарата в качестве улучшителя почв сельскохозяйственного назначения независимо от применяемой агротехники.

Список источников

1. Алексеев А.И. Изменение гумусового состояния почвы и урожайности сельскохозяйственных культур на фоне природных цеолитов и удобрений // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. – 2013. – №05. – С. 3–7.

2. Андроникашвили Т.Г. Применение цеолитсодержащих горных пород в растениеводстве // Агрехимия. – 2008. – №12. – С. 63–79.

3. Анисимова Л.Г., Маркушева Т.В., Кураков А.В., Закутаев А.П.

Биопрепарат “Фенокс“ для очистки воды, промышленных стоков и почвы от устойчивых к разложению химических веществ и способ его применения./ Патент №2011128996. Дата публикации патента: 12 ноября 2012 г.

4. Гарипова Р.Ф. Метод биотестирования вод, почв, подверженных техногенному загрязнению. // Проблемы региональной экологии. – 2009. - №5 – С.112-115.

5. Гарипова Р.Ф., Столповских А Е. Определение валидности метода биотестирования факторов окружающей среды в экспериментах с применением биопрепаратов и природного цеолита. //Социально-экологические технологии. - 2019. - №2- С.176-200.

6. Зими́на (Вилкова) Ж.А. Применение биокомплекса антистрессовых и биофунгицидных препаратов Гуми и Фитоспорин-М при выращивании томата / Ж.А. Зими́на (Вилкова), Р.А. Арсланова, А.С. Абакумова (Бабакова) // Труды Кубанского Государственного Аграрного Университета. – 2012. – Т.1. – № 38. – С. 91-93.

7. Система АВЗ – прогрессивные технологии XXI века [Электронный ресурс] //Научно-Внедренческое Предприятие БашИнком. – URL: <http://www.bashinkom.ru>.

Новый сорт Гана люпина белого (*Lupinus albus L.*): вариабельность урожайности и её компонентов при разных погодных условиях

Галина Глебовна Гатаулина, Александра Васильевна Шитикова
РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва, Россия

Аннотация. В РГАУ–МСХА имени К.А. Тимирязева более 50 лет изучается белый люпин (*Lupinus albus L.*): биологические, технологические и селекционные аспекты. Белый люпин по своему происхождению очень позднеспелый вид. Методом индуцированного мутагенеза получен оригинальный исходный материал для выведения скороспелых и продуктивных сортов белого люпина с уровнем урожайности семян 3–5 т/га и сбором белка 1,2–1,5 т/га. • Восемь сортов белого люпина селекции РГАУ-МСХА– Старт, Мановицкий, Гамма, Дельта, Дега, Детер1, Тимирязевский, Гана – включены в Государственный реестр селекционных достижений. Они предназначены для решения проблемы дефицита растительного белка, сокращения импорта сои. Селекционная программа и изучение формирования урожая белого люпина проводились в условиях Центрально-Черноземного региона России на Опытном поле учхоза (Тамбовская область, 500 км южнее Москвы). Климат региона определяет требования к создаваемым сортам. Период от посева (конец апреля) до уборочной спелости не должен превышать 120-130 дней. Сорта должны быть адаптированы к засушливым условиям, так как дефицит влаги (засуха) в репродуктивный период развития растений – частое явление для региона. Новый сорт Гана – наиболее скороспелый и продуктивный, с детерминантным типом роста. Цель эксперимента – определить вариабельность урожайности и компонентов структуры урожая сорта при выращивании в разных погодных условиях вегетационного периода, сложившихся в 2019 и 2020 гг. Погодные условия оказывали сильное влияние на формирование урожая. Осуществлена оценка факторов, влияющих на вариабельность элементов продуктивности и лимитирующих продукционный процесс у сортов белого люпина в полевых условиях.

Ключевые слова: люпин белый (*Lupinus albus L.*), сорт Гана, компоненты урожайности, погода и вариабельность

Abstract. White lupin (*Lupinus albus L.*) has been studying in RGAU-MSHA named after K.A. Timiryazev for more than 50 years: biological, technological and breeding aspects. This species, by its origin (Mediterranean), is a very late-ripening species. Using the method of induced mutagenesis, an original material was obtained for breeding early-ripening and productive varieties of white lupin with a seed yield of 3–5 t/ha and a protein harvest of 1,2–1,5 t/ ha. • Eight varieties of white lupin bred by RGAU-MSHA – Start, Manovitsky, Gamma, Delta, Dega, Deter1, Timiryazevsky, Gana - are included in the State Register of Breeding Achievements. They are designed to solve the problem of vegetable protein deficiency, reduce soybean imports. The breeding program and the study of the formation of the white lupin crop were carried out in the conditions of the Central-Chernozem region of Russia on the experimental field (Tambov region, 500 km south of Moscow). The climate of the region determines the requirements for the created varieties. The period from sowing (end of April) to harvesting maturity should not exceed 120-130 days. Varieties must be adapted to arid conditions, since moisture deficiency (drought) during the reproductive period of plant development is a frequent occurrence in the region. The new variety Gana is the most early and productive, with a determinant type of growth. The aim of the experiment is to determine the variability of yield and yield components of the variety when grown in different weather conditions of the growing season that prevailed in 2019 and 2020. Weather conditions had a strong effect on the crop formation. The evaluation of factors influencing the variability of productivity elements and limiting the production process in white lupin varieties under field conditions was carried out.

Keywords: white lupin (*Lupinus albus L.*), variety Gana, weather and variability of yield components

Во всех странах мира растет потребность в растительном белке зернобобовых культур, как для непосредственного использования в пищу, а также для развития животноводства, переработки на промышленных предприятиях, в комбикормовой промышленности. Проблема дефицита растительного белка была исследована в странах Общего рынка (US) с развитым животноводством, где производители продукции животноводства предпочитали импортировать сою, как источник растительного белка и оказались в зависимости от стран – импортеров сои [5]. Во многих странах отмечается дефицит растительного белка. Импортировать или производить?

Потребность России в растительном белке, её продовольственная безопасность определяют необходимость расширения производства высокобелковых и урожайных культур, к которым относится люпин белый. Однако белый люпин (*Lupinus albus L.*), родина которого Средиземноморье, характеризуется позднеспелостью. У природных биотипов люпина белого неограниченный (индетерминантный) тип роста. Такие растения созревают в условиях субтропического климата. В Российском государственном аграрном университете - РГАУ–МСХА имени К.А. Тимирязева более 50 лет изучается белый люпин (*Lupinus albus L.*): биологические, технологические и селекционные аспекты. Белый люпин по своему происхождению очень позднеспелый вид. Методом индуцированного мутагенеза получен оригинальный исходный материал для выведения скороспелых и продуктивных сортов белого люпина с уровнем урожайности семян 3–5 т/га и сбором белка 1,2–1,5 т/га. •Восемь сортов белого люпина селекции РГАУ-МСХА– Старт, Мановицкий, Гамма, Дельта, Дега, Детер1, Тимирязевский, Гана – включены в Государственный реестр селекционных достижений. Эти сорта различаются по продолжительности вегетации и другим хозяйственным и биологическим качествам [1]. Они предназначены для решения проблемы дефицита растительного белка, сокращения импорта сои. У белого люпина, как и у других зернобобовых культур, включая сою, отмечается значительная вариабельность урожайности при выращивании в разные годы и в различных почвенно-климатических условиях [1-6].

Новый сорт Гана – наиболее скороспелый и продуктивный, с детерминантным типом роста. Цель эксперимента – определить вариабельность урожайности и компонентов структуры урожая сорта при выращивании в разных погодных условиях вегетационного периода, сложившихся в 2019 и 2020 гг.

Исследования проводили в условиях Центрально-Черноземного региона России на Опытном поле учхоза (Тамбовская область, 500 км южнее Москвы). Площадь опытной делянки 12м², в 4-х повторениях. Почвы – выщелоченный чернозём средней мощности, рН_{сол.} – 5,7-5,9. Содержание в почве Р₂О₅ – 94-98 мг, К₂О 210-220 мг в 1 кг почвы. Срок посева оптимально ранний, обычно в конце апреля. Способ посева – широкорядный с междурядьями 45 см и нормой высева 500 тыс. /га всхожих семян (50 семян/м²). Проводили фенологические наблюдения, определяли продолжительность вегетации и межфазных периодов, число бобов, семян и массу семян на главном и боковых побегах. Вариабельность показателей формирования урожая оценивали по коэффициенту вариации V %.

Метеорологические условия вегетационного периода и их влияние на развитие растений 2019 г. В период вегетативного роста от всходов до начала цветения продолжительностью 35 дней (*период I*), растения не испытывали дефицита влаги. В июне практически не было осадков, *засуха, что совпало с критическим периодом формирования урожая* белого люпина (*период II* -цветение и образование плодов). Кроме того, в начале июня растения испытывали *сильный перегрев (Heat stress)* из-за аномально жаркой погоды с дневной температурой 40°C. Июль был дождливым и холодным, осадков выпало больше нормы, а температура была на 4 град. ниже. Пониженная температура *способствовала увеличению длительности периодов роста бобов и налива семян (периоды III-IV)*. В

августе погода была близкой к норме. Для налива семян (*период IV*) сложились благоприятные условия. **Масса 1000 семян была значительно выше**, чем в другие годы.

2020 г. В период от всходов до начала цветения среднесуточная температура была на 2-4°С ниже нормы. В результате период «всходы – начало цветения» (*период I*) увеличился на 5 -6 дней. Общая продолжительность периода цветения и образования бобов составила 23 дня. В это время в течение 14 дней стояла жаркая и сухая погода без осадков. Дневная температура была выше нормы на 5-6°С., что вызвало перегрев растений - тепловой стресс (*heat stress*) Угнетение вегетативного роста в критический для развития растений период и стрессовые условия определили дальнейшее ускоренное развитие растений. Осадки после периода засухи способствовали сохранению завязавшихся бобов на главном и побегах I порядка. Налив и созревание семян проходили в ускоренном режиме при теплой и сухой погоде в августе.

Продолжительность вегетации в 2019 г. составила: от всходов до созревания 115 дней, от посева до созревания 128 дней; в 2020 г. соответственно 100 и 110 дней. Таким образом, стрессовые погодные условия в годы исследований оказали сильное влияние на темпы развития растений, продолжительность отдельных периодов формирования урожая и в целом на продолжительность вегетационного периода от посева до фазы полного созревания.

Величина и вариабельность элементов структуры урожая.

Одним из важнейших элементов структуры урожая является густота стояния растений перед уборкой. В условиях эксперимента она составляла 45-46 растений на м². При изучении процесса формирования урожая в полевых условиях целесообразно элементы продуктивности (густоту стояния растений, число плодов, семян, их массу) учитывать, как и урожайность, на единицу площади - м². Подобный подход принят в зарубежной литературе [17..19].

Компоненты структуры урожая и семенная продуктивность представлены в табл. 1.

Таблица 1 – Элементы структуры урожая и урожайность семян

Побеги	Показатели			
	2019	2020	Сигма*	V %*
Число бобов на м ²				
Всего	360	540	125	30,5
Главный побег	270	320	34	11,5
Боковые побеги	90	220	94	61,0
Число семян на м ²				
Всего	1230	1730	355	23,9
Главный побег	1070	1165	112	10,3
Боковые побеги	225	560	240	60,9
Масса 1000 семян, г				
Всего	460	340	86	21,5
Главный побег	470	360	75	18,1
Боковые побеги	410	290	88	25,1
Биологическая урожайность семян, г/м ²				
Всего	560	585	15	2,6
Главный побег	470	425	35	7,7
Боковые побеги	90	160	49	39,0

Примечание: * - сигма – стандартное отклонение; V % - коэффициент вариации

В среднем по годам доля бобов с главного побега составила в 2019 г. 75 %, в 2020 г. – 59 %. Рассмотрим, как изменялось количество бобов на м² (всего а растениях): в среднем по годам – 450, в 2020 г. бобов сформировалось больше на 20 %. Коэффициент вариации, отражающий степень влияния погодных условий в разные годы на количество бобов, очень высокий, в среднем по годам он составил 24,1 %. Для бобов с боковых побегов этот показатель в 5 раз выше по сравнению с главным побегом. Удельный вес числа семян с главного побега выше по

сравнению с числом бобов. В 2019 г. он составил 87 %, в 2020 –67 %, т.е. соответственно на 12 и 8 % больше, чем по числу бобов.

Независимо от года исследований масса 1000 семян с боковых побегов значительно меньше по сравнению с главным. Это снижение составило в 2019 году 13 %, в 2020 - 20 %. Коэффициент вариации массы 1000 семян с боковых побегов выше, чем у семян с главного побега.

В 2019 г. сложились благоприятные погодные условия в период налива семян, масса 1000 семян на 30 % превышала этот показатель в 2020 г.

Биологическая урожайность семян определяется их количеством на единице площади и зависит от массы 1000 семян. Несмотря на различия, связанные с влиянием засухи и теплового стресса на разных этапах продукционного процесса в годы исследований, биологическая урожайность семян в оба года оказалась высокой. Разница в урожайности по годам за счет семян с главного побега была в пределах 10 %. Коэффициент вариации в зависимости от года, то есть от погодных условий вегетационного периода, был высоким только в отношении боковых побегов.

Заключение

Зерновая продукция адаптированных сортов люпина белого с детерминантным типом роста, к которым относится новый сорт ГАНА, используется для решения проблемы дефицита растительного белка, сокращения импорта сои и обеспечения белковой независимости России.

В данном исследовании адаптационный потенциал нового сорта белого люпина к дефициту влаги (засуха) и тепловому стрессу (Heat stress) проявился в полной мере. Биологическая урожайность сорта была высокой, в среднем по годам она составила в 2019 и 2020 гг. соответственно 560 и 585 г/ м². Однако пути (способы) реализации высокого уровня урожайности были различными. В 2019 году это произошло в основном благодаря длительному репродуктивному периоду от начала цветения до созревания. В 2020 году этот период был в 2 раза короче, однако масса 1000 семян была на 30 % больше, чем в другие годы.

Список источников

1. Гатаулина Г.Г., Медведева Н.В., Шитикова А.В. Люпин белый (*Lupinus albus* L.) – альтернатива сое: новый сорт Тимирязевский//Кормопроизводство, № 2, 2020. С.36-40.
2. Annicchiarico, P.; Romani, M.; Pecetti, L. White lupin (*Lupinus albus*) variation for adaptation to severe drought stress. *Plant Breed.* 2018, 137, 782–789.
3. Bishop J, Potts SG, Jones HE (2016) Susceptibility of faba bean (*Vicia faba* L.) to heat stress during floral development and anthesis. *Journal of Agronomy & Crop Science* 202, 508–517.
4. Cernay, C., Ben-Ari, T., Pelzer, E., Meynard, J.-M., and Makowski, D. (2015). Estimating variability in grain legume yields across Europe and the Americas. *Sci. Rep.* 5, 11171. doi: 10.1038/srep11171.
5. Lucas M M , Stoddard FL, Annicchiarico P, Frías J, Martínez-Villaluenga C, Sussmann D, Duranti M, Seger A, Zander PM and Pueyo JJ (2015) The future of lupin as a protein crop in Europe. *Front. Plant Sci.* 6:705. doi: 10.3389/fpls.2015.00705 .
6. Shunmugam, A.S.K. et.al. Physiology Based Approaches for Breeding of Next-Generation Food Legumes. *Plants* 2018, 7, 72. <https://doi.org/10.3390/plants7030072>

© Гатаулина Г.Г., Шитикова А.В., 2022

Эффективность обработки семян препаратом А при возделывании яровой пшеницы

Валерий Иванович Губов, Владислав Петрович Кухаренко

Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии
и инженерии имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов

Аннотация. В статье представлены результаты испытания эффективности опытного препарата для предпосевной обработки семян яровой твердой и яровой мягкой пшеницы в сравнении с минеральным удобрением азотным удобрением в дозе N₃₀ на темно-каштановых почвах Саратовского Заволжья.

Ключевые слова: пшеница, сорняки, структура урожая, урожайность, нитратный азот

The effectiveness of seed treatment with preparation A in the cultivation of spring wheat

Valery Ivanovich Gubov, Vladislav Petrovich Kuharenko

Saratov State University of genetics, biotechnology and engineering
named after N.I. Vavilov,
Saratov

Abstract. The article presents the results of testing the effectiveness of an experimental preparation for pre-sowing treatment of spring hard and spring soft wheat seeds in comparison with a mineral fertilizer with nitrogen fertilizer at a dose of N₃₀ on dark chestnut soils of the Saratov Volga region.

Keywords: wheat, weeds, crop structure, yield, nitrate nitrogen

Исследования по изучению эффективности применения опытного препарата А для предпосевной обработки семян от ЩелковоАгрохим были проведены на темно-каштановых почвах Энгельсского района Саратовской области по следующей схеме:

- 1) Пшеница яровая твердая (Луч 25):
 - а) контроль (без удобрений);
 - б) N₃₀;
 - в) Препарат А (1л/т);
- 2) Пшеница яровая мягкая (Саратовская 74):
 - а) Препарат А (1л/т);
 - б) N₃₀;
 - в) контроль (без удобрений).

Погодные условия года проведения исследований характеризовались хорошей влагообеспеченностью и невысокими температурами в весенний период.

Почва опытного участка - темно-каштановая среднесуглинистая почва.

Содержание гумуса в почве составляет 2,79–3,72%, в слое 0–20 см.

Почвы для зерновых культур имеют низкую обеспеченность гидролизуемым азотом (3,8-1,7 мг на 100г почвы), средне обеспечены подвижными формами фосфатов (1,7-2,9 мг на 100г почвы) и высоко обеспечены обменным калием.

Выбор точки исследования был обусловлен расположением ее на выровненных водоразделах в характерной для изучаемой почвенной подзоны и типичных биоклиматических условиях.

Минеральные удобрения вносили с учетом рекомендаций для условий недостаточного увлажнения. Аммиачную селитру вносили разбросом вручную. Препаратом А обработали семена, согласно рекомендациям производителя, из расчета 1 л/т семян + 20 литров воды. Площадь делянок – 312 м². Повторность трехкратная.

Данные участки использовались в хозяйстве как пахотные угодья: в 2022 году высевалась пшеница яровая твердая (сорт «Луч 25») и пшеница яровая мягкая (сорт «Саратовская 74»).

Отбор образцов произведен после уборки культуры. Образцы отбирались в 3-х кратной повторности.

Полевые опыты сопровождалось наблюдениями и исследованиями в соответствии с общепринятыми методическими указаниями.

В полевых и лабораторных условиях проведены следующие исследования и наблюдения:

1. Учет засоренности озимой пшеницы - с помощью рамки 0,25 м² в 5-ти кратной повторности по диагонали участка. Проводился подсчет сорняков каждого вида.

2. Определение нитратов - колориметрическим методом (с дисульфифеноловой кислотой).

3. Дифференциальный учет урожая методом пробных делянок.

Анализ засоренности посевов яровой пшеницы показал (таблица 1), что в посевах яровой пшеницы как мягкой, так и твердой присутствовали костер полевой, вьюнок полевой и щирица. Причем костер обнаружен только на контрольном варианте по яровой твердой пшенице в количестве 5,33 шт/м². Остальные сорняки распространены по всем вариантам опыта. По твердой пшенице наибольшее количество щирицы было отмечено на варианте с внесением аммиачной селитры – 20 шт/м², меньшее – 4 шт/м² – на варианте с препаратом А. На контроле данный сорняк отсутствовал, но значительно преобладал вьюнок полевой – 16 шт/м², где было 8 шт/м² при внесении селитры и 6,67 шт/м² – на варианте с препаратом А.

Таблица 1 – Распространение сорняков

Культура	Вариант	Название сорняка	Количество, шт/м ²
Яровая твердая пшеница	Контроль	Костер полевой	5,33
		Вьюнок полевой	16,00
	N ₃₀	Вьюнок полевой	8,00
		Щирица	20,00
	Препарат А (1л/т)	Вьюнок полевой	6,67
		Щирица	4,00
Яровая мягкая пшеница	Препарат А (1л/т)	Вьюнок полевой	8,00
		Щирица	16,00
	N ₃₀	Вьюнок полевой	8,00
		Щирица	9,33
	Контроль	Вьюнок полевой	8,00
		Щирица	4,00

В посевах мягкой пшеницы количество вьюнка было примерно одинаковым по вариантам опыта: 6,67 – при обработке семян препаратом А и 8 шт/м² – по остальным вариантам. Количество щирицы было меньшим на контроле – 4 шт/м², которое увеличивалось до 9,33 и 16 шт/м² при внесении азотных удобрений и обработкой семян препаратом.

Урожайность пшеницы отличалась по вариантам опыта (таблица 2). Наибольшее количество было получено при внесении N₃₀ под предпосевную культивацию – 2,78 и 2,95 т/га по твердой и мягкой пшеницам. Несколько ниже на контроле – 2,51 и 2,59 т/га, соответственно, а также 2,36 и 2,21 т/га – на варианте с применением препарат А. Т.е. урожайность по опытному варианту оказалась ниже контрольного варианта по сортам мягкой и твердой яровой пшеницы.

При анализе структуры урожая выявлено, что по при внесении селитры возросло количество колосьев на 1 м² – 95,7 и 108 шт/ м², по твердой и мягкой пшенице. По варианту с препаратом А было отмечено увеличение количества колосьев по твердой и мягкой пшенице в сравнении с контрольным вариантом. Четкой тенденции влияния изучаемых вариантов на массу 1000 зерен не установлено.

Таблица 2 – Элементы структуры урожая яровой пшеницы

Культура	Вариант	Количество колосьев, шт/м ²	Урожайность, т/га	Масса 1000 зерен, г
Яровая твердая пшеница	Контроль	85,3	2,51	48,3
	N ₃₀	95,7	2,78	51,1
	Препарат А (1л/т)	88,7	2,36	52,3
Яровая мягкая пшеница	Препарат А (1л/т)	96,3	2,21	42,5
	N ₃₀	108	2,95	43,1
	Контроль	91	2,59	44,5

После проведения уборки яровых пшениц нами была проведена оценка содержания нитратного азота в почве (таблица 3). В результате установлено, что по сравнению с верхними слоями большее его количество было замечено в нижних горизонтах (20-40 см), обусловленное, вероятно, количеством осадков в период вегетации. Обеспеченность данным ионом в обоих слоях была очень низкой – от 0,3 до 1,0 мг/100 г почвы, т.е. ниже 1 мг/100 г почвы, за исключением варианта обработки семян препаратом на твердой пшенице – 1,4 мг/100 г почвы, что соответствовало низкой обеспеченности.

Таблица 3 – Содержание нитратного азота

Культура	Вариант	Глубина, см	Содержание нитратного азота, мг/100 г почвы
Яровая твердая пшеница	Контроль	0-20	0,3
		20-40	0,76
	N ₃₀	0-20	0,3
		20-40	0,3
	Препарат А (1л/т)	0-20	0,6
		20-40	1,4
Яровая мягкая пшеница	Препарат А (1л/т)	0-20	0,4
		20-40	1,0
	N ₃₀	0-20	0,4
		20-40	0,3
	Контроль	0-20	0,3
		20-40	0,4

Таким образом, применение препарата, представленного указанным выше производителем, по нашим не показало положительного влияния на урожайность яровой мягкой и яровой твердой пшеницы. Полученные результаты могут быть обусловлены низкими температурами этого года в весенний период и они, вероятно, оказались недостаточными для эффективной работы микроорганизмов препарата А в тот момент, когда еще почва насыщена влагой. Также возможным фактором низкой эффективности препарата мог оказаться дисбаланс элементов питания в почвенном растворе.

Список источников

1. Агрохимические методы исследований: Метод. указания для проведения лабораторно-практических занятий для обучающихся направления подготовки 35.03.04 Агрономия, профилей «Агрономия», «Селекция и семеноводство сельскохозяйственных культур», «Защита растений и фитосанитарный контроль» / Сост.: В.И. Губов; А.В. Летучий, И.С. Полетаев: ФГБОУ ВО Вавиловский университет : Саратов, 2022. 45 с.

2. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – 5-е изд., доп. и перераб. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с

3. Почвы Саратовской области / Н.Е. Сеницына, В.В. Кравченко, С.И. Сыроев, Т.И. Павлова, В.И. Губов, Ю.М. Гришин; Под общей ред. Сеницыной Н.Е.; ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». Саратов, 2009. 102 с.

© Губов В.И., Кухаренко В.П., 2022

Научная статья
УДК 631.8.022.3

Продуктивность кукурузы на зерно в зависимости от приемов возделывания в Саратовском Правобережье

Анатолий Федорович Дружкин

Профессор, доктор с.-х. наук,
Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии
и инженерии имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов,

Даниил Андреевич Дубровин

Аспирант 4 курса
Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии
и инженерии имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов

Аннотация. В данной статье рассматривается продуктивность кукурузы на зерно в зависимости от приемов возделывания в условиях Саратовского Правобережья.

Ключевые слова: гибриды кукурузы, применение агрохимикатов, элементы продуктивности, урожайность зерна

The productivity of corn for grain, depending on the methods of cultivation in the Saratov Right Bank

Anatoly Fedorovich Druzhkin

Professor, doctor of agricultural sciences Sciences
Saratov State University of genetics, biotechnology and engineering
named after N.I. Vavilov, Saratov

Daniil Andreevich Dubrovin

4th year PhD student

Saratov State University of genetics, biotechnology and engineering
named after N.I. Vavilov, Saratov

Annotation. This article discusses the productivity of corn for grain, depending on the methods of cultivation in the conditions of the Saratov Right Bank.

Keywords. Maize hybrids, application of agrochemicals, productivity elements, grain yield.

Кукуруза является одной из важнейших сельскохозяйственных культур в мире из-за высокой потенциальной урожайности и универсальности использования. С появлением скороспелых гибридов, которые потенциально способны обеспечить высокие урожаи зерна (8–10 т/га), стало эффективным выращивание кукурузы не только на силос, но и на зерно [4].

Основой повышения урожайности кукурузы на зерно в настоящее время является решение вопроса рационального применения удобрений. Полученные многолетние данные свидетельствуют о необходимости внесения не только азотных удобрений, а также сложных минеральных удобрений. В связи с этим появляется необходимость изучения оптимального соотношения и доз элементов минерального питания.

Однако дороговизна минеральных удобрений вызывает необходимость поиска иных источников питания растений. Важнейшим из них являются ростостимулирующие препараты как отдельно, так и в сочетании с минеральными удобрениями [1].

Цель исследований – изучить влияние агрохимикатов на элементы продуктивности гибридов кукурузы.

В задачи исследований входило:

- определить количество собранных початков с 1 га, количество зерен с 1 початка и массу зерна с 1 початка;
- проанализировать основные показатели структуры урожая по изучаемым вариантам;
- выявить влияние минеральных удобрений, ростостимулирующих препаратов и гербицида на урожайность зерна кукурузы.

Структура урожая кукурузы

Структура урожая есть качественное и количественное отражение элементов и органов растения, которые определяют величину урожайности культуры. Основными показателями структуры урожая зерновой кукурузы являются количество початков на 1 га, количество зерен с 1 початка и масса зерна одного початка.

Количество собранных початков с единицы площади является одним из важнейших показателей структуры урожая кукурузы. По мнению ряда ученых он зависит как от генотипов гибридов, так и от фонов минерального питания и ряда других факторов.

Нашими исследованиями установлено, что наименьшее количество собранных початков с 1 га в 2022 г. отмечено у гибрида РОСС 199 МВ (64,4 тыс. шт./га) на контрольном варианте и на варианте с применением гербицида Элюмис. Больше всего их сформировалось на гибриде Краснодарский 291АМВ – 71,5 тыс. шт./га. Гибрид Краснодарский 385МВ по данному показателю отмечен в пределах 66,1 - 70,4 тыс. шт./га.

Важным элементом структуры урожая зерна кукурузы является число зерен в початке, который в свою очередь, определяется числом рядов и количеством зерен в рядке. В значительной степени эти показатели определяются генотипом гибрида. По мнению ряда исследователей, оптимизация условий минерального питания растений кукурузы способствует формированию крупного початка [6].

Число зерен с початка в 2022 г. определялось особенностями возделываемых гибридов и условиями минерального питания и их взаимодействием. Наименьшее количество зерен на 1 початок насчитывалось у гибрида РОСС 199 МВ – 342 шт. на контрольном варианте. У других гибридов их было значительно больше, а максимальное число зерен отмечено у гибрида Краснодарский 385МВ - 458 шт.

Таблица 1 – Показатели структуры урожая кукурузы в 2022 г.

Фактор В (агрехимикаты)	Количество				Масса, г		Влажность зерна при уборке, %
	шт./га		шт.		Зерна с 1 початка	1000 зерен	
	Растений	Початков	Зерен с 1 почат- ка	Початков на 1 растении			
РОСС 199 МВ							
Без обработки (контроль)	59,1	64,4	342	1,09	71	208	16,5
НРК	58,2	65,2	386	1,12	87	225	18,4
Безводный аммиак	59,3	67,0	396	1,13	89	224	18,5
КАС	58,9	66,0	392	1,12	83	219	17,9
Элюмис	59,6	64,4	354	1,08	74	207	15,8
Agree`s Бор	60,2	66,8	380	1,11	75	214	17,3
Agree`s Аминовит	59,7	66,3	374	1,11	79	213	17,7
Элюмис + Agree`s Бор+ Agree`s Аминовит	58,9	66,0	398	1,12	86	225	18,2
НРК + Agree`s Бор+ Agree`s Аминовит	58,7	65,7	428	1,12	94	219	19,0
Краснодарский 291АМВ							
Без обработки (контроль)	58,7	69,3	364	1,18	77	212	24,4
НРК	57,9	69,5	432	1,20	96	223	26,9
Безводный аммиак	58,6	70,3	436	1,20	95	218	25,7
КАС	59,0	68,7	430	1,16	94	219	24,9
Элюмис	58,5	68,5	372	1,17	80	215	22,8
Agree`s Бор	58,9	69,6	378	1,18	84	217	25,6
Agree`s Аминовит	58,3	69,4	386	1,19	85	216	25,1
Элюмис+Agree`s Бор+Agree`s Аминовит	60,1	71,5	408	1,19	88	221	24,6
НРК+Agree`s Бор+Agree`s Аминовит	58,1	69,7	446	1,20	101	226	27,2
Краснодарский 385МВ							
Без обработки	56,2	66,3	372	1,18	82	220	27,1
НРК	55,9	67,1	436	1,20	101	231	29,0
Безводный аммиак	58,1	70,3	444	1,21	100	234	28,5
КАС	57,8	69,4	428	1,20	97	228	27,7
Элюмис	56,5	66,1	382	1,17	85	222	27,0
Agree`s Бор	56,7	68,0	404	1,20	90	222	27,5
Agree`s Аминовит	56,3	67,6	413	1,20	93	227	28,0
Элюмис + Agree`s Бор+ Agree`s Аминовит	57,8	68,8	420	1,19	96	229	26,7
НРК + Agree`s Бор+ Agree`s Аминовит	57,7	70,4	458	1,22	106	237	29,3

Под влиянием удобрений число зерен увеличивалось по сравнению с контролем на всех изучаемых гибридах. Наиболее существенное повышение отмечено на варианте №94Р65К65 совместно с ростостимулирующими препаратами Agree`s Бор + Agree`s Аминовит (прирост 12 %). Установлено взаимодействие факторов.

Ещё одним из важных структурных показателей урожая кукурузы, является масса зерна с 1 початка. По мнению ряда исследователей, этот показатель зависит как от генотипов гибридов, так и от вносимых удобрений.

В 2022 г. наименьший початок с массой зерна 71 г. формировался у гибрида РОСС 199 МВ. У гибрида Краснодарский 291АМВ и Краснодарский 385МВ была выше на 8–16 %. Наибольшая масса зерна с початка отмечена у гибрида Краснодарский 385МВ – 106 г. На контрольном варианте масса зерна с початка составила: у гибрида РОСС 199 МВ – 71 г, у гибрида Краснодарский 291АМВ – 77 г, у гибрида Краснодарский 385МВ – 82 г. При внесении №94Р65К65 совместно с препаратами Agree`s Бор + Agree`s Аминовит масса зерна с початка повышалась до 33%.

Влияние приемов возделывания на урожайность кукурузы

Основным показателем эффективности любого технологического приема в сельскохозяйственном производстве, в том числе и применения удобрений, является урожайность сельскохозяйственных культур. Внесение удобрений улучшает пищевой режим почвы, оказывает влияние на нарастание вегетативной массы, процессы фотосинтеза, что, в конечном итоге, определяет уровень урожайности культуры.

Таблица 2 – Урожайность гибридов кукурузы в зависимости от приемов возделывания, т/га в 2022 г.

Удобрение (В)	Гибриды кукурузы (А)			Среднее по фактору В
	РОСС 199 МВ	Краснодарский 291АМВ	Краснодарский 385МВ	
Без обработки (контроль)	4,44	4,69	4,61	4,58
НРК	5,38	5,67	5,59	5,55
Безводный аммиак	5,65	5,77	5,84	5,75
КАС	5,23	5,64	5,66	5,51
Элюмис	4,67	4,92	4,77	4,78
Agree`s Бор	4,82	5,06	5,16	6,01
Agree`s Аминовит	5,01	5,14	5,26	5,14
Элюмис + Agree`s Бор+ Agree`s Аминовит	5,40	5,52	5,63	5,52
НРК + Agree`s Бор+ Agree`s Аминовит	5,82	5,96	6,13	5,97
Среднее по фактору А	5,16	5,37	5,40	
НСР 05 частных средних	Fф = 4115,0 F05 = 1,803 0,064			
НСР 05 по фактору А	Fф = 321,67 F05 = 34,17 0,021			
НСР 05 по фактору В	Fф = 1247,251 F05 = 2,12 0,037			
НСР 05 по АВ	Fф = 10,63 F05 = 2,83 0,064			

Урожайность зерна кукурузы на контрольном варианте в 2022 году составила у гибрида РОСС 199 МВ – 4,44 т/га; у гибрида Краснодарский 291АМВ – 46,9 т/га; у гибрида Краснодарский 385МВ – 46,1 т/га. Использование гербицида Элюмис оказывало стрессовые нагрузки на растения, поэтому урожайность зерна на контрольном варианте и варианте с применением гербицида была практически одинаковой.

Применение минеральных удобрений при раздельном их использовании способствовало повышению продуктивности гибридов кукурузы на 15,3 – 25,5%.

Максимальная урожайность зерна на всех гибридах отмечена на варианте с применением ростостимулирующих препаратов совместно с минеральным удобрением в дозе $N_{94}P_{65}K_{65}$. В результате взаимодействия изучаемых факторов прибавка урожая зерна по сравнению с контролем составила: у гибрида РОСС 199 МВ – 1,38 т/га; у гибрида Краснодарский 291АМВ – 1,27 т/га; у гибрида Краснодарский 385МВ – 1,52 т/га. Наиболее продуктивным был гибрид Краснодарский 385МВ. Достоверное повышение урожайности зерна по сравнению с гибридами РОСС 199 МВ и Краснодарский 291АМВ отмечено на уровне 0,21 – 0,24 т/га.

Заключение

В результате исследований в посевах гибридов кукурузы в 2022 г. установлено, что наибольшее количество початков собранных с 1 га отмечено: у гибрида РОСС 199 МВ на варианте с применением безводного аммиака – 67,0 тыс. шт./га; у гибрида Краснодарский 291АМВ на варианте с Элюмис + Agree`s Бор + Agree`s Аминовит - 71,5 тыс. шт./га; у гибрида Краснодарский 385МВ на варианте с NPK + Agree`s Бор + Agree`s Аминовит - 70,4 тыс. шт./га. Наибольшее число зерен в початке получено на варианте с внесением NPK совместно с ростостимулирующими препаратами Agree`s Бор + Agree`s Аминовит на всех изучаемых гибридах. Наибольшая масса зерна с початка сформировано на варианте NPK + Agree`s Бор + Agree`s Аминовит на всех изучаемых гибридах (РОСС 199 МВ – 94 г.; Краснодарский 291АМВ – 101 г.; Краснодарский 385МВ – 106 г.). Максимальная урожайность зерна на всех гибридах зарегистрирована на

варианте с применением ростостимулирующих препаратов совместно с минеральными удобрениями в дозе $N_{94}P_{65}K_{65}$. У гибрида РОСС 199 МВ урожайность зерна составила – 5,82 т/га; у гибрида Краснодарский 291АМВ – 5,96 т/га; у гибрида Краснодарский 385МВ – 6,13 т/га. Лучший по продуктивности зерна достоверно выделился гибрид Краснодарский 385МВ.

Список источников

1. Вакуленко, В.В. Регуляторы роста и микроудобрения – факторы повышения продуктивности культур / В.В.Вакуленко // Защита и карантин растений. – 2015. – № 3. – С.43.
2. Замана, С.П. Влияние биопрепарата Агроактив на систему «почва – растение» в опыте с кукурузой / С.П.Замана, Т.Д.Кондратьева // Агрехимический вестник. – 2014. – № 1. – С. 18-20.
3. Сотченко, В. С. Состояние и перспективы производства зерна кукурузы в Российской Федерации / В. С. Сотченко // Кукуруза и сорго. – 2005. – № 1. – С. 2–8.
4. Справочник кукурузовода / Н. Н. Третьяков, И. А. Шкурпела. – М. : Россельхозиздат, 1979. – 160 с
5. Минеев, В. Г. Биологическое земледелие и минеральные удобрения / В. Г. Минеев, Б. Дебрецени, Т. Мазур. – М. : Колос, 1993. – 415 с
6. Пироговская, Г.В. Эффективность новых форм комплексных удобрений для основного внесения в почву при возделывании кукурузы на зерно на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве / Г.В.Пироговская, С.С.Хмелевский, В.И.Сороко, О.И.Исаева // Агрехимия. – 2015. – № 4. – С. 34-43.
7. Сотченко, В.С. Перспективы возделывания кукурузы для производства высокоэнергетических кормов / В.С.Сотченко // Кукуруза и сорго. – 2008. – № 4. – С. 2-5.

© Дружкин А.Ф., Дубровин Д.А., 2022

Паразитические растения как источник лекарственного растительного сырья

Владимир Сергеевич Епифанов

Вячеслав Вячеславович Шелоп

Наталья Владимировна Карпова

ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский
государственный университет им. Н.Г. Чернышевского»,
г. Саратов, РФ

Балашовский институт (филиал) ФГБОУ ВО «Саратовский
национальный исследовательский государственный университет
им. Н.Г. Чернышевского», г. Балашов, РФ

Аннотация. В статье приводятся виды паразитических растений, встречающихся в Правобережье Саратовской области. Показано их ресурсное значение. Описанные виды являются перспективными лекарственными растениями, содержащими аксиолитические вещества.

Ключевые слова: ресурсное значение, биологически активные вещества

Parasitic plants as a source of medicinal plant raw materials

Vladimir Sergeyevich Epifanov

Vyacheslav Vyacheslavovich Shelop

Natalia Vladimirovna Karpova

FGBOU VO «Saratov National Research
State University named after N.G. Chernyshevsky»
Saratov, RF.

Balashovsky Institute (branch) of Saratov
National Research State University
named after N.G. Chernyshevsky,
Balashov, Russian Federation

Abstract. The article presents the types of parasitic plants found in the Right Bank of the Saratov region. Their resource value is shown. The described species are promising medicinal plants containing axiolytic substances.

Keywords: resource value, biologically active substances

Группа растений, которая осуществляет свою вегетацию за счёт организма растения-хозяина, привлекает ученых самых разных направлений в науке, так как она интересна в экологическом и в эволюционном плане.

На современном этапе изучения паразитических растений активно применяется метод экологической физиологии и биохимии растений в связи с изучением потоков веществ между хозяином и паразитом. Проблемными считаются вопросы фотосинтеза, транспирации, прорастания, образования гаусторий, развития паразитических растений. Последние открытия ознаменовались обнаружением положительной роли паразитических растений в естественных биоценозах, утверждение единства физиологических механизмов, определяющих природу аллелопатических взаимодействий и стимуляцию их прорастания, обнаружение организмов-антагонистов паразитических растений и использование их в качестве элементов биологического контроля. Не менее активно разрабатываются способы защиты хозяев, проблемы вирулентности и резистентности паразитических растений [3, 6]. Большинство

видов паразитических растений входят в ресурсную группу лекарственных растений, поскольку содержат ценные биологически активные вещества и проявляют фармакологическую активность. Ниже, мы приводим очерк о ресурсной значимости некоторых паразитических растений, которые обитают в Правобережье Саратовской области.

Авран лекарственный (*Gratiola officinalis* L.) семейства Подорожниковые. Сотрудники Саратовского государственного медицинского университета имени В.И. Разумовского установили, что препараты *G. officinalis* вызывают гибель до 90 % раковых клеток опухолей различного генеза.

Препараты аврана урежают пульс, благодаря содержанию гликозида – грациолина. Они используются также в качестве мочегонного и слабительного средства. Так как растение ядовитое, употреблять препараты на его основе следует с большой осторожностью. Растение ядовито для КРС, особенно для лошадей [6, 8].

Авран лекарственный является декоративным растением. Редкое и охраняемое растение в некоторых регионах Поволжья.

Таким образом, авран лекарственный имеет несколько ресурсных значений: лекарственное, декоративное, ядовитое, редкое и охраняемое.

Авран лекарственный обитает на долгопоёмном заливном лугу в районе «Захопёрье» г. Балашова. Образует небольшую заросль – около 200 кв. м.

Льнянка обыкновенная (*Linaria vulgaris* Mill.) относится к семейству Подорожниковые (Plantaginaceae). Трава льнянки имеет неприятный запах, который усиливается при сушке, поэтому её используют как инсектицид. Хороший пыльценос (из-за сложного строения цветка опыляется пчёлами, шмелями). Так же как и авран ядовит для КРС.

Льнянка в научной медицине не применяется. Является хорошим средством при слабости в мышцах (один из симптомов при патологии эндокринной, нервной, сердечнососудистой систем). Крем-бальзам Эндокринол, производства компании Эвалар содержит масляный экстракт льнянки обыкновенной, который применяется при узловом поражении щитовидной железы. В целом же, действие льнянки на организм человека схожи с действием аврана лекарственного [3]. Льнянка обыкновенная засоряет посевы сельскохозяйственных культур.

Зубчатка обыкновенная (*Odontites vulgaris* Moench.), семейства Заразиховые (Orobanchaceae). Применяется как лекарственное растение в народной медицине. Однако имеются фармакогностические исследования и испытания на животных, которые показали, что препараты из зубчатки повышают желчевыделение при искусственно вызванном гепатите, урежают сердечный ритм, снижают артериальное давление и обладают лёгким анксиолитическим действием [1]. Растение ядовитое. Хороший медонос.

Зубчатка обыкновенная образует заросли по степным склонам надпойменных террас реки Мелик в селе Ключи, посёлке Ветельный реки Ветлянка Балашовского района Саратовской области.

Марьянник полевой (*Melampyrum arvense* L.), марьянник луговой (*M. pratense* L.), марьянник дубравный (*M. nemorosum* L.), семейства Заразиховые (Orobanchaceae). Виды рода марьянник считаются перспективными объектами для фармакогностических исследований. В экспериментах было установлено, что настой травы *M. nemorosum* усиливает иннервацию парасимпатической НС, оказывает анксиолитическое действие. Экстракты из различных частей растения обладают нейролептическими свойствами, оказывают кардиотоническое и гипотензивное действие. Настой травы, применяют для лечения начальной стадии эпилепсии [4, 7].

Все виды рода марьянник ядовиты, опасны, как для человека, так и для животных. *M. nemorosum* – декоративный вид. Входит в КК Саратовской области с категорией и статусом – 3 б, в (редкий вид).

Мытник мохнатоколосый (*Pedicularis dasystachys* Schrenk.) семейства Заразиховые (Orobanchaceae). Обладает ранозаживляющим действием, кровоостанавливающим, мочегонным. Инсектицид – применяется при педикулезе, при паразитарных заболеваниях животных, эффективен при борьбе с мухами и комарами. Ядовитое растение, декоративное. Редкое растение Саратовской области (КК, 2021, статус 3 в – редкий вид). Охраняется в

сопредельных областях (Пензенской, 2013; Воронежской, 2018; Самарской 2019; Тамбовской. 2018) [2, 5].

Таким образом, паразитические растения являются актуальными объектами научных исследований, которые имеют генетическую, эволюционную, систематическую, фармакогностическую и др. направленности.

Список источников

1. Ажунова, Т. А. Фармакотерапевтическая эффективность экстракта зубчатки поздней при экспериментальном гепатите / Т. А. Ажунова, С. В. Лемза, С. М. Николаев // Acta Biomedica Scientifica, 2011. – № 1-2. – С. 109-112.

2. Буланый, Ю. И. Биология и структура ценопопуляций *Pedicularis dasystachys* Schrenk. (Scrophulariaceae) в условиях Саратовской области / Ю. И. Буланый, М. В. Буланая, О. В. Чеботарева // Систематические и флористические исследования Северной Евразии : Тр. Межд. конф., к 85-летию со дня рождения профессора А. Г. Еленевского, Москва, 11-14 декабря 2013 года / Под общ. ред. В.П. Викторова. – М.: МПГУ, 2013. – С. 51-54.

3. Буланый, Ю. И. Эколого-флористический анализ паразитических растений Саратовской области / Ю. И. Буланый, В. С. Епифанов // Вопросы биологии, экологии, химии и методики обучения : Сборник научных статей. – Саратов : б.и., 2021. – С. 17-23.

4. Галишевская, Е. Е. Фенольные соединения двух видов растений рода марьянник / Е. Е. Галишевская, В. М. Петриченко // Химико-фармацевтический журнал, 2010. – Т. 44. – №9. – С. 30-32 с.

5. Епифанов, В. С. Эколого-биологические особенности популяции *Pedicularis dasystachys* Schrenk. В селе ключи Балашовского района / В. С. Епифанов // Биоразнообразие и антропогенная трансформация природных экосистем : матер. X Всерос. науч.-практ. конф., Балашов, 19-20 мая 2022 года. – Саратов: Саратовский источник, 2022. – С. 45-49.

6. Киселева, О. А. Вопросы использования паразитических растений в современной медицине / О. А. Киселева // Теоретические и прикладные аспекты современной науки. – 2015. – № 9-3. – С. 36-39.

7. Немерешина, О. Н. Марьянник полевой как источник биологически активных веществ и микроэлементов / О. Н. Немерешина, Н. Ф. Гусев // Известия Оренбургского государственного аграрного университета, 2022. – № 2 (94). – С. 42-47.

8. Смирнова, Е. Б. Ресурсы лекарственных растений природных урочищ среднего Прихопёрья / Е. Б. Смирнова, М. А. Занина, Б. Д. Шатаханов. – Саратов : Издательство "Саратовский источник", 2020. – 130 с.

© Епифанов В.С., Шелоп В.В., Карпова Н.В., 2022

Научная статья
УДК 631.859

Инновационные технологии в области питания растений

Мария Викторовна Ерсак

студентка 2 курса института Агробиотехнологий РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева,
г. Москва

Аннотация. В статье приводится обзор инновационных технологий, применяемых в сельскохозяйственном производстве. Анализируется мировой опыт цифровизации сельского хозяйства. Обсуждаются вопросы возможности применения полуколичественного метода определения фосфора в виде фосфат-анионов для оперативного отслеживания потребления растениями фосфора как одного из основных питательных элементов при выращивании

сельскохозяйственных культур. Ставится вопрос об использовании полученных данных для компьютерных программ, регулирующих внесение удобрений в различные периоды вегетации растений.

Ключевые слова: определение фосфатов, внесение удобрений, цифровизация сельского хозяйства

Работа выполнена под руководством к.т.н., доцента кафедры химии РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева Н.Л. Багнавец.

Innovative technologies in the field of plant nutrition

Maria Victorovna Ersak, 2nd year student of the institute of Agrobiotechnology, RSAU-Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev
Moscow

Abstract. The article provides an overview of innovative technologies used in agricultural production. The world experience of digitalization of agriculture is analyzed. The issues of the possibility of using a semi-quantitative method for determining phosphorus in the form of phosphate anions for operational monitoring of phosphorus consumption by plants as one of the main nutrient elements in the cultivation of agricultural crops are discussed. The question is raised about the use of the data obtained for computer programs regulating the application of fertilizers in different periods of vegetation of plants.

Key words: determination of phosphates, application of fertilizers, digitalization of agriculture

The work was carried out under the guidance of Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Chemistry of the RSAU-Moscow State Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev N.L. Bagnavets.

Чтобы получать хорошие урожаи сельскохозяйственных культур, важно поддерживать уровень питательных элементов в почве, по которому следует судить о необходимости внесения удобрений. Например, в период вегетации растений нужно контролировать потребление фосфора по его содержанию в почве в виде фосфат-анионов. С этой целью можно использовать простой полуколичественный тест-метод, в котором фосфаты определяют в виде восстановленной фосфорно-молибденовой кислоты. Данные, полученные с его помощью, позволят регулировать подкормки на различных этапах роста растений [1]. Но чтобы это сделать максимально верно и избежать неточностей (т.к. в подобных тестах возможны некоторые погрешности), стоит обращаться к инновационным разработкам в области агропромышленного комплекса (АПК).

Сельское хозяйство – это такая отрасль, где маленькая ошибка может привести к существенному снижению урожая и принести огромный ущерб. Цифровизация же позволяет программировать (прогнозировать) величину урожая, четко контролировать нормы внесения удобрений и воды, снижает затраты на средства защиты растений, электричество, газо-смазочные материалы, а также оперативно проводить мониторинг полей, уменьшать хищения, оперативно продавать продукцию. Возможности ИТ-технологий помогают свести риски до минимума. Самые распространенные в АПК направления цифровизации: точное сельское хозяйство (навигационные и геоинформационные системы, контроль техники, дифференцированное внесение удобрений и т. д.), использование беспилотных летательных аппаратов, специальные платформы/приложения (контроль данных, поступающих с датчиков, техники и других устройств). Рассмотрим некоторые из них, особенно те, которые касаются вопроса питания растений, поскольку мы предлагаем метод как один из источников информации для принятия решения о внесении удобрений. Обратимся к программным продуктам, которые уже успешно внедрены в АПК разных стран мира [4].

Разработка компании Samson Agro, международного датского производителя техники для распределения удобрений - NPK-сенсор - позволяет точно анализировать ингредиенты жидких удобрений. Она применяется, например, для оценки содержания питательных веществ (азота, фосфора, калия) в навозе. Обычно это требует взятия проб почвы, которые впоследствии должны быть проанализированы химическим способом во влажном состоянии. NPK-сенсор осуществляет анализ с помощью датчиков ядерного магнитного резонанса (ЯМР). Это устройство помогает соблюдать законодательные требования для точного внесения жидких органических удобрений, а также вносить необходимые нормы по потребностям растений и состоянию почвы. Данная разработка позволяет даже не прибегать к лабораторным анализам.

Еще одна разработка от компании Amazone (Германия) – EasyMix – это приложение для правильного смешивания удобрений. Известно, что многие удобрения смешивают для уменьшения количества проходов техники и снижения затрат, но все их нужно вносить по-разному, в зависимости от свойств самих элементов требуется разная ширина захвата. Программа EasyMix позволяет проверять совместимость компонентов и предлагает альтернативные варианты удобрений, которые нужно распределить, а также правильные значения настроек распределителя.

Разработка компании Rauch (Германия) – MultiRate [4] – это система пневматических разбрасывателей с электрическим приводом, которое дозирует разбрасывание удобрений, что позволяет менять нормы внесения прямо во время движения техники, так как регулируется непрерывно. Тем самым фермер избегает недостатка или избытка внесенных удобрений, то есть сокращает внесение химических веществ в почву и грунтовые воды и экономит удобрения. Так, использование денной программы позволило сократить расход удобрений примерно на 23% без потерь количества производимой растениеводческой продукции.

Израильская система интеллектуального полива StorX основана на установке датчиков в почве в различных зонах, отличающихся по характеристикам рельефа, типу почвы, влажности и пр. Датчики имеют беспроводное соединение с системой, которая собирает и анализирует данные. Полученные ею выводы информируют фермера о том, сколько орошения и удобрений необходимо на каждом участке. Также платформа помогает создавать расписание поливов, учитывая состояние почвы, погодные условия и стадию роста растений; анализирует состояние растений и предупреждает фермера об участках с потенциальными угрозами (заболеваниями или вредителями). Может следить за состоянием сразу нескольких полей. Разработка оптимизирует подачу сырья, что позволяет экономить ресурсы. Потребление воды снижается на 30% [5].

Программа «Хелатные удобрения» – инновация в области питания растений. Хелат – сложный органический комплекс, химическое соединение микроэлемента с хелатирующим (захватывающим) агентом. Такой агент прочно удерживает ионы микроэлементов в растворимом состоянии вплоть до момента поступления в растение, а затем высвобождает его, переводя в биологически доступную форму, и сам распадается на химические соединения, легко усваиваемые растениями. Комплексы эти биологически активны и близки по своей структуре к природным веществам (например, хлорофилл или витамин В₁₂ по своей природе являются хелатами), поэтому безвредны и эффективны для растения. Они не связываются в почве и не вступают в сторонние реакции, в отличие от традиционных удобрений, микроэлементы из которых усваиваются лишь на 20-30%, а соли, входящие в их состав, вступают в перекрестные реакции в почве с образованием неусвояемых и иногда токсичных соединений. Хелатные же удобрения усваиваются на 90% и значительно сокращают нагрузку на почву. Именно на основе хелатов созданы препараты нового поколения. Могут использоваться в закрытом и открытом грунте. Такие удобрения возможно использовать совместно с описанными разработками.

Помимо разработок, касающихся питания растений, рассмотрим другие направления цифровизации сельского хозяйства.

Российская ферма Агротехфарм выращивает клубнику на аэропонике с 2019 года [3]. Теплицы построены в Тюмени, Екатеринбурге и Челябинске. Аэропоника — это метод подачи

питательного раствора напрямую к корневым отросткам при помощи распыления, что помогает очень точно контролировать уровень питательных элементов. Теплица закрытая, в неё поддерживается определённая влажность и температура воздуха, уровень углекислого газа. Вместо солнечного света функционирует искусственное освещение, которое имитирует солнце. Процесс выращивания не зависит от погодных условий и от сезона. Контролируемые условия позволяют выращивать клубнику круглый год.

В США (Ирвингтон, Нью-Йорк) создана крупная компания Bright farms по выращиванию зелени на гидропонике. Урожай доставляется в магазины в течение суток. Продукцию выращивают в управляемых компьютером гидропонных теплицах, почти полностью полагаясь на естественный солнечный свет для получения энергии, в чем и заключается уникальность компании. Это позволяет снизить расходы на электроэнергию и выбросы углекислого газа, продавать зелень по доступным ценам. Такой способ отличается высокой стабильностью и экономичностью. Важное преимущество выращивания в помещениях - высокий уровень контроля над вредителями и болезнями, т.е. отсутствие необходимости в пестицидах, гербицидах и т.п.

Вернемся к вышеупомянутому тест-методу и рассмотрим методику определения фосфатов с его помощью. Данный метод позволяет полуколичественно определять содержание фосфора с использованием россыпи, упакованной в ампулу или блистер. Определяют фосфаты колориметрически по шкале. Дополнительные растворы реагентов для этого не требуются.



Рисунок 1. Цветовая шкала для определения фосфатов

Для определения содержания фосфора с использованием тест-метода нужно приготовить почвенную вытяжку. Для этого образец почвы высушивают в сушильном шкафу или на воздухе. На технических весах взвешивают 2 г почвы, затем добавляют 5 мл 1М раствора хлорида калия и перемешивают в течение 3-5 минут с помощью магнитной мешалки. После этого фильтруют и используют полученную почвенную вытяжку для выполнения анализа на содержание фосфатов. При необходимости проводят разбавление почвенной вытяжки до необходимой концентрации PO_4^{3-} .

При использовании данного фосфат-ионов следует учитывать влияние мешающих ионов: фторидов, силикатов, катионов железа(III). При концентрации фторидов выше 70 мг/л возможна ошибка при определении фосфатов до 5 %. Железо(III) в виде примеси до 20 мг/л незначительно влияет на интенсивность окраски (погрешность меньше 1 %). Примеси в виде силикатов до 20 мг/л могут привести к погрешности 5 % [2].

Визуально-колористическую реакцию проводили, добавляя 3 капли анализируемого раствора (почвенной вытяжки) в ячейку. Реакцию проводили в блистерной ячейке. Время, необходимое для развития окраски раствора, составляло примерно 8 минут. Интенсивность окраски пропорциональна концентрации фосфат-ионов в растворе.

Если провести данный анализ на различных зонах полей и полученные результаты внести в анализирующую часть устройство какой-либо компьютерной разработки, то мы получим точные нормы внесения удобрений для интересующих нас культур на каждой зоне в зависимости от состояния почвы и фазы роста растения.

Таким образом, сочетая в работе простые и доступные методы оценки состояния почвы с использованием цифровых технологий, агроном сможет достичь максимального урожая. При

этом инновации помогают рационально использовать природные и финансовые ресурсы и минимизировать отрицательное воздействие на экосистему.

Список источников

1. Багнавец Н.Л., Жевнеров А.В., Григорьева М.В. Использование тест-метода для контроля потребления фосфатов при выращивании культуры томата. //Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2022. Т. 15. № 2 (73). С. 79-86
2. N. Bagnavets, A. Zhevnerov, M. Grigoryeva and T. Pshenichkina Influence of phosphorus fertilizers of various composition on the yield of tomato crops and control of their consumption by plants. //IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 937 (2021) С. 022131
3. «Как устроен бизнес по выращиванию клубники на вертикальных фермах», www.rb.ru
4. «Обзор инновационных разработок, предназначенных для внесения удобрений», www.agroinvestor.ru
5. «Стартап CropX: платформа для управления участком», www.news.myseldom.com

© Ерсак М.В., 2022

Научная статья
УДК: 631:811

Влияние стимуляторов роста на посевные качества семян и начальные этапы развития проростков яровой пшеницы

Мария Сергеевна Иванова, старший преподаватель
ФГБОУ ВО Уральский государственный аграрный университет,
г. Екатеринбург

Аннотация. В статье представлены результаты изучения влияния стимуляторов роста (Циркон, Эпин и Мелафен) на посевные качества семян и ранние этапы роста и развития растений яровой пшеницы.

Ключевые слова: регуляторы роста, циркон, эпин, мелафен, энергия прорастания, лабораторная всхожесть, яровая пшеница, посевные качества

The influence of growth stimulants on the sowing qualities of seeds and the initial stages of development of spring wheat sprouts

Maria Sergeevna Ivanova, senior Lecturer
Ural State Agrarian University,
Ekaterinburg

Annotation. The article presents the results of a study of the effect of growth stimulants (Zircon, Epin and Melafene) on the sowing qualities of seeds and the early stages of growth and development of spring wheat plants.

Keywords: growth regulators, zircon, epin, melafene, germination energy, laboratory germination, spring wheat, sowing qualities

Предпосевная обработка семян стимуляторами (регуляторами) роста активизирует процессы прорастания семян, повышает устойчивость растений к неблагоприятным факторам и заболеваниям, тем самым улучшает их посевные качества и способствует реализации потенциальных возможностей и повышения урожайности сельскохозяйственных культур.

Использование регуляторов роста имеет огромный потенциал для устойчивого развития сельского хозяйства [1-3].

В настоящей работе представлены результаты изучения влияния предпосевной обработки семян стимуляторами роста на энергию прорастания, лабораторную всхожесть, силу роста и динамику нарастания проростков по длине и массе яровой пшеницы. Исследование проводили в лабораторных условиях на кафедре растениеводства и селекции Уральского государственного аграрного университета. Объект исследования – яровая мягкая пшеница Ирень.

Опыты проведен в четырехкратной повторности согласно ГОСТу 12038-84 [4]. Учет проросших семян проводили в два срока: на 3-и сутки определяли энергию прорастания, на 7-е – лабораторную всхожесть семян. Динамику ростовых процессов проростков определяли на 10-е сутки по длине главного зародышевого корешка, длине проростков, сырой массе корней и массе проростков 100 растений.

Обработка регуляторами роста производилась перед посевом в растворах следующих препаратов: Циркон (2 мл/т); Эпин-экстра (200 мл/т); Мелафен (10 мл/т). В качестве контроля использовались семена, замачиваемые в дистиллированной воде.

Наиболее важными показателями посевных качеств семян, определяющих их физиологическое состояние, являются энергия прорастания, лабораторная всхожесть и сила роста. Установлено, что использование семян, обладающих высокими показателями лабораторной всхожести, энергии прорастания и силы роста, способствует образованию более продуктивных и жизнеспособных растений, а также приводит к увеличению урожайности сельскохозяйственных культур [5-6].

Энергия прорастания характеризует способность семян дружно и быстро прорасти за более короткий срок, чем при определении всхожести. Семена, имеющие высокую энергию прорастания, обычно более устойчивы к неблагоприятным условиям; проростки таких семян быстрее растут, развиваются и меньше заражаются болезнями. Исследования ряда авторов показывают, что лабораторная всхожесть семян коррелирует с энергией прорастания [7,8].

Полученные в результате проведения опытов данные показали, что во всех вариантах с обработкой семян стимуляторами роста энергия прорастания повышалась в среднем на 6,9-8,9 %, а лабораторная всхожесть семян – на 3,6-5,5 % (рисунок 1).

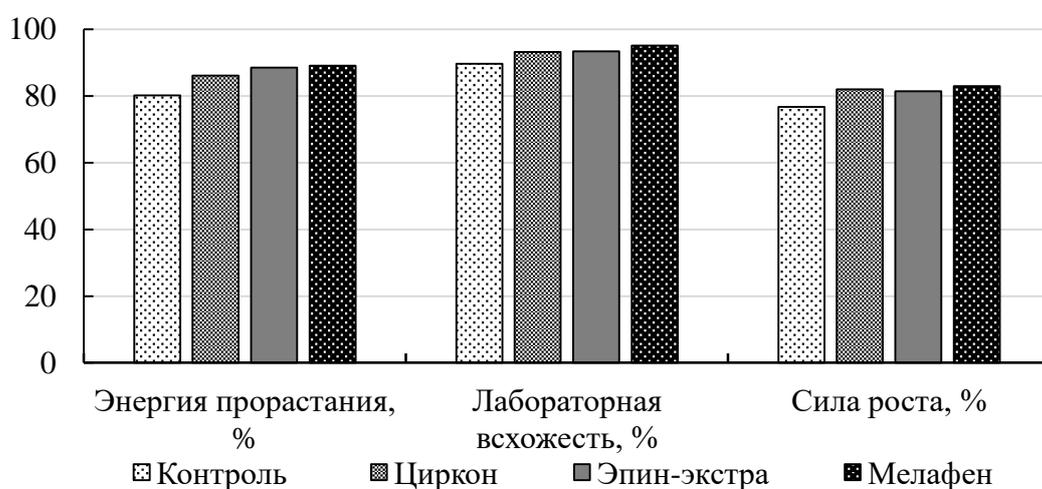


Рисунок 1. Влияние стимуляторов роста на посевные качества семян яровой пшеницы

Наиболее высокие результаты энергии прорастания получены на вариантах с обработкой семян Мелафеном и Эпином, которые превышают Циркон на 2,0 и 1,4 % соответственно.

Максимальный эффект по лабораторной всхожести дала предпосевная обработка семян препаратом Мелафен. В результате его воздействия лабораторная всхожесть семян пшеницы

увеличилась по сравнению с контролем на 5,5 %. Обработка семян Цирконом привела к увеличению всхожести – на 3,6 %, эпином – на 3,8 % соответственно.

Показатели силы роста в результате обработки также превышали контроль по всем вариантам. Наибольшая величина была получена в варианте с Мелафеном – 82,9 %, что на 6,2 % больше по сравнению с контролем. Семена, обработанные препаратами Циркон и Эпин, дали увеличение показателей силы роста соответственно на 5,3 % и 4,7 %.

Установлено, что по всем вариантам опыта обработка семян регуляторами роста способствовала увеличению интенсивности ростовых процессов растений пшеницы на ранних стадиях развития относительно контроля.

Исследования показали, что максимальные показатели длины проростков и корней были отмечены на варианте с обработкой семян препаратом Мелафен. В данном варианте длина проростка была больше контрольного на 26,4 %, а корешка – на 19,7 %. При обработке семян стимулятором роста Циркон и Эпин-экстра, также были отмечено увеличение данных показателей по сравнению с контролем, длина проростка увеличивалась соответственно на 18,2 и 12,6 %, корешка – на 14,2 и 11,8 % (рисунок 2).

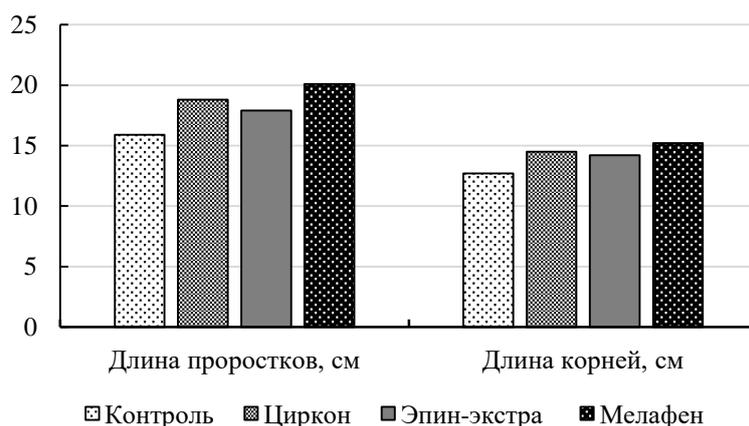


Рисунок 2. Влияние стимуляторов роста на длину проростков и корешков 10-дневных растений яровой пшеницы

Результаты исследований показали, что на опытных вариантах масса проростков была выше контроля в среднем на 13,8-26,7 %, масса корней превышала контроль на 11,9-22,0 % (рисунок 3).

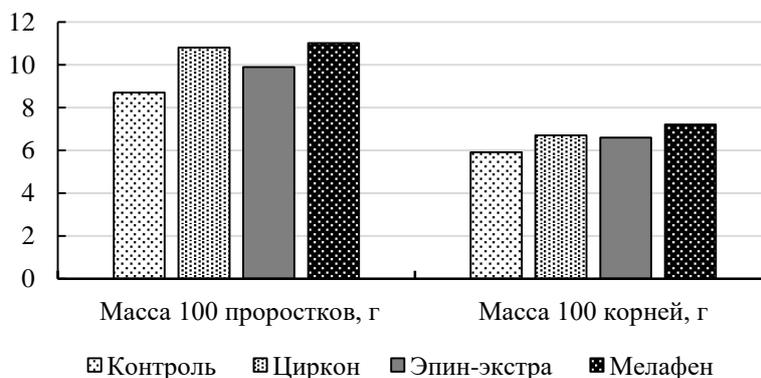


Рисунок 3. Влияние стимуляторов роста на массу проростков и корешков 10-дневных растений яровой пшеницы

Наилучший результат прироста зеленой массы растений отмечен при обработке семян Мелафеном и Цирконом, где данный показатель выше, чем в контрольном варианте на 26,7 % и 24,1 % соответственно. Максимальный прирост корневой массы, по сравнению с контролем, был отмечен при обработке семян Мелафеном и составил 22,0 %. В вариантах с обработкой семян стимуляторами Циркон и Эпин масса корней увеличивалась была выше 13,6 и 11,9 % по сравнению с контрольным вариантом.

Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что изучаемые препараты повышали посевные качества семян, увеличивая энергию прорастания и лабораторную всхожесть, а также усиливали ростовые процессы на ранних этапах роста и развития проростков пшеницы.

Список источников

1. Шаповал, О. А. Регуляторы роста растений в сельском хозяйстве / О. А. Шаповал, И. П. Можарова // Защита и карантин растений. – 2019. – № 4. – С. 9-14.
2. Вакуленко, В. В. Регуляторы роста растений повышают стрессоустойчивость культур / В. В. Вакуленко // Защита и карантин растений. – 2015. – № 2. – С. 13-15.
3. Хубиева, А. З. Использование регуляторов роста при выращивании сельскохозяйственных культур / А. З. Хубиева // Студенческий. – 2020. – № 5-2(91). – С. 13-14.
4. ГОСТ 12038-84. Межгосударственный стандарт семени сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести.
5. Беляев, Н. Н. Перспективы предпосевной обработки регуляторами роста семян ярового ячменя в Тамбовской области / Н. Н. Беляев, Е. А. Дубинкина, В. В. Корякин // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. – 2011. – Т. 16. – № 3. – С. 919-922.
6. Костин, В. И. Перспективы использования фиторегулятора "МЕЛАФЕН" в растениеводстве : монография / В. И. Костин, О. В. Костин. — Ульяновск: УлГАУ имени П. А. Столыпина, 2013. — 129 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/133753> (дата обращения: 11.11.2022). — Режим доступа: для авториз. Пользователей/
7. Сорока, Т. А. Влияние микроэлементов, удобрения на основе гуминовых кислот и регуляторов роста на продуктивность посева и качество зерна озимой пшеницы / Т. А. Сорока, В. Б. Щукин, В. В. Каракулев // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2012. – № 3(35). – С. 51-53.
8. Перцева, Е. В. Влияние предпосевной обработки семян на продуктивность яровой пшеницы / Е. В. Перцева, В. Г. Васин, Г. А. Бурлака // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 3(47). – С. 78-86.

© Иванов М.С., 2022

Научная статья
УДК 579.64

Стимулирующее действие липополисахаридов азоспирилл на ранних стадиях роста пшеницы (*Triticum aestivum* L.)

Наталья Кирилловна Кондюрина, Юлия Петровна Федоненко

Институт биохимии и физиологии растений и микроорганизмов – обособленное структурное подразделение Федерального государственного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Саратовский научный центр Российской академии наук», Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского, г. Саратов

Аннотация. Показано ростстимулирующее действие липополисахаридов двух типовых штаммов *Azospirillum soli* и *Azospirillum griseum* на семисуточные проростки пшеницы (*Triticum aestivum* L.). Представлены результаты измерений содержания крахмала в корнях проростков; каротиноидов, хлорофиллов а и b в листьях; площади листовых пластинок и митотического индекса.

Ключевые слова: растительно-микробные взаимодействия, гликополимеры, *Azospirillum*, пшеница

Stimulating effect of azospirilla's lipopolysaccharides at the early stages of wheat growth

Natalya Kirillovna Kondyurina, Julia Petrovna Fedonenko

Institute of Biochemistry and Physiology of Plants and Microorganisms - a separate structural subdivision of the Federal State Institution of Science of the Federal Research Center "Saratov Scientific Center of the Russian Academy of Sciences", Saratov State University
Saratov

Abstract. The stimulating effect of lipopolysaccharides from two type strains *Azospirillum soli* and *Azospirillum griseum* solutions introduced into the plant cultivation medium on three-day wheat seedlings (*Triticum aestivum* L.) was shown. The results of measurements of the starch content in the roots are presented; carotenoids, chlorophylls *a* and *b* in leaves; area of leaf blades and mitotic index.

Key words: plant-microbial interaction, glycopolymers, *Azospirillum*, wheat

Повышение урожайности сельскохозяйственных растений сохраняет свою актуальность. Используемые с этой целью минеральные удобрения при своей высокой эффективности по мере накопления увеличивают химическую нагрузку почвы, а в крайних случаях являются причиной загрязнения окружающей среды. Современные сельскохозяйственные технологии являются экологически-ориентированными и предусматривают применение наряду со средствами защиты растений и биоудобрений, созданных на основе высокоэффективных штаммов ассоциативных азотфиксаторов [1].

Микроорганизмы, вносимые в почву в составе биопрепаратов, помимо фиксации атмосферного азота, характеризуются способностью продуцировать комплекс веществ, обладающих высокой биологической активностью, в первую очередь фитогормоны (ауксины, гиббереллины), сидерофоры, ферменты, органические кислоты, антибиотики и др. Помимо стимулирующего воздействия на рост и развитие растений, бактерии-компоненты биоудобрений способны проявлять антагонистические свойства в отношении патогенной микрофлоры, и тем самым также оказывать положительное влияние на сельскохозяйственные культуры.

При выборе потенциальных компонентов биоудобрений перспективным является подход, базирующийся на первоначальном анализе микробиома ризосферы. В ризосфере хлебных злаков часто встречаются представители бактериальных родов *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Acetobacter*, *Alcaligenes*, *Bacillus*, *Enterobacter*, *Herbaspirillum* и *Pseudomonas* [2, 3].

Azospirillum spp. являются типичными представителями свободноживущих азотфиксаторов, взаимодействующих с широким кругом различных растений и входящих в группу PGPR (plant growth promoting rhizobacteria) [4]. Азоспириллы считаются признанным модельным объектом для исследования механизма ассоциативного симбиоза на протяжении последних четырех десятилетий. Цель подобных исследований – детальное изучение механизма растительно-микробных взаимодействий, включающих взаимно индуцируемые ответные реакции симбионтов, что позволит контролировать и направленно повышать эффект от использования биоудобрений. Азоспириллы широко распространены в различных географических зонах. Новые виды *Azospirillum* выделяют не только из ризосферы растений и почв, но из качественно разных субстратов [4]. В ассоциативные отношения *Azospirillum*

вступают преимущественно с представителями семейства *Poaceae*, в числе которых – высокопродуктивные ценные сельскохозяйственные культуры.

В начальных этапах взаимодействия бактерий с растением задействованы макромолекулы поверхности обоих партнеров, среди которых особо следует отметить гликополимеры растительной и бактериальной клеточных стенок. На поверхности азоспирилл преобладающими макромолекулами являются липополисахариды (ЛПС) внешней мембраны и липополисахарид-белковые комплексы (ЛПС) капсулы, представляющие собой экстраклеточную форму ЛПС, ассоциированную с белками-поринами [5]. Продуцируемые бактериями гликоконъюгаты действуют как микробные мессенджеры, основной задачей которых является подготовка колонизации растения-хозяина. С другой стороны, гликаны поверхности микробных клеток являются важными индикаторами микробного присутствия (microbial- or pathogen-associated molecular patterns (MAMPs or PAMPs)). Они представляют собой консервативные структуры, обычно открытые и, таким образом, доступные для гидролитических ферментов растений.

ЛПС – трёхкомпонентные макромолекулы, состоящие из гидрофобного остова – липида А, корового олигосахарида и наиболее вариативной структуры – О-специфического полисахарида (ОПС), проявляющего антигенные свойства [5]. ЛПС характеризуются полифункциональностью в коммуникативных взаимодействиях с растением: связывание со специфичными рецепторами, передача сигнала, активация каскада ответных реакций, позволяющих растению изменить собственный физиологический статус, чтобы запустить симбиотическую программу, поскольку это главное условие успешной колонизации растения-хозяина [6].

Расшифровка структуры ЛПС азоспирилл с параллельным изучением их биологической активности является актуальной задачей, так как позволяет выявить их элиситорную функцию, ответные биохимические, физиологические и морфологические реакции растения-хозяина на присутствие триггерных молекул бактерии-симбионта.

В данной работе мы приводим результаты исследования влияния ЛПС типовых штаммов двух видов азоспирилл – *Azospirillum soli* CC-LY788 и *A. griseum* L-25-5 w-1, выделенных из сельскохозяйственного грунта в Тайване [7] и из образцов воды из озера Байян в Китае [8], на семидневные проростки пшеницы (*Triticum aestivum* L.).

ЛПС выделяли из выращенных в жидкой синтетической среде с малатом натрия до экспоненциальной фазы роста бактерий. Бактериальную биомассу осаждали центрифугированием, промывали физиологическим раствором, трижды обрабатывали ацетоном, высушивали на воздухе и мелко диспергировали. ЛПС экстрагировали по модифицированному методу Вестфаля [9]. После диализа, экстракты концентрировали на вакуумном испарителе (Laborota 4000 «Heidolph», Германия). Для осаждения примесных белков экстракт титровали 40 % трихлоруксусной кислотой до pH 2,7 и центрифугировали (4000 g, 20 мин), из надосадочной жидкости диализом удаляли остатки кислоты, затем концентрировали и лиофилизировали (BenchTop 2K «VirTis», США).

Зерновки пшеницы сорта «Саратовская 58» стерилизовали диоксидом, проращивали в стерильных условиях при 23°C в темноте на плотной питательной среде (LB) в течение 2 суток. Затем проросшие семена переносили на металлическую мелкоячеистую сетку в стеклянные сосуды с жидкой минеральной средой (г/л): KH_2PO_4 0,7; K_2HPO_4 0,5; $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0,02; Na_2SO_4 0,1; NH_4Cl 0,134 (pH 6,7). Препараты ЛПС исследуемых штаммов добавляли в минеральную среду на пятый день инкубации в конечной концентрации 125 мг/мл. Все манипуляции с растениями проводили в условиях стерильности. Через сутки у проростков пшеницы анализировали биохимические и морфологические показатели.

Для анализа митотической активности клеток в зоне меристемы корневого апекса образцы фиксировали в растворе Карнуа, затем образцы выдерживали в соляной кислоте (10 мин в 1н HCl, 20 мин в 0.5н HCl), промывали дистиллированной водой и выдерживали 20 мин в 45 % CH_3COOH . Окрашивание осуществляли гематоксилином (1 ч), затем пробы обрабатывали цитазой (1 ч). Микроскопирование проводили на лазерном диссекторе Leica LMD 7000 («Leica

microsystems», Германия). Для клеток меристемы апекса корней проростков пшеницы, инкубированных в присутствии ЛПС *A. soli* и *A. griseum*, было зафиксировано увеличение митотического индекса в 1,5 и 2,2 раза соответственно.

Для определения содержания крахмала в корнях использовали метод, предложенный Takeshita [10]. Измерение оптической плотности растворов, полученных водной экстракцией из корневой массы, проводили на спектрофотометре Specord 40 («Analytik Jena AG», Германия) при 660 нм. Данные, полученные для контрольной и экспериментальных групп, позволяют говорить об отсутствии статистически значимых отличий в содержании крахмала в корнях пшеницы, инкубированной в среде с добавлением ЛПС.

В то время как величина массы побега и корней проростков исследуемых растений были сопоставимы, было отмечено влияние бактериальных гликополимеров на площадь листовых пластин. Измерения производили с использованием приложения Petiole (www.petiole.com). В ответ на присутствие в минеральной среде ЛПС *A. soli* и *A. griseum* у проростков пшеницы было обнаружено значительное увеличение площади фотосинтезирующей поверхности первого листа – на 20,7 % и 45,1 % соответственно.

Расчёт содержания пигментов зелёного листа – хлорофиллов (a, b) и каротиноидов – осуществляли по методу Wellburn [11]. Корреляция между присутствием в среде ЛПС и содержанием хлорофиллов a и b не была отмечена, однако наблюдалось повышение количества каротиноидов, содержание которых возрастало на 41,37 и 40,53 % под воздействием ЛПС *A. soli* и *A. griseum* соответственно.

Таким образом, из представленных результатов следует предположение, что в основе биохимического и морфофизиологического ответа проростков пшеницы на присутствие в среде ЛПС лежит адаптивная защитная реакция (повышение содержания каротиноидов и возрастание показателя митотического индекса свидетельствуют о воздействии стрессового фактора) на бактериальный эндотоксин, которая приводит к стимуляции ростовых процессов, проявляющейся в активизации апикальных меристем и увеличении площади листовой поверхности.

Список литературы

1. Das P.P., Singh K.R., Nagpure G., Mansoori A., Singh R.P., Ghazi I.A., Kumar A., Singh J. Plant-soil-microbes: A tripartite interaction for nutrient acquisition and better plant growth for sustainable agricultural practices // Environ. Res. – 2022. – V. 214 (1): 113821.
2. Gouda S., Kerry R.G., Das G., Paramithiotis S., Shin H.S, Patra J.K. Revitalization of plant growth promoting rhizobacteria for sustainable development in agriculture // Microbiol. Res. – 2018. – V. 206. – P. 131-140.
3. Хузина Э.Р., Габдрахманов И.Х. Оптимизация применения бактериальных удобрений на яровой пшенице // Агрехимический вестник. – 2009. – №5. – С. 16-17.
4. Turkovskaya O.V., Golubev S.N. The collection of rhizosphere microorganisms: its importance for the study of associative plant-bacterium interactions / Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2020 – V. 24(3) – P. 315-324.
5. Федоненко Ю.П., Сигида Е.Н., Коннова С.А., Игнатов В.В. Структура и серология О-антигенов азотфиксирующих ризобактерий рода *Azospirillum* // Изв. АН. Сер. хим. – 2015. – № 5. – С. 1024-1031.
6. Nascimento F. X., Rossi M. J., Glick B. R. Ethylene and 1-aminocyclopropane-1-carboxylate (ACC) in plant-bacterial interactions // Front. Plant Sci. – 2018. – V. 9: 114.
7. Shih-Yao L. [et al.] *Azospirillum soli* sp. nov., a nitrogen-fixing species isolated from agricultural soil // Int. J. System. Evol. Microbiol. – 2015. – V. 65 – P. 4601-4607.
8. Yang Y. [et al.] *Azospirillum griseum* sp. nov., isolated from lakewater / // Int. J. System. Evol. Microbiol. – 2019. – V. 69 – P. 3676-3681.
9. Кульшин В.А., Яковлев А.П., Аваева С.Н., Дмитриев Б.А. Улучшенный метод выделения липополисахаридов из грамотрицательных бактерий // Мол. генетика, микробиология и вирусология. – 1987. – № 5. – С. 44-46.

10. Takeshita T. [et al.] A simple method for measuring the starch and lipid contents in the cell of microalgae // *Cytologia*. – 2015. – V. 80 – P. 475-481.

11. Wellburn R.A. The spectral determination of chlorophylls a and b, as well as total carotenoids, using various solvents with spectrophotometers of different resolution // *J. Plant Physiol.* – 1994. – V. 144 – P. 307-313.

© Кондюрина Н.К., Федоненко Ю.П., 2022

Научная статья

УДК 633.174.1:631.524.824

Оценка сорго-суданковых гибридов в Нижневолжском регионе

Светлана Сергеевна Куколева

Елена Сергеевна Немкина

ФГБНУ «Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго и кукурузы», г. Саратов.

Аннотация: В работе представлены результаты проведения первого укоса надземной биомассы сорго-суданковых гибридов первого поколения. Исследования проводились на опытном поле ФГБНУ РосНИИСК «Россорго». Проведена оценка статистических параметров выборки по элементам продуктивности надземной биомассы травянистого сорго и выделены продуктивные комбинации.

Ключевые слова: сорго-суданковый гибрид, укос, урожайность, фаза

Assessment of sorghum-Sudanese hybrids in the Lower Volga region

Svetlana Sergeevna Kukoleva

Elena Sergeevna Nemkina

Federal State Budgetary Research Institute of "Russian Research and Design-Technological Institute for Sorghum and Corn", Saratov

Abstract: The work presents the results of the first aboveground biomass of first-generation sorghum-Sudanese hybrids. The studies were carried out at the experimental field of the Federal State Budgetary Research Institute of "Russian Research and Design-Technological Institute for Sorghum and Corn". Statistical parameters of the sample were evaluated for the above-ground biomass productivity elements of herbaceous sorghum and productive combinations were identified.

Key words: sorghum-sudanese hybrid, mowing, productivity, phase

Введение. Особенностью сорго-суданковых гибридов является их побегообразование на протяжении вегетационного периода. После укоса они способны восстанавливать срезанные побеги [Капустин и др., 2020]. Поэтому после скашивания они быстро отрастают и при благоприятных условиях дают 2-3 укоса. Характеризуются высокой облиственностью, качеством зеленой массы и сена [Basaran, Copur Dogrusoz et al., 2017], хорошей поедаемостью и переваримостью [Kilicalp, Hizli et al., 2018].

Проводить укос рекомендуется в фазу выхода в трубку, заканчивая при появлении единичных метелок. Если посевы планируется использовать за один укос, то высота среза должна быть минимальной. Если в дальнейшем нужно получать отаву, высота среза должна составлять на менее 8-10 см. В целях сокращения потерь и повышения технологичности возделывания суданской травы следует заготавливать прессованное сено в рулонах или тюках.

Прессование сена можно начинать при достижении влажности сырья 20-22 % [Белоус, Ториков и др., 2009].

В зависимости от цели селекции родительские пары выбирают на основе ряда критериев. Одним из принципов подбора родительских пар является разнообразие форм: по эколого-географическому происхождению; по элементам структуры урожая; по продолжительности отдельных фаз вегетации; на основе разницы по устойчивости сортов к болезням [Дремлюк, 1985]. В качестве тестеров в основном используются стерильные линии. Всестороннее изучение исходного материала способствует определению ожидаемого проявления признаков у нового гибридного растения. Сортообразцы суданской травы различались по урожайности зерна и биомассы, скороспелости, форме зерновки, окраске зерна и колосковых чешуй. Окраска зерна суданской травы различалась от кремового до черноватого цвета; а колосковые чешуи – от соломенно-желтых до черных. Образцы характеризовались удлинённой и эллипсовидной формой зерновки.

Материал и методы исследований. Объектами исследования являются сорго-суданковые гибриды. Посев проводился на опытном поле ФГБНУ РосНИИСК «Россорго» 10 мая 2020 г. сеялкой СКС-6-10. Почва опытного поля представлена слабовыщелоченным южным маломощным чернозёмом, среднесуглинистым по гранулометрическому составу и является типичной для зоны сухих чернозёмных степей Юго-Востока России. Площадь делянки составила 7,7 м². Повторность – трехкратная. Густота стояния растений в фазу всходов корректировалась вручную (150 тыс. раст./га). Агротехника выращивания – зональная, разработанная научными учреждениями Нижнего Поволжья. Укос проводился в фазу «начало выметывания». Результаты исследований обчислены статистическим анализом выборки с помощью программы Агрос 2.09 [Доспехов, 2011; Мартынов, 1999].

Результаты исследований. С целью получения сорго-суданковых гибридов в скрещивания включали сортообразцы и линии суданской травы из генофонда института, выделенные по высокой комбинационной способности и обеспечивающие гетерозис по основным хозяйственно-ценным признакам [Куколева, Жужукин и др., 2018; Куколева, Жужукин и др., 2019]. При использовании на зелёный корм важно учитывать облиственность растений. Вариабельность признака в данной схеме скрещиваний составила 16,8 %. Гибриды на основе ЦМС-линии А₂О-1237 в скрещиваниях с линиями Л-143 и МЕВ-728 характеризовались повышенной облиственностью – 29,80-30,97 % (таблица 1).

Таблица 1 – Хозяйственно-биологические признаки сорго-суданковых гибридов F₁ первого укоса

Комбинация скрещиваний	Высота, см	Кустистость общая	Облиственность, %	Урожайность биомассы, т/га
А ₂ О-1237×Краснодарская 75	120,3	1,21	19,19	4,95
А ₂ О-1237×Л-143	126,3	1,18	29,80	7,55
А ₂ О-1237×Евгения	151,0	2,00	23,28	18,90
А ₂ О-1237×Славянка	142,7	1,00	21,05	9,50
А ₂ О-1237×Фаина	125,7	1,00	24,58	5,90
А ₂ О-1237×МЕВ-728	135,3	1,29	30,97	11,30
А ₂ О-1237×Don Salvador	158,0	1,57	23,40	17,95
А ₂ КВВ 114×Фаина	120,0	1,79	23,32	12,65
А ₂ КВВ 114×Пензенская 34	113,0	1,56	19,75	15,95
А ₂ КВВ 114×Л-106	121,3	1,55	20,56	9,00
А ₂ КВВ 114×Славянка	132,7	1,50	17,42	15,50
А ₁ Ефремовское 2×Фаина	130,7	1,93	23,62	16,30
А ₁ Ефремовское 2×Л-143	122,0	1,63	21,69	9,45

Комбинация скрещиваний	Высота, см	Кустистость общая	Облиственность, %	Урожайность биомассы, т/га
A ₁ Ефремовское 2×Краснодарская 75	122,7	1,00	17,65	17,00
A ₁ Ефремовское 2×Славянка	180,0	2,00	22,74	24,85
A ₁ Ефремовское 2×Амбиция	176,0	2,00	20,15	20,60
Средняя и ее ошибка	136,1±5,1	1,51±0,1	22,44±0,9	13,58±1,4
Коэффициент вариации	14,9	24,3	16,8	41,8

Сорго-суданковые гибриды существенно различались по продуктивности первого укоса ($V=41,8\%$). Наибольшая урожайность надземной биомассы первого укоса (17,00-24,85) отмечена у комбинаций A₁Ефремовское 2 с опылителями Амбиция, Славянка, Краснодарская 75; A₂O-1237 с опылителями Евгения, Don Salvador. Высота растений, является важным признаком, который лежит в основе формирования урожайности биомассы. С наибольшей высотой растения отмечены гибриды на основе ЦМС-линии зернового сорго A₁Ефремовское 2 в скрещиваниях с сортами суданской травы Амбиция и Славянка.

Выводы. Таким образом, в условиях Нижнего Поволжья рекомендуется выращивать высокорослый и урожайный гибрид A₁Ефремовское 2×Славянка и с высокой облиственностью A₂O-1237×МЕВ-728.

Список источников

1. Белоус Н.М., Ториков В.Е., Дьяченко В.В., Дронов А.В. Организационно-технологические нормативы возделывания кукурузы и сорго в Юго-Западном регионе России // Отраслевые регламенты. Брянск. 2009. – 124 с.
2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) – М.: Колос, 2011. – 352с.
3. Дремлюк, Г.К. Характер наследования основных признаков у гибридов зернового сорго / Г.К. Дремлюк // Сборник селекции и семеноводства сорго. Зерноград, 1985. – С. 15-27.
4. Капустин А.С., Капустин С.И., Стройный А.М., Барановский А.В. Эффективность сорго-суданковых гибридов в степной зоне // Научный вестник государственного образовательного учреждения Луганской Народной Республики "Луганский национальный аграрный университет". 2020. № 8-1. С. 497-507.
5. Куколева С.С., Жужукин В.И., Панкрашова Ю.В. Комбинационная способность сортов и линий суданской травы в Нижнем Поволжье // сб.: Вавиловские чтения-2019. Межд.науч.-практ.конф., посвященной 132-ой годовщине со дня рождения академика Н.И. Вавилова. Саратов, 2019. – С. 79-82.
6. Куколева С.С., Жужукин В.И., Кибальник О.П., Семин Д.С., Старчак В.И. Комбинационная способность сортообразцов суданской травы в Нижнем Поволжье // Успехи современного естествознания. 2018. № 12-2. С. 283-289.
7. Мартынов С.П. Статистический и биометрико-генетический анализ в растениеводстве и селекции. Пакет программ "AGROS 2.09". Тверь, 1999. – 90 с.
8. Basaran U., Copur Dogrusoz M., Gulumser E., Mut H. Hay yield and quality of intercropped sorghum-sudan grass hybrid and legumes with different seed ratio. Turkish Journal of Field Crops. 2017. № 22 (1), P. 47-53. Doi.org/10.17557/tjfc.301834
9. Kilicalp N., Hizli H., Sümerli M., Avcı M. In situ rumen degradation characteristics of maize, sorghum and sorghum-sudan grass hybrids silages as affected by stage of maturity. Iranian Journal of Applied Animal Science. 2018. № 8 (2). P. 231-239.

Влияние регуляторов роста на адаптацию растений картофеля к условиям *in vivo* и их урожайность в условиях Великолукского района Псковской области

Левченкова Александра Николаевна

Лебедева Надежда Владимировна

Павлов Игорь Николаевич

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Великолукская государственная сельскохозяйственная академия»
г. Великие Луки

Аннотация. Результаты научных исследований, полученные при проведении лабораторных и полевых опытов, показывают, что применение росторегулирующих веществ в современных технологиях возделывания картофеля – важнейший фактор повышения его урожайности. Результаты наблюдений показали, что наличие в препарате Гумимакс биологически активных веществ и микроэлементов оказывает положительное влияние на приживаемость растений и урожайность микроклубней картофеля. Это объясняется воздействием гуминовых веществ, входящих в состав Гумимакса, на физиологические и биохимические процессы, протекающие в растениях, повышая приживаемость растений и их стрессоустойчивость к неблагоприятным условиям среды. Применение данного препарата способствовало повышению эффективности используемых в опыте минеральных и органических удобрений. В микрополевым опыте прибавка при применении Гумимакса по отношению к варианту с водой составила 19 – 20 % на всех удобренных фонах питания.

Ключевые слова: картофель, урожайность, приживаемость, гумимакс, микрополевым опыт, лабораторный опыт

Influence of growth regulators on the adaptation of potato plants to *in vivo* conditions and their yield in the conditions of the Velikoluksky district of Pskov region

Levchenkova Alexandra Nikolaevna

Lebedeva Nadezhda Vladimirovna

Pavlov Igor Nikolaevich

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Velikie Luki State Agricultural Academy"
Velikie Luki

Abstract. The results of scientific research obtained during laboratory and field experiments show that the use of growth-regulating substances in modern potato cultivation technologies is the most important factor in increasing its yield. The results of observations showed that the presence of biologically active substances and microelements in the preparation Humimax has a positive effect on the survival of plants and the yield of potato microtubers. This is due to the effect of humic substances, which are part of Gu-mimax, on the physiological and biochemical processes occurring in plants, increasing the survival rate of plants and their stress resistance to adverse environmental conditions. The use of this preparation contributed to an increase in the efficiency of mineral and organic fertilizers used in the experiment. In the microfield experiment, the increase in the application of Humimax in relation to the variant with water was 19–20% on all fertilized food backgrounds.

Key words: potatoes, yield, survival rate, gumimax, microfield experience, laboratory experience.

Введение

Важным аспектом технологического процесса получения высококачественного семенного картофеля является оздоровление материала методом апикальной меристемы в сочетании с термотерапией и применением клонального микроразмножения растений. Одним из способов повышения эффективности применения этого метода является поиск наиболее оптимального состава питательных сред и применение на регенерантах регуляторов роста, целенаправленный отбор пробирочного материала и миниклубней для размножения. Эти вопросы требуют тщательного изучения, закладки лабораторных и полевых опытов, внедрения их результатов в производство [1,5].

Наиболее сложным и дорогим этапом микрклонального размножения является адаптация растений к условиям *in vivo*. В пробирке в процессе культивирования растений складываются определенные условия произрастания растений [3,6].

Кроме того, многочисленные данные, полученные в результате проведения лабораторных и полевых опытов, показывают, что использование росторегулирующих веществ в современных технологиях возделывания картофеля – существенный фактор повышения его урожайности. Особенно это актуально в условиях ухудшающейся экологической обстановки. В этом случае альтернативой химическим препаратам для повышения устойчивости растений картофеля к патогенам и стрессовым факторам внешней среды могут служить обработки, как при посадке, так и по вегетирующим растениям микроэлементами и регуляторами роста [4].

Цель исследований – изучить влияние различных регуляторов роста на адаптацию растений картофеля к условиям *in vivo* и их урожайность в условиях Великолукского района Псковской области.

Задачи исследований:

- определить влияние различных гуминовых препаратов на приживаемость пробирочных растений различных сортов картофеля в условиях *in vivo*;
- провести оценку влияния различных гуминовых препаратов на урожайность картофеля в зависимости от степени удобренности.

Методика исследования

Научно-исследовательская работа проводилась на базе лаборатории микрклонального размножения и опытного поля ФГБОУ ВО Великолукская ГСХА. Соответственно, были заложены лабораторный и микрополевой опыты.

Исследования в лабораторном опыте проводились на 5 сортах: Импала, Лилея, Бриз, Уладар, Тимо. Он включал три варианта: 1 – без замачивания (контроль), 2 – с замачиванием в воде, 3 – с замачиванием в Гумимаксе. Полив пробирочных растений производился в течение 56 дней исследований водой и Гумимаксом (трехкратный полив). Для проведения исследований было взято 100 пробирочных растений.

Рабочий раствор препарата Гумимакс готовился согласно рекомендациям от производителей из расчёта 3 мл на 1 л дистиллированной воды.

Микрополевой опыт заложен в 4-х кратной повторности. Общая и учётная площадь составила 3 м². В фазу бутонизации проводилась двукратная обработка Гумимаксом. В качестве объекта исследований был выбран сорт картофеля Бриз. Схема микрополевого опыта включала 4 фона: контроль (без удобрений; органическая система удобрения, органоминеральная система удобрения; минеральная система удобрения. Дозы органических и минеральных удобрений были рассчитаны исходя из агрохимических показателей почвы.

Результаты и их обсуждение

На первом этапе проведения научных исследований изучалось влияние полива водой и гуминовыми препаратами, в частности Гумимакса, на приживаемость пробирочных растений.

Установлено, что при длительном микрклональном размножении возможно снижение адаптационных способностей растений картофеля [2] при переносе их из условий *in vitro* в *in vivo*. Поэтому нужна дополнительная стимуляция роста и развития растений в условиях грунта, такая возможность достигается применением гуминовых препаратов в виде раствора.

Как показали наши наблюдения, повышения показателей по приживаемости пробирочных растений наблюдается в вариантах с замачиванием и поливом их как водой, так и Гумимаксом. Однако важно отметить, что ключевую роль в повышении приживаемости растений картофеля сыграло применение Гумимакса, что связано с наличием в его составе биологически активных компонентов (гумата калия и микроэлементов), влияющих на адаптационные способности и стрессоустойчивость растений, повышая их.

Анализируя данные таблицы 1, можно отметить, что в вариантах с замачиванием и поливом водой и Гумимаксом на 28-й день наблюдений отмечаются более-менее стабильные значения по приживаемости растений. Гибель растений в этих вариантах составила 30...3 %. На контрольном варианте использование Гумимакса при поливе способствовало повышению приживаемости на 34-52 %.

На 56-й день наблюдений самая низкая приживаемость отмечается на варианте с поливом водой и Гумимаксом на контроле. Наилучшая приживаемость отмечается при замачивании в Гумимаксе и в дальнейшем в варианте с поливом указанным препаратом (Таблица 1).

Таблица 1 – Приживаемость пробирочных растений при поливе водой и препаратом Гумимакс на 28 день, %

Сорт	Вариант*	Без замачивания (контроль)	С замачиванием в воде	С замачиванием в Гумимаксе
Импала	1	40	83	83
	2	83	83	93
Лиляя	1	50	87	90
	2	83	90	97
Бриз	1	47	83	83
	2	87	90	90
Уладар	1	53	70	83
	2	80	83	87
Тимо	1	60	70	77
	2	93	97	97

* - способ полива: 1 – вода, 2 – Гумимакс

Таблица 2 – Приживаемость пробирочных растений при поливе водой и препаратом Гумимакс на 56 день, %

Сорт	Вариант*	Без замачивания (контроль)	С замачиванием в воде	С замачиванием в Гумимаксе
Импала	1	35	60	70
	2	30	70	73
Лиляя	1	50	60	77
	2	47	80	80
Бриз	1	47	60	70
	2	60	80	90
Уладар	1	37	60	67
	2	50	67	67
Тимо	1	50	60	67
	2	60	73	83

* - способ полива: 1 – вода, 2 – Гумимакс

Для дальнейших исследований, как уже было указано в методике исследований, был выбран сорт Бриз. Данный сорт показал наилучшие показатели по приживаемости как на 28-й, так и 56-й день исследований.

Как показали результаты наших исследований, положительное влияние на урожайность микроклубней картофеля оказали применение удобрений и двукратное опрыскивание препаратом Гумимакс. При использовании удобрений наибольшая прибавка получена на фоне с органоминеральной системой удобрения, где она составила около 69 % от неудобренного фона. На остальных удобренных фонах питания урожайность оказалась выше на 23 % и 39 %, соответственно (Рисунок 1).

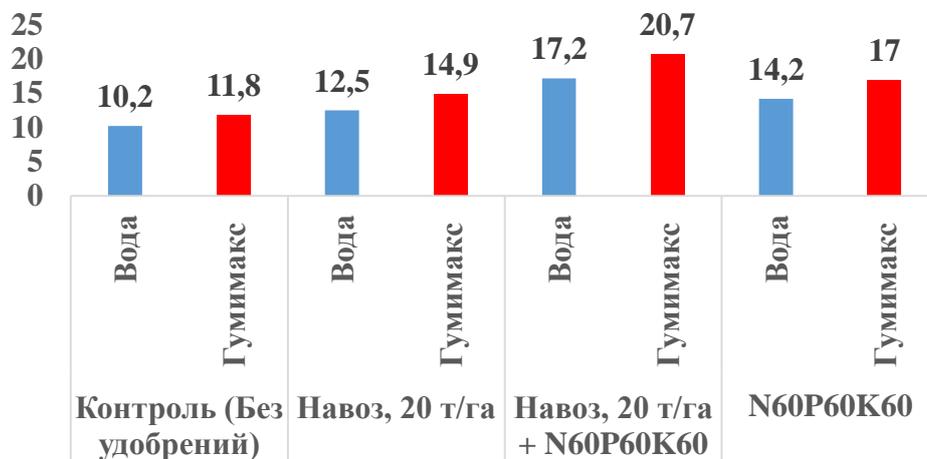


Рисунок 1. Урожайность микроклубней картофеля при применении удобрений и некорневой обработки гуминовыми препаратами, т/га

Опрысканные растения картофеля Гумимаксом оказало положительное влияние на формирование урожайности микроклубней картофеля. Увеличение урожайности наблюдается как на удобренном, так и на удобренных фонах питания. На контрольном варианте прибавка составила 16 % (1,6 т/га). Использование Гумимакса при опрыскивании растений усилило действие всех видов удобрений. Максимальный эффект получен на органоминеральном фоне питания. При некорневом опрыскивании увеличение урожайности составило 20,3 % к варианту с опрыскиванием водой. На остальных фонах питания прибавка составила 19 – 20 % (Рисунок 1).

Заключение

Результаты наблюдений показали, что наличие в препарате Гумимакс биологически активных веществ и микроэлементов оказывает положительное влияние на приживаемость растений и урожайность микроклубней картофеля. Это объясняется влиянием гуминовых веществ, входящих в состав Гумимакса, на физиологические и биохимические процессы, протекающие в растениях, повышая приживаемость растений и их стрессоустойчивость к неблагоприятным условиям среды. Применение данного препарата способствовало повышению эффективности используемых в опыте минеральных и органических удобрений. В микрополевым опыте прибавка при применении Гумимакса по отношению к варианту с водой составила 19 - 20 % на всех удобренных вариантах.

Список источников

1. Банадысев С.А. Семеноводство картофеля: организация, методы, технологии / С.А. Банадысев. – Мн., 2003. – 235 с.
2. Вершинин Б.М. Систему семеноводства необходимо совершенствовать / Б.М. Вершинин, Р.В. Лялько // Картофель и овощи. - 2001. - № 4. - С. 28-29.
3. Влияние регуляторов роста на приживаемость и продуктивность пробирочных растений картофеля после их переноса в грунт теплицы / А.В. Кильчевский, Т.В. Шконович, С.Д. Курганская и др. // Новое в семеноводстве картофеля: материалы науч.-практ. конф. (11-14 июля 2000г., г. Минск). – Мн., 2000. - С.47-48.

4. Деева В. П. Регуляторы роста растений: механизмы действия и использование в агротехнологиях / В. П. Деева. – Мн.: Беларус. наука, 2008. – 133 с.
5. Контроль качества и сертификация семенного картофеля (практическое руководство) / А.М. Мальков, Б.В. Анисимов, Н.В. Трофимов и др. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2003. – 316 с.
6. Котова З.П. Некоторые технологические приемы при выращивании микроклубней в условиях Карелии / З.П. Котова // Картофелеводство в регионах России: Актуальные проблемы науки и практики / ВНИИКХ. - М., 2006. - С. 146-148.

© Левченкова А.Н., Лебедева Н.В., Павлов И.Н., 2022

Научная статья
УДК 633

Агротехнология влагосбережения – новый подход

Алексей Леонидович Лукин, Ольга Борисовна Мараева

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I,
г. Воронеж

Аннотация. Проблема накопления и сохранения влаги в почве является актуальной для получения высоких урожаев сельскохозяйственной продукции в регионах с недостаточным количеством осадков, и Центрально-Черноземный регион (ЦЧР) не является исключением.

В этой связи представляется интересным использование экологически безопасных сорбционных материалов, способных удерживать влагу в прикорневой зоне растений. Обеспечение растений дополнительной влагой и усиление микробиологической активности в прикорневой зоне снизит влияние стресса погодных условий в период вегетации и будет положительно влиять на формирование урожая.

Ключевые слова: влагоудержание, влагоудерживающий полимер, биотестирование, биологическая активность почвы

Abstract. The problem of accumulation and conservation of moisture in the soil is relevant for obtaining high yields of agricultural products in regions with insufficient rainfall, and the Central Black Earth Region (CCR) is no exception.

In this regard, it seems interesting to use environmentally friendly sorption materials capable of retaining moisture in the root zone of plants. Providing plants with additional moisture and increasing microbiological activity in the root zone will reduce the impact of weather stress during the growing season and have a positive effect on crop formation.

Keywords: moisture retention, water-retaining polymer, bioassay, soil biological activity

В настоящее время продолжает оставаться актуальной проблема обеспечения растений доступной влагой в процессе вегетации. Существующие на сегодняшний день технологии направлены на максимальное сбережение и эффективную подачу воды растениям. Однако рентабельность использования различных подходов неодинакова, и наиболее затратным считается использование дождевальных устройств в связи с большим уровнем расхода воды и, как следствие этого, негативным физико-химическим воздействием на почву.

Сегодня представляет интерес применение новых экологически безопасных влагоудерживающих материалов, способных обеспечить запас влаги в корневой системе растений и уменьшить влияние погодных условий в период вегетации.

Для изучения влияния полимера со свойствами суперабсорбента, обогащенного микробиологическим препаратом, на физиологическую активность растений в полевых условиях в Верхнехавском районе Воронежской области (координаты поля 51.800372,40.216045) отбирались образцы почвы типичного чернозема.

Отбор проб производился по стандартной методике, а в таблицах 1 и 2 приведены агрохимические характеристики типичного чернозема.

Таблица 1 – Аналитические характеристики чернозема типичного*

Горизонт	Глубина	Глубина отбора образцов	Гумус	Общий азот	C/N	pH водный
	см		%			
A1a	0-24	0-10	9.6	0.48	11.9	6.8
A1	24-50	40-50	7.5	0.38	11.6	7.0
B1ca	50-96	80-90	4.2	0.21	11.6	8.3
B2ca	96-135	100-110	2.3	0.12	11.6	8.5

Таблица 2 – Агрохимические свойства чернозема типичного

Горизонт	Глубина	Глубина отбора образцов	Подвижные		
			фосфор	калий	азот
	см		мг/100 г почвы		
A1a	0-24	0-10	10.0	15.9	7.8
A1	24-50	40-50	7.0	13.3	6.0

Синтез полимерного материала - сорбента со свойствами суперабсорбента (СА) осуществляли согласно известным методам. Путем добавления неорганических и органических веществ в реакционную массу (4:1 масс) на последнем этапе полимеризации нами получены модификации полимеров. ИК-спектры образцов СА получены на ИК-спектрометре с Фурье-преобразователем *BrukerVertex 70*. [1].

При исследовании полимерного материала, обогащённого микробиологическим препаратом, важной характеристикой является показатель влагоемкости почвы. При этом, наиболее важным является показатель величины «Полной влагоемкости» т.е. максимального количества воды, которое почва может удержать. Для определения показателя полной влагоемкости почвы необходимо предварительно определить ее влажность.

Полимер, обогащенный микробиологическими добавками, можно использовать для повышения микробиологической активности почвы

В этой связи представляет интерес использование микроорганизмов – конкурентов болезнетворных для растений фитопатогенов. Применение этих антогонистов позволило снизить использование химических средств защиты растений и существенно улучшить экологические направления в агротехнологиях. В группе эндофитных микроорганизмов особое внимание уделено бактериям рода *Bacillus*, которые обнаружены в естественных условиях в сосудистой системе здоровых растений. Возможность этих микроорганизмов принимать широкое участие в различных этапах круговорота веществ в природе, высокая степень разнообразия видов обеспечила использование их в защите растений от болезней. [2].

Таблица 3 – Определение влагоёмкости почвы (вес в г)

№ п/п	Вес цилиндра	Вес цилиндра с почвой	Вес почвы	Вес цилиндра с почвой, насыщенной водой			Прибыль в весе (кол-во поглощ. воды)	Кол-во поглощ. воды в%
				1	2	3		
1	159,41	286,41	127	322,5	322,49	322,51	36,09	22,1
2	192,23	319,23	127	384,25	385,11	385,3	65,657	34,1

1–почва без полимера; 2-почва с полимером

Интерес представляет разработка метода доставки эндофитных микроорганизмов, обладающих высокой антагонистической активностью, в прикорневую зону растений. В этой связи бактерии *B. Subtilis* имеют множество ценных свойств:

1. Обладают антагонистическими свойствами к патогенным микроорганизмам (стафилококкам, стрептококкам, сальмонеллам, дрожжевым грибам, протеем) благодаря способности продуцировать антибиотики и подкислять среду обитания;

2. Продуцируют ферменты, деструктирующие продукты органического распада тканей;

3. Синтезируют широкий спектр аминокислот, витаминов и биологически-активных веществ;

4. Способствуют повышению устойчивости растений путем снижения токсического влияния тяжелых металлов (ТМ), образуют фитогормоны, отвечающие за барьерные свойства к действию ТМ.

В настоящее время на основе бактерий рода *B. Subtilis* разработан и широко используется микробиологический препарат «Фитоспорин М», усиливающий защитную функцию растений против грибных и бактериальных болезней на любых культурах промышленного полеводства и в домашних условиях. Действующее вещество: *Bacillus subtilis* 26Д. Использование препарата «Фитоспорин М» в составе влагоудерживающего полимера представляет интерес для оздоровления околосеменного прикорневого пространства, что, в свою очередь, оказывает положительное влияние на физиологическую активность растений. При этом необходимо помнить, что фитоспорин имеет 4 класс опасности для человека (может вызывать слабое раздражение слизистой при контакте с препаратом или раствором) и 3 класс опасности для пчел.

Образцы исходной почвы и почвы, содержащей полимер, обогащенный микробиологическими препаратами, проверялись на показатели фитотоксичности к растительным объектам

Часто в подобных исследованиях используют семена - они обладают повышенной чувствительностью к загрязнению тяжелыми металлами. Этот биоиндикатор отличается быстрым прорастанием и почти 100% всхожестью, которая заметно уменьшается в присутствии загрязнителей. Кроме того, побеги и корни кресс-салата под действием загрязнителей подвергаются заметным морфологическим изменениям (задержка роста и искривление побегов, уменьшение длины и массы корней).

Для оценки полученных результатов биотестирования растений применяется индекс токсичности фактора (ИТФ) (табл.4), который позволяет сравнить все полученные средние значения энергии прорастания, всхожести, длины побегов и корней, массы проростков со средними контрольными показателями:

$$\text{ИТФ} = \text{ТФ}_0 / \text{ТФ}_к,$$

где ТФ_0 – величина показателя в опыте;

$\text{ТФ}_к$ – средняя величина контрольного значения для определения класса токсичности исследуемых почв используют шкалу токсичности (таблица 4).

Таблица 4 – Шкала токсичности фактора

ИТФ	Класс токсичности
>1,10	VI(стимулирующий эффект)
0,91 – 1,10	V– токсичность отсутствует
0,71 – 0,90	IV– слабая токсичность
0,50 – 0,70	III–средняя токсичность
< 0,50	II–высокая токсичность
Среда непригодна для жизни тест-объекта	I–токсичность,приводящая к гибели тест-объекта

При оценке результатов, достоверными считаются результаты, при которых показатели средней длины побегов и корней тестовых растений отличаются от показателей контрольной выборки растений более чем на 20%. Меньшая длина побегов и корней проростков в исследуемой почве свидетельствует о замедлении их роста, а значит, и о возможной токсичности. Если количество проростков в загрязненной почве в несколько раз отличается от контрольных значений, то почва оценивается как сильно загрязненная с высоким уровнем деградации и потерей способности к самоочищению.

В таблице 5 приведены результаты по биотестированию семян редиса на выше приведенные показатели токсичности контрольной почвы и почвы, содержащей полимер.

Таблица 5 –Биотестирование семян в среде полимера, обогащенной микробиологическими препаратами

Опыт по биотестированию								
№ п/п	Вариант	Энергия прорастания 3 сут. (%)	M100 шт.проростков,гр	Индекс токсичности фактора (ИТФ)	Дл.ростка, см	Индекс токсичности фактора (ИТФ)	Дл. Корешка, см	Индекс токсичности фактора (ИТФ)
1	Контр. Вода	100	10,6	-	3,6	-	5,7	-
2	Контр. Почва	100	3,9	-	0,4	-	0,6	-
4	Исходный полимер	100	4,3	1,1/0,4	0,7	1,75/0,19	1,4	2,3/0,25
5	Полимер, обогащенный микробным препаратом	100	11,9	3,05/1,12	4,4	11/1,2	5,3	8,8/0,92

В таблице косой чертой разделены индексы токсичности к почве и к дистиллированной воде.

Как видно из данных табл.4,всепоказатели ИТФ при использовании почвы в качестве контроля имели, в целом, стимулирующий эффект воздействия, а при использовании в качестве абсолютного контроля дистиллированной воды полимер, обогащенный микробиологическим препаратом, продемонстрировал стимулирующий эффект по длине ростка.

На рисунке 1 приведены результаты биотестирования семян на различных субстратах и дистиллированной воде-(абсолютный контроль).

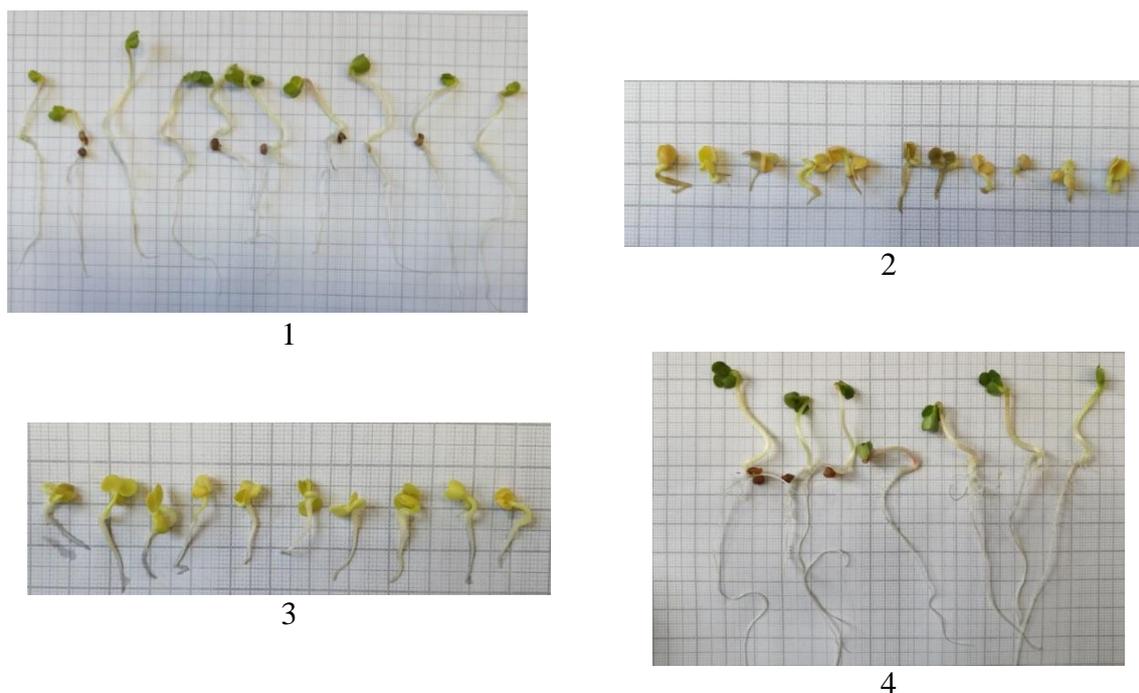


Рисунок 1. Результаты биотестирования различных полимерных материалов

1. Контроль – вода; 2. Контроль-почва; 3. Исходный полимер; 4. Полимер, обогащенный микробиологическим препаратом

При изучении характеристик полимерного материала, обогащенного солями гуминовых кислот, важной сравнительной характеристикой является показатель величины «Полной влагоемкости», который демонстрирует способность почвы удерживать воду с использованием всех влагоудерживающих сил.

Для корректной интерпретации получаемых данных и их последующего сопоставления предварительно определялся показатель влажности почвы методом ее высушивания. Было установлено, что влажность почвы составила – 29,9% на абс.сух.почву. Для установления значения «полной влагоемкости» почвы были использованы несколько вариантов полимера исходного и полимера с содержанием микроорганизмов.

Опыт был спланирован таким образом, чтобы количество полимерного материала со свойствами суперабсорбента было смешано с почвой в дозе 30кг/га. После полного насыщения водой исходных образцов в течение двадцати восьми дней осуществлялся учет изменения влажности почвы. Считается, что за этот период времени происходит изменение основных биометрических показателей растений, а также некоторых биологических показателей почвы (табл.6).

Таблица 6 – Изменение содержания влаги в почве при использовании различных типов полимерного материала

№ п/п	Количество удерживаемой воды,г				
	исходное	7 суток	14 суток	21 суток	28 суток
1	27,99	16,69	11,37	6,53	2,89
2	44,28	24,26	15,38	10,34	7,55
3	47,41	27,57	18,46	13,12	9,27

1. Исходная почва; 2. Исходный полимер; 3. Полимер с микроорганизмами

Как видно по результатам таблицы 6, количество влаги, удерживаемой почвой с различными вариантами полимерного материала, неодинаково. Следует отметить, что все варианты почвы по показателю влагоудержания превысили контрольный образец №1 в 1,4 – 1,7 раза, что позволит создать существенный влагозапас в почве в полевых условиях.

На двадцать восьмые сутки эксперимента разница в количестве удерживаемой влаги, в сравнении с контрольным образцом (№1) составила 2,6-3,2 раза соответственно, что подтверждает пролонгированное действие полимерного материала, которое обеспечит прорастающие семена влагой в критический момент прорастания в условиях весенней засухи.

Кроме того, по истечении времени опыта по влагоудержанию, была измерена величина каталазной активности (мл 0,1М КМnO₄ на1г почвы за 20 мин). Учитывалось выделение углекислого газа, активность различных групп ферментов, как результат физиологической активности микроорганизмов, их численности и соотношения основных групп микроорганизмов, участвующих в процессе минерализации органического вещества почвы.

Увеличение численности микроорганизмов группы, минерализующей органическое вещество, возросло в 1,1 – 1,8 раза, что привело, в конечном итоге, к снижению показателя минерализации, что свидетельствует об активном разрушении доступного органического вещества почвы. Косвенно это подтверждается усилением ферментативной активности почвы.

Таким образом, в результате проведенных исследований были получены результаты, подтверждающие возможность удержания добавочной влаги с помощью полимерного материала, при этом полная влагоемкость почвы возросла почти на 10%. Результаты биотестирования с использованием микробиологического препарата «Фитоспорин М», нанесенного на полимер, продемонстрировали высокий уровень биологической стимуляции прорастающих семян, что подтверждено физиологическими показателями. Уровень физиологического развития проростков семян более, чем в 10 раз превысил контрольные значения.

Кроме того, получены результаты по изменению биологической активности почвы при внесении полимерных материалов. Уровень ферментативной активности почвы увеличился по сравнению с контрольным образцом в 1,3 раза.

Список источников

1.Лукин А.Л. Влагоудерживающий полимерный композит обогащенный гуминовыми кислотами. А.Л. Лукин, О.Б. Мараева, В.А. Кузнецов, В.Н. Семенов, В.Ф. Селеменев, И.В. Останкова, П.О. Кушев. //Матер. VIIмеждунар.Конф-конкурса «Инновации в области химии и технологии высокомолекулярных соединений». Воронеж, «Научнаякнига» 2019, 143-147с.

2.Лукин А.Л. Влияние влагоудерживающего сорбента на показатель густоты стояния растений озимой пшеницы / А.Л. Лукин, Н.В. Подлесных, Т.П. Некрасова // Управление инновационным развитием аграрного сервиса России: материалы национальной научно-практической конференции (15 сентября 2020 г.). – Воронеж: ФГБОУ ВО: Воронежский ГАУ, 2020. –С.227-232.

© Лукин А.Л., Мараева О.Б., 2022

Научная статья
УДК 633.152:631.516

Дискование как элемент ресурсосберегающей технологии mini-till при возделывании кукурузы на корнаж

Максим Романович Малишевский
ФГБОУ ВО Нижегородская ГСХА,
г. Нижний Новгород

Научный руководитель: **Валентин Васильевич Ивенин**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры Земледелия и растениеводства, ФГБОУ ВО Нижегородская ГСХА, г. Нижний Новгород

Аннотация. Для развития отечественного животноводства необходима прочная кормовая база. Перспективной технологией является скармливание КРС корнажа. Данный вид корма состоит из сплюснутых початков и части стебля кукурузы. При возделывании данного растения в хозяйстве ТНВ 'Михеев и Компания' основной технологией для возделывания кукурузы является Mini-Till. Технология Mini-Till предполагает поверхностную обработку почвы. Кукуруза очень отзывчива на дискование почвы и внесение навоза. Это дает существенную прибавку урожая корнажной массы и увеличивает прибыльность деятельности предприятия. Данная работа посвящена закреплению необходимости проведения поверхностной обработки почвы при выращивании кукурузы, в частности возделывания на корнаж.

Ключевые слова: кукуруза, корнаж, дискование, технология возделывания, урожайность, Mini-Till

Disking as an element of the resource-saving mini-till technology when cultivating corn for cornage

Maxim Romanovich Malishevsky

Nizhny Novgorod State Agricultural Academy,

Nizhny Novgorod

scientific supervisor: **Valentin Vasilyevich Ivenin**, Doctor of Agricultural Sciences,

Professor of the Department of Agriculture and Crop Production, Nizhny Novgorod State Agricultural Academy,

Nizhny Novgorod

Abstract. For the development of domestic animal husbandry, a solid feed base is needed. A promising technology is the feeding of cornage cattle. This type of feed consists of flattened ears and part of a corn stalk. When cultivating this plant in the TNV farm 'Mikheev and Company' the main technology for corn cultivation is Mini-Till. Mini-Till technology involves surface tillage. Corn is very responsive to soil disking and manure application. This gives a significant increase in the yield of cornage and increases the profitability of the enterprise. This work is devoted to fixing the need for surface tillage when growing corn, in particular cornage cultivation.

Keywords: maize, cornage, disking, cultivation technology, yield, Mini-Till

Введение. На современном этапе экономического развития страны, для того чтобы отечественное животноводство стало рентабельным, конкурентоспособным и обеспечивало продовольственную независимость, необходимо добиться его высокой продуктивности. Повышение продуктивности неразрывно связано с экономикой производства [1].

Первую и самую важную роль играют корма для КРС. Перспективной является технология скармливания крупному рогатому скоту корнажа. Впервые технология производства кукурузного корнажа была освоена в Германии. Кукурузу собирают в початках, измельчают в барабане, затем плющат. Плющение улучшает вкусовые качества зерна и повышает питательную ценность углеводного и протеинового комплексов. Подготовленная зерноотрубневая смесь далее силосуется. Полученный в итоге корм характеризуется высокой кормовой ценностью, питательность которого близка к концентрированным кормам [2 – 4].

Включение кукурузного зерна в рационы молочных коров благоприятно отражается на продуктивных показателях и здоровье животных [5 – 8].

Грамотный подход в возделывании кукурузы для нужд кормопроизводства позволяет получать хорошие урожаи зелёной и зерновой массы [9 – 11].

На сегодняшний день существующий уровень культуры земледелия и степень интенсификации сельскохозяйственного производства в России определяют возможности применения различных приемов и систем ресурсосбережения при возделывании сельскохозяйственных культур [12].

Одной из ресурсосберегающих технологий является технология Mini-Till. Данная технология подразумевает под собой минимальную, то есть поверхностную обработку почвы. Именно данная технология является основной для выращивания кукурузы в хозяйстве ТНВ 'Михеев и Компания', Бутурлинского района, Нижегородской области. На производственной площадке этого хозяйства проводилось изучение влияния дискования верхнего слоя почвы на рост, развитие и урожайность кукурузы.

Методика исследования. В качестве объекта исследования использовали посеы кукурузы (*Zea mays*), сорт «Дорка».

Почвы серые-лесные, типичные для нечерноземья Волго-вятского региона.

Климатические условия были благоприятными, оптимальная влажность и температура воздуха.

Схема опыта состояла из 3-х вариантов. В каждом варианте 4 делянки по 5 га. Общая площадь, отведенная для исследования, составила 60 га.

Схема:

К-контроль, без дискования и внесения навоза 4*5;

О1- опыт 1, только с дискованием 4*5;

О2-опыт 2, дискование, внесение навоза в норме 200т/га, после дискование в два следа 4*5.

Технология возделывания. Поэтапно, для О2:

Осенью

1) Дискование на глубину 10 см, через 2 недели после уборки предшественника

2) Внесение навоза КРС, 200т/га

3) Дискование на глубину 8 см

Весной:

4) Боронование для закрытия влаги

5) Сев с внесением аммиачной селитры и диаммофоса

6) Боронование для устранения гребней

7) Хим. Прополка (торнадо/адыю)

8) Подкормка аммиачной селитрой

9) Хим. Прополка (каamelot)

10) Хим. Прополка (кассиус)

11) Уборка

Для О1 отсутствуют пункты 1 и 2. Для К отсутствуют пункты 1-3.

Данные по урожайности были обработаны математически методом дисперсионного анализа [13].

Результаты и их обсуждение. В процессе вегетации были собраны данные о ходе роста растений. Перед уборкой были собраны и взвешены початки. Для всех участков была высчитана урожайность.

Таблица 1 – Фенологические наблюдения

	19.07	21.07	25.07	28.07	01.08	05.08
К	142	146	160	179	186	197
О1	145	154	173	185	210	222
О2	142	147	200	230	257	264

В таблице 1 отображены средние данные фенологических наблюдений за ходом роста растений. Видно, что растения на делянках К и О1 в первые дни наблюдения были на одном уровне, а после 21.07 растения на делянках О2 быстро набрали высоту. Это можно объяснить

развитием у них воздушных корней, которые образовались в более рыхлой и питательной почве на делянка О2.

Минимальная длина стебля кукурузы зафиксирована на контроле и составила 197 см. Максимальная длина стебля была на участке О2 со схемой осенних операций: дискование - внесение навоза - дискование. Средние показатели были зафиксированы на участке О1.

Таблица 2 – Показатели урожайности кукурузы

Опыт	Средняя масса 1 початка, г				Среднее значение, г	Урожайность корняжной массы, ц/га				Среднее значение, ц/га
	231	239	224	230		100	98	99	107	
К	231	239	224	230	231	100	98	99	107	101
О1	263	261	240	256	255	120	123	130	131	126
О2	316	334	326	300	319	140	135	127	130	133
НСР 05	-				61,9	-				13,3
НСР 01	-				89	-				19,1

В таблице 2 представлены средние данные по урожайности с каждой делянки. Средняя масса 1 початка на контроле составила 231г, что является минимальным значением. О1 и О2 дали 255г и 319 соответственно. По урожайности данные показали очевидное преимущество внесения навоза с двойным дискованием осенью, именно на этом варианте удалось получить максимальную урожайность – 140ц/га корняжной массы. Минимальное значение урожайности было зафиксировано на контрольном варианте без осенних операций – 98ц/га. Средние показания по урожайности для вариантов опыта К, О1 и О2 – 101, 126 и 133 ц/га соответственно.

Экономические показатели. Для расчета стоимости проведения осенних полевых работ, таких как дискование и внесение навоза КРС, были взяты данные учета в хозяйстве ТНВ Михеев и компания”. Затраты на внесение навоза КРС на поля были уже рассчитаны специалистами хозяйства и составили 2352руб/га.

На основе бухгалтерских данных хозяйства ТНВ “Михеев и компания” была высчитана стоимость дискования, в расчете на 1 га. Данные по расчетам представлены в таблице №3.

Таблица 3 – Расчёт стоимости проведение дискования в один след трактор John Deer в сцепке с дискатором Lemken “РУБИН” в хозяйстве ТНВ “Михеев и Компания”

Затраты:	Стоимость 1 смены/10 ч/55 га, руб.	Стоимость 1 га
Амортизация техники Трактор John deer	32000	625,45
Дискатор Lemken ‘РУБИН’	2400	
Затраты на запчасти:	16000	312,72
	1200	
Расход топлива	17720,5	322,19
Зарплата	3500	63,63
Общее:	72820,5	1324

Из таблицы 3 видим, что обработка 1 га путем дискования обходиться хозяйству в 1324 руб.

Касательно рентабельности производства корнажа, дело обстоит следующим образом:

Таблица 4 – Экономические показатели возделывания кукурузы на корнаж

Показатели	Контроль	Опыт 1	Опыт 2
Урожайность ц/га	101	126	133
Затраты на 1 га, руб.	121200	122524	126200
Себестоимость 1 кг корнажа, руб.	12	9,7	9,5
Стоимость 1 кг корнажа, руб.	14	14	14
Прибыль с 1 га, руб.	20200	54180	59850
Рентабельность, %	16,6	44,2	47,4

Приведенные в таблице №4 экономические расчеты свидетельствуют об однозначной необходимости в проведении дискования при возделывании кукурузы на корнаж по технологии Mini-Till. Вариант О2 с дополнительными осенними операциями дискование - внесение навоза- дискование показали наибольшую рентабельность – 47,4 %. Опыт О1 с одним только дискованием также показал отличные результаты, рентабельность составила 44,2 %.

Выводы.

1. На опыте О2 со схемой осенней обработки почвы: дискование-внесение навоза-дискование, растения сначала находятся на одном уровне с опытом К, но потом быстро набирают в росте.

2. Дискование и внесение навозу существенно влияет на массу початков кукурузы. Разница початков с опытов О1 и О2 по сравнению с контролем 24 и 88г соответственно. Максимальная масса початка кукурузы зафиксирована на опыте О2 и составила 334г.

3. Проведенное дискование почвы существенно влияет на прибавку урожая кукурузы на корнажную массу. Так на опытах с дискование О1 и О2 средняя урожайность составила 126 и 133 ц/га соответственно.

4. Стоимость проведения дискования в 1 след для хозяйства ТНВ “Михеев и компания” составляет 1324 руб/га.

5. Наибольшую выгоду с гектара можно получить при возделывании кукурузы с проведенными осенью операциями: дискование-внесение навоза- дискование. Рентабельность составила 47,4 %. Максимальная прибыль с 1 га была зафиксирована при опыте О2 и составила 59850 руб. Минимальная прибыль наблюдалась в контрольном варианте – 20200 руб.

6. Рекомендация для хозяйств: при не имении возможности проведения осенних операций по схеме: дискование-внесение навоза-дискование, рекомендуется проводить дискование в 1 след.

Список источников

1. Фаритов, Т. А. Корма и кормовые добавки для животных : учебное пособие / Т. А. Фаритов. — Санкт-Петербург : Лань, 2022.

2. Zinovenko A.L., Pilyuk N.V. Technological features of corn cornage harvesting. Zootechnic Science of Belarus. 2015; 6(3): 267-275.

3. Shundeev A.I. When all the grain is in the case. Compound feed. 2020; 5: 52-54.

4. Idrisov R.A., Gainullina M.K., Shakirov Sh.K. Chemical composition and nutritional value of corn cornage when using biopreservatives // Science of the young – the future of Russia: coll. scientific Art. 4th Intern. scientific conf. / Rev. ed. A.A. Gorokhov. Kursk, 2019. P. 263-265.

5. Влияние консервированного зерна, заготовленного с использованием консервантов на молочную продуктивность / А.Л. Зиновенко, Е.П. Ходаренок, А.П. Шууголеева и др. // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. 2016. No 19 (1). С. 94 – 103.

6. Пушкарев И.А., Косарев А.П., Киреева К.В.

Влажное дроблёное зерно кукурузы в кормлении дойных коров и его влияние на физико-химический состав мо-лока // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2018. No 6 (164). С. 138 – 143.

7. Киреева К.В. Результативность производства молока при введении в рацион сухостойных коров и наразное влажного плющеного зерна кукурузы // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2020. No 9 (191). С. 76 – 81.

8. Оноприенко Н.А., Оноприенко В.В. Влияние консервированного плющеного зерна кукурузы на молочную продуктивность коров // Сборник трудов Краснодарского научного центра по зоотехнии и ветеринарии. 2017. Т. 6. No 3. С. 125 – 129.

9. Современное кормопроизводство Урала. Моно-графия / Н.Н. Зезин, А.Э. Панфилов, А.Е. Нагибини др. / Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр УрОРАН, Уральский научно-исследовательский институт сельского хозяйства. Екатеринбург, 2019. 265 с.

10. Лухменёв В.П. Зерновая продуктивность гибридов кукурузы в Поволжье и на Южном Урале // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2018. No 2 (70). С. 59 – 66.

11. Продукционный процесс гибридов кукурузы и оценка их адаптивных свойств / Валиуллина Р.Д., Коконов С.И., Никитин А.А. и др. // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2019. No 5 (75). С. 102 – 105.

12. Влияние удобрений с микроэлементами на повышение эффективности элементов технологии при возделывании картофеля

в условиях Волго-Вятского региона: монография / Ивенин В.В., Ивенин, А.В., Саков А.П., Бахметьева А.Н./ Нижний Новгород, 2014г., -134с.

13. Доспехов, Б.А. Методика опытного дела / Б.А. Доспехов. – Москва: Колос, 1985 – 416 с

© Малишевский М.Р., Ивенин В.В., 2022

Научная статья
УДК 631.452

Геоинформационная оценка динамики количественного изменения пахотных земель (на примере Краснокутского муниципального района Саратовской области)

Молочко Анна Вячеславовна

ФГБОУ ВО Саратовский национальный исследовательский государственный университет
имени Н.Г. Чернышевского,
г. Саратов

Аннотация. В статье представлен пример использования ГИС-технологий, в частности геоинформационного картографирования для оценки динамики изменения сельскохозяйственных земель Краснокутского муниципального района Саратовской области.

Ключевые слова: ГИС-технологии, сельское хозяйство, пашня, картографическая визуализация, Саратовская область

Geoinformation assessment of the dynamics of quantitative changes in arable land (on the example of the Krasnokutskiy municipal district of the Saratov region)

Molochko Anna Vyacheslavovna
Saratov State University

Abstract. The article presents an example of the use of GIS technologies, in particular geoinformation mapping to assess the dynamics of changes in agricultural land in the Krasnokutskiy municipal district of the Saratov region.

Key words: GIS technologies, agriculture, arable land, cartographic visualization, Saratov region

Краснокутский район расположен на юге Саратовского Заволжья. Его территория занимает часть средней области низкой Сыртовой равнины, долины р. Еруслан и его притоков и притоков р. Большой Караман [1-3].

Район расположен в подзонах типичной и сухой степи. Здесь сформировались темно-каштановые и каштановые карбонатные почвы. Типчаково-ковыльные степи были распаханы, и ныне в районе доминируют сельскохозяйственные ландшафты [1-3].

На территории сельского муниципального образования развита водная эрозия почв, способствующая потери плодородия и уменьшению гумусового горизонта. [1]. Эти факторы, безусловно, оказывают существенное влияние на состояние земельного фонда и собственно сельское хозяйство района в целом.

Краснокутский район - это один из крупных сельскохозяйственных районов Саратовской области с основной специализацией на производство зерна и продукции животноводства. Занимая 2.9% территории области, район производит 3.7% продукции ее сельского хозяйства (8 место). В районе расположены два опытно-производственных хозяйства и Краснокутская государственная селекционная станция [2].

Пашня составляет 70% всей площади района. Краснокутский муниципальный район является одним из крупнейших сельскохозяйственных районов Саратовской области.

Развитие сельского хозяйства является одним из важнейших направлений социально-экономического развития Краснокутского муниципального района.

Уровень сельскохозяйственного производства в настоящее время не только удовлетворяет потребности населения района в продуктах питания, но и позволяет Краснокутскому району входить в число важнейших сельхозтоваропроизводителей Саратовской области.

Обеспеченность пашней здесь высокая, используется практически вся пашня (95%) [2].

Земельный фонд Краснокутского района составляет около 30 000 га. Сельскохозяйственные угодья в его составе занимают 15,750 тыс.га. Основу сельскохозяйственных угодий представляет пашня, на долю которой приходится около 43,9% всей земельной площади поселения и 83,5% сельхозугодий. Значительные площади — 15,8% занимают естественные кормовые угодья (пастбища и сенокосы). В крестьянских (фермерских) хозяйствах 86,3% сельхозугодий приходится на пашню и лишь 13,7% — на естественные кормовые угодья. В личных подсобных хозяйствах так же высока доля пашни (56,7%), при доле пастбищ и сенокосов — 22%. Последние имеют статус земель граждан для выпаса и сенокосов. Из ведущих производственную деятельность крестьянских (фермерских) хозяйств большинство специализируются на возделывании земледельческих культур и только некоторые — сочетают растениеводство с животноводством, и ни одно хозяйство не имеет чисто животноводческую специализацию [2].

Крестьянские (фермерские) хозяйства достаточно крупные, средний размер хозяйства — 535 га; всего земель — 83.7 тыс. га.

Учет и анализ динамики изменения размера пашни, а также наглядную визуализацию структуры сельскохозяйственного землепользования целесообразно проводить с использованием возможностей ГИС. Географические информационные системы — универсальный инструмент позволяющий потребителям, землевладельцам, администрациям в режиме близком к реальному времени следить, визуализировать, проводить мониторинг состояния, развития и использования территории любого муниципалитета. Возрастает важность и значимость подобного инструмента при их использовании в сельском хозяйстве, особенно в рамках стратегии цифровой экономики и точечного земледелия [5-7].

На базе ГИС открытого типа была построена серия графических моделей, дающая возможность оценить текущее использование территории Краснокутского района, провести

анализ динамики изменения пашни в общем использовании земель, изменения площади используемой и неиспользуемой пашни и пастбищ, оценить структуру землепользования и др [5-7] (рис.1, 2).

Анализ моделей дает возможность сделать следующие выводы:

1. Площадь пашни за исследуемый временной интервал практически не изменилась, не смотря на тенденции к ухудшению экологического состояния территории района.

2. Доля пашни в общем использовании земель также практически не поменялась ни в одном из муниципальных образований (МО). Исключением составляет Краснокутское МО. Незначительный рост доли пашни наблюдается в Первомайском, Лебедевском и Дьяковском МО (рис.1).

3. Площадь неиспользуемой пашни в основном по муниципальным образованиям района уменьшилась. Наибольшие показатели можно выделить для Усатовского и Интернационального МО. А вот площадь пастбищ для большинства муниципальных образований показала существенное снижение, неизменной она осталась (за последние 3 года по сравнению с 2007 годом) для Дьяковского, Журавлевского и Интернационального МО (рис.1).

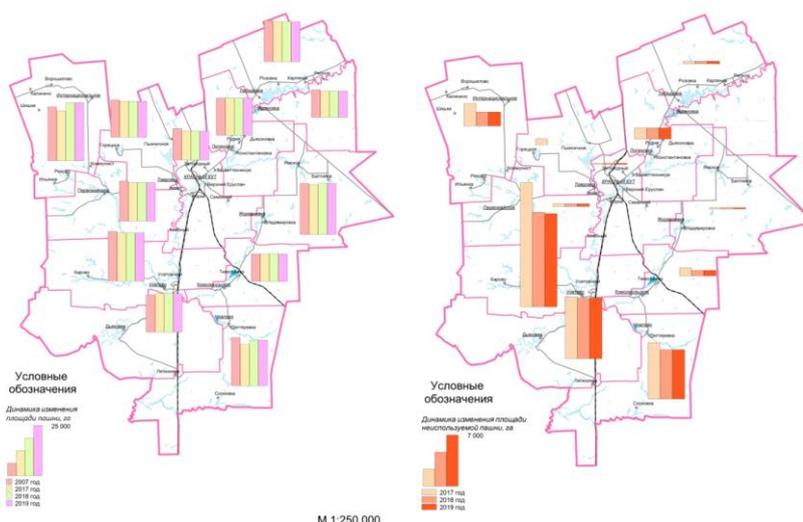


Рисунок 1. Изменение площади используемой и неиспользуемой пашни территории муниципальных образований Краснокутского района (2007 г., 2017-2019 гг.)

4. Сама территория района в сельскохозяйственном использовании имеет явно выраженный перевес в сторону пахотных угодий (рис. 2).

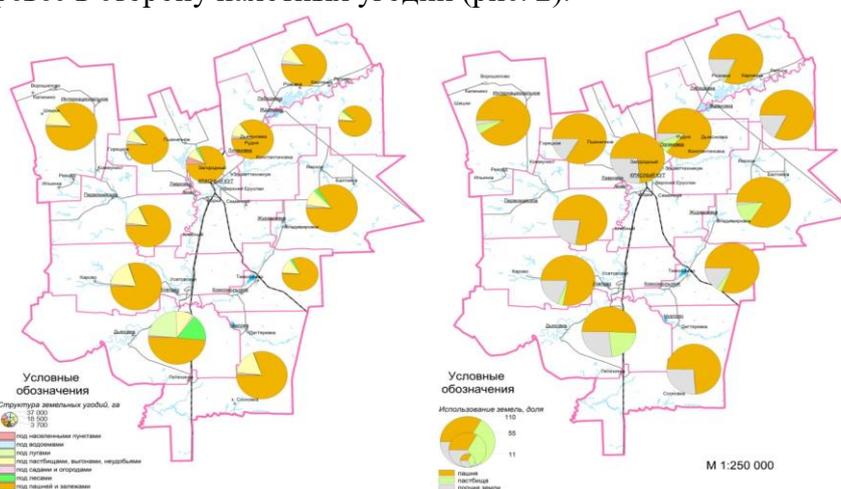


Рисунок 1. Структура землепользования территории муниципальных образований Краснокутского района (2007 г. и 2019 г.)

Использование современных информационных технологий, в частности, ГИС позволяют не только организовывать картографический мониторинг состояния земель сельскохозяйственного назначения, но и в комплексе с другими мероприятиями стратегии цифрового сельского хозяйства предотвращать деградацию земель сельхоз назначения, рационально использовать сельскохозяйственные территории, повышать валовые сбор продукции растениеводства, тем самым обеспечивая устойчивое развитие региона [7].

Список источников

1. Схема территориального планирования Краснокутского муниципального района Саратовской области : в 3 т.Т. 1. Общая характеристика района. 2007. 93 с.
2. Ландшафтное районирование Саратовской области . - Саратов: изд-во «Технодекор», ИП Кирсанов М.В., 2019. – 77 с.
3. Ландшафтное районирование муниципальных районов Саратовской области. Атлас: уч.пособие. - Саратов: изд-во «Технодекор», ИП Кирсанов М.В., 2019. – 60 с.
4. Схема территориального планирования Краснокутского муниципального района Саратовской области : в 3 т.Т. 2. Проектные предложения по территориальному развитию района. 2007. 175 с.
5. Географические информационные системы в территориальном планировании и управлении: методические указания к выполнению лабораторных и самостоятельных работ / А.В. Молочко, В.А. Гусев, Д.П. Хворостухин. – Саратов: ИЦ «Наука», 2016 – 96 с.
6. Молочко А.В., Клепикова А.А., Тарбаев В.А. Опыт внедрения элементов цифрового сельского хозяйства в геоинформационную оценку неблагоприятных природных факторов, способных оказать влияние на устойчивость аграрного природопользования // Геоинформационные технологии в мониторинге и использовании земельных ресурсов: коллективная монография / под общей редакцией А.И. Чурсина, Н.Н. Солодкова. – Пенза: ПГУАС, 2019 – С. 16-25.
7. Молочко А.В., Гусев В.А. Разработка концепции геоинформационной системы по управлению агропромышленным комплексом Саратовской области (ГИС-АПК Саратовской области) // Вавиловские чтения – 2013: Сборник статей межд.науч.-практ. конф., посвященной 126-й годовщине со дня рождения академика Н.И. Вавилова и 100-летию Саратовского ГАУ. - Саратов, Буква, 2013 . – С. 202-204.

© Молочко А.В., 2022

Научная статья
УДК 633.11 631.8

Оптимизация условий произрастания озимой пшеницы по различным предшественникам на каштановой почве

Молчанова Надежда Петровна

канд. с.-х. наук, доцент

Кулахметов Руслан Ибрагимович

Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов

Аннотация. В статье изучили условия произрастания озимой пшеницы по различным предшественникам.

Ключевые слова: озимая пшеница, засоренность, густота стояния

Одним из резервов повышения урожайности озимой пшеницы, увеличения валового дохода является применение прогрессивной технологии ее выращивания, разработанной с учетом культуры земледелия, предшественника и агротехники.

Эффективность занятых паров, как предшественников озимой пшеницы весьма неоднозначна в разных районах Поволжья. Значение их уменьшается при движении с северо-запада на юго-восток зоны. Наиболее положительную роль чистый пар играет в лесостепи. Хорошо очищая почву от сорняков, являясь отличными предшественниками для яровых и озимых культур, занятые пары позволяют получать большое количество зерновой и кормовой продукции. Замена чистых паров занятыми является одним из важных условий рационального использования пахотных угодий.

Озимая пшеница способна давать в Поволжье урожай значительно выше, чем другие зерновые культуры. Но для получения высоких урожаев нужно соблюдать агротехнические приемы. Например, исключительно большое значение имеет место озимой пшеницы в севообороте.

Экспериментальные исследования проводились на опытном поле Советского района Саратовской области в течение 2021–2022 гг.

Место исследования обуславливается недостаточным увлажнением. Гидротермический коэффициент равен 0,6–0,7. За год выпадает 300–350 мм осадков, за вегетационный период 108–114 мм. Продолжительность безморозного периода около– 140 дней.

Имея большую приспособленность к условиям произрастания жизни культурных растений, сорняки в отдельные периоды развития озимой пшеницы резко снижают запасы влаги и питательных веществ в почве, тем самым отрицательно влияя на урожай возделываемой культуры. Поэтому, чистота полей и борьба с сорняками позволяют культурным растениям полнее использовать факторы жизни и повышать свою продуктивность. Большую роль в снижении засоренности посевов играют различные предшественники.

Таблица 1 – Засоренность посевов озимой пшеницы

Предшественники	Количество сорняков, шт. м ²			Масса сухих сорняков, г/м ²		
	всего	В том числе		всего	В том числе	
		мало-летних	много-летних		мало-летних	много-летних
Пар чистый (контроль)	18	14	4	5,5	2,0	3,5
Горох (на зерно)	20	14	6	6,3	2,1	4,2
Кукуруза (на силос)	27	22	5	9,0	3,5	5,5

Посевы озимой пшеницы по занятому пару и непаровому предшественнику были больше засорены, чем посевы после чистого пара. Подавляющим количеством среди многолетних сорных растений были: осот розовый, вьюнок полевой; а из малолетних: марь белая, овсюг, щирица обыкновенная. Из выше изложенного следует, что чистые пары как предшественники под озимую пшеницу при правильной агротехнике наиболее эффективны в борьбе с сорняками.

Определение густоты посева озимой пшеницы даёт возможность производителям сельскохозяйственной продукции определить остальные структурные элементы урожая. Что даёт возможность максимально точно спрогнозировать урожайность культуры, а следовательно - рассчитать потенциальную прибыль, которую они получают.

Таблица 2 – Густота всходов озимой пшеницы по различным предшественникам

Предшественники	Количество всходов (шт./м ²)
1. Пар чистый (контроль)	384
2. Горох (на зерно)	376
3. Кукуруза (на силос)	370

Из данных таблицы следует, что наиболее густые всходы были на пшенице, посеянной по чистому пару, несколько ниже по гороху и кукурузе. Важное значение имели для формирования продуктивности растений озимых культур процессы кущения и укоренения.

Проводился учет фактической урожайности путем взвешивания зерна с каждой делянки. Из таблицы 3 видно, что самая высокая урожайность озимой пшеницы «Саратовская 90» была получена на варианте после чистого пара и составила 1,5 т/га.

Таблица 3 – Урожайность основной продукции озимой пшеницы 2021 г.

№	Предшественники	Урожайность зерна, т/га	Отклонение от пара чистого т/га
1	Пар чистый (контроль)	1,50	-
2	Горох (на зерно)	1,27	-0,13
3	Кукуруза (на силос)	1,00	-0,50
НСР ₀₅ 0,204 F _φ = 23,1			

На варианте, где предшественником был горох, урожайность основной продукции озимой пшеницы составила 1,27 т/га, это меньше, чем на варианте, где использовался чистый пар на 0,13 т/га.

После кукурузы на силос урожайность основной продукции озимой пшеницы составила 1,0 т/га, это меньше, чем на варианте с чистым паром на 0,5 т/га и на 0,27 т/га, чем на варианте, где предшественником был горох.

На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы, что для гарантированного получения урожая озимой пшеницы необходимо размещать ее посеvy после чистого пара, о чём свидетельствует результат наших исследований.

Список источников

1. Власова, О.И., Эффективность использования биопрепаратов при возделывании озимой пшеницы / О.И. Власова, Е.А. Данилец, В.М. Передериева, И.А. Вольтерс // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). - Краснодар: КубГАУ, 2019.

2. Данилец, Е.А. Влияние звеньев полевого севооборота на биологические факторы плодородия почвы / Е.А. Данилец, О.И. Власова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. - 2019. - № 3 (55). - С. 184-191.

3. Петрова, А.М. Влияние предшественника на продуктивность озимой пшеницы / А.М. Петрова // Академия педагогических идей «Новация». Серия: Студенческий научный вестник. - 2019. - № 1. - С. 282-292.

**Оценка продуктивности озимой пшеницы в различных севооборотах Прикумской
ОСС-филиал ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ» в сухостепной зоне Ставрополья**

Молчанова Надежда Петровна

Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии
и инженерии имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов

Прохорова Иванна Владимировна, Ходжаева Нина Артемовна

Прикумская опытно-селекционной станция
филиал ФГНУ «Северо-Кавказский федеральный
научный аграрный центр»

Аннотация. В статье приводится анализ влияния севооборотов на урожайность озимой пшеницы.

Ключевые слова: севооборот, урожайность, озимая пшеница, предшественник, погодные условия

Цель исследования - определение продуктивности озимой пшеницы по различным предшественникам в зависимости от изменения погодных условий.

Исследования проводились Прикумской ОСС - филиал ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ». Почва участка каштановая, характеризуется средней обеспеченностью фосфора - 24 мг/кг, повышенной калием - 400 мг/кг, средней нитратным азотом - 12-16 мг/кг и низкой нитрификационной способностью - 7-10 мг/кг, исходная плотность 1,1-1,2 г/см³, содержание гумуса - в пахотном слое - 1,33 %.

На изучаемом опыте прошло 8 ротаций, что позволяет провести сравнительную оценку эффективности севооборотов в зависимости от погодных факторов и предшественников.

При анализе данных, полученных в течение трех лет, с 2019 по 2022 годы, можно сделать выводы.

2019-2020 сельскохозяйственный год сложился засушливым. Посев озимой пшеницы проведен 01.10.2019 года. Полные всходы - 20.10.2019 г на чистом паре, 25.10.2019 г занятом паре и кукурузе. Выход в трубку - 25.04.2020 г. и 30.04.2020 г., соответственно. Колошение наступило 03.05.2020 г. по паровому предшественнику и 10.05.2020 г. по занятому пару и кукурузе. Полная спелость была отмечена 18.06.2020 г.

В 2020-2021 сельскохозяйственном году сложилась сухая осень, зима, весна и лето были достаточно влажными. Посев озимой пшеницы был проведен 08.10.2020 года, всходы осенью появились редкие только по чистому пару. Полные всходы были отмечены одновременные по всем предшественникам в феврале. Выход в трубку 18.04.2021 г. Колошение наступило 18.05.2021 г. Полная спелость была отмечена 28.06.2021 г. Уборка состоялась 04.07.2021 г.

В 2021-2022 сельскохозяйственном году осень была дождливая, посев проведен 11.10.2021 года. Всходы осенью были дружными по всем предшественникам 20.10.2021 года. Однако из-за недостатка влаги зимой и холодной весны развитие посевов по различным предшественникам значительно отличалось по кущению, густоте стояния и высоте растений. Колошение наступило 11.05.2022 года. Полная спелость была отмечена 26.06.2021 г. Уборка состоялась 04.07.2021 г.

Таблица 3 – Урожайность по предшественникам озимой пшеницы Идиллия на удобренном и удобренном фоне в 2020, 2021 и 2022 году

Предшественник	Фон	2020 год	2021 год	2022 год
Чистый пар	н/уд.	2,7	2,4	3,6
	удоб.	2,9	3,1	4,1
Занятый пар (эспарцет на з/м)	н/уд.	2,7	2,3	3,0
	удоб.	3,0	2,5	3,3
Горох на з/м	н/уд.	1,4	1,8	3,2
	удоб.	1,5	2,4	4,0
Кукуруза на з/к	н/уд.	0,8	1,7	1,2
	удоб.	1,0	2,4	2,2
Озимая пшеница (полупар)	н/уд.	0,6	1,3	1,2
	удоб.	0,7	2,0	2,1

Из данных, приведенных в таблице 3 наглядно видно, что урожайность озимой пшеницы отличается не только по годам, но и в зависимости от предшественников и фона удобрений.



Рисунок 3. График урожайности озимой пшеницы Идиллия за 2020-2022 гг.

На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы, что лучшими предшественниками в условиях засушливой зоны для озимой пшеницы являются чистый, занятый пар и горох на з/м. Проведенные наблюдения свидетельствуют о том, что чистые пары имеют преимущество в сравнении с занятым паром.

В связи с изменением климатических условий в сторону потепления в засушливой зоне Ставропольского края стали больше наблюдаться длительные засушливые периоды в осеннее и летнее время. Все это сказалось на урожае сельскохозяйственных культур. Засушливая зона превращается в зону рискованного земледелия.

Список источников

1. Севооборот и его значение в повышении плодородия почвы и защите почв от эрозии. Практическое руководство для фермеров опубликовано Продовольственной и сельскохозяйственной организацией Объединенных Наций и Общественным фондом “Центр обучения, консультации и инновации” Бишкек- 2018.
2. Кулинцев В.В., Годунова Е.И., Желнакова Л.И. [и др.] Система земледелия нового поколения Ставропольского края. Ставрополь: Агрус, 2013. 520 с.
3. Хрипунов А.И. Агроклиматические факторы и урожайность озимой пшеницы в Ставропольском крае /А.И.Хрипунов, Е.Н. Общия, Н.С. Лебедева, С.А. Лиходиевская//Бюллетень СНИИСХ. 2017 № 9 С.224-230.

Выращивание грецкого ореха в условиях Саратовской области

Панфилов А.В., Еськов И.Д., Рябушкин Ю.Б., Попов В.Г., Рязанцев Н.В.

Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии
и инженерии имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов

Аннотация. В статье обобщены условия роста и развития грецкого ореха в Саратовской области и представлены результаты исследований по выращиванию разных сортов в зависимости от орошения и обработки растений препаратом, созданного на основе органо-микроэлементного комплекса.

Ключевые слова: грецкий орех, орошение, сорт, растение, органо-микроэлементного комплекса

Walnut cultivation in the conditions of the Saratov region

Panfilov A.V., Eskov I.D., Ryabushkin Yu.B., Popov V.G., Ryazantsev N.V.

Saratov State University of genetics, biotechnology and engineering
named after N.I. Vavilov, Saratov

Abstract. The article summarizes the conditions for the growth and development of walnut in the Saratov region and presents the results of research on the cultivation of different varieties depending on irrigation and treatment of plants with a preparation created on the basis of an organo-trace element complex.

Keywords: walnut, irrigation, variety, plant, organo-microelement complex

Грецкий орех – *Juglans regia* L. относится к роду *Juglans*, входящему в семейство ореховых – *Juglandaceae* Lindl. Дерево с выраженным стволом и мощными скелетными ветвями, достигающее высоты 30 м при диаметре ствола 80-150 см. Кора растения светло-серая. Почки на концах однолетних побегов очень крупные, до 0,8 и 0,6 см шириной. Листья крупные, сложные, состоят из 5-9, непарноперистые, сверху голые, снизу клочковато-шерстные, до 54 см. Плод – ложная костянка от округлой до удлинённой формы, с мясистой опушенной или голой зеленой наружной оболочкой и деревянистым эндокардом. Плод внутри разделен двумя или четырьмя неполными перегородками.

Из-за полиморфности грецкого ореха, при семенном размножении, четкие признаки могут сильно варьировать. Корневая система стержневая, сильно развитая, значительно превышающая по распространению в горизонтальном направлении размеры кроны и проникает глубоко в почву.

Грецкий орех – быстрорастущая светолюбивая листопадная порода. Уже в однолетнем возрасте сеянцы достигают высоты 50 см. Активный рост побегов отмечается в начале вегетации. Уже в июле рост побегов замедляется, а в середине-конце августа заканчивается с образованием верхушечной почки. Орех грецкий размножается орехами и окулировкой сеянцев.

Внешняя среда оказывает большое влияние на рост и развитие. Грецкий орех – теплолюбивая плодовая культура. Поэтому наиболее благоприятной для его возделывания является зона, там, где минусовые температуры редко падают ниже 20°C. В местах естественного произрастания грецкого ореха среднегодовая температура колеблется в

пределах +8,+10°C, безморозный период равняется 200 дням, из которых вегетационный период этой культуры составляет 150-170 дней. Выше показанные погодные условия схожи по климатическим условиям некоторыми районами Саратовской области и благоприятны для возделывания грецкого ореха. Правда, отдельные неблагоприятные зимы с резкими перепадами температур могут нанести ущерб деревьям.

Результаты перезимовки растений грецкого ореха семенного происхождения в зиму показали, что все они по-разному вели себя в этих неблагоприятных условиях. В одних и тех же местах одни растения пострадали, другие же не имели существенных повреждений. Это доказывает, что среди форм семенных популяций имеются высокоморозоустойчивые. Эти данные вполне согласуются с выводами ряда авторов, утверждающих, что зимостойкость грецкого ореха связана, главным образом, с биологическими особенностями его сортов и форм [2, 4, 5].

Анализ многочисленных исследований показал, что степень морозоустойчивости деревьев зависит от их возраста. Молодые неплодоносящие деревья хорошо переносят непродолжительные морозы -25° , -27°C . Плодоносящие деревья при этой температуре могут иметь различные повреждения: гибель верхушечных, боковых почек и 2-3-летних ветвей. Самой слабой устойчивостью к низким температурам обладают корни, что необходимо иметь в виду при осенней посадке деревьев. Рыхлая ткань корней повреждается при -5° , -6°C , и это может привести к полной гибели растений. При морозе -25° , -27°C , повреждаются мужские сережки и часть вегетативных почек, при -28° , -29°C – однолетний прирост, -30°C – скелетные ветви, а иногда и все дерево до уровня корневой шейки. Скелетные ветви повреждаются, как правило, с южной стороны, образуя сильные ожоги на коре. Морозоустойчивость деревьев грецкого ореха резко падает в период распускания почек и начала роста побегов.

Грецкий орех – самая светолюбивая плодовая культура, хорошо растет и плодоносит только при хорошем освещении. Отдельно стоящие деревья формируют мощную, хорошо облиственную крону. В загущенных посадках кроны деревьев редкие, со слабым листовым аппаратом, преждевременно стареют, слабо или совсем не плодоносят. Грецкий орех не терпит затенения сопутствующих пород. А так как он растет медленнее других древесных пород, остается в тени и в конце концов погибает. Не терпит грецкий орех и затенения внутри кроны. В молодом возрасте, когда деревья хорошо освещены, они имеют большую побегопроизводительную способность. Абсолютное большинство почек на проводнике трогается в рост и образует мощные годичные приросты с богатым листовым аппаратом, которые впоследствии превращаются в скелетные ветви.

Грецкий орех предъявляет определенные требования к почве, обеспеченности ее питательными веществами и влагой. Деревья грецкого ореха лучше развиваются на наносных почвах, суглинистых по механическому составу, в неглубоких балках. На склоновых землях мощность деревьев зависит от степени смытости почвенных горизонтов. На сильносмытых почвах деревья растут слабо, образуют небольшую по объему крону и слабо плодоносят. Совершенно непригодны для закладки грецкого ореха заболоченные и сильно уплотненные почвы. В годы с большим количеством осадков, особенно в осенне-зимний период, деревья погибают от удушения корневой системы, особенно если еще и подпочва водо- и воздухонепроницаема [3, 6].

Высокие урожаи грецких орехов, можно получать лишь в случаях, когда в насаждениях выполняется полный комплекс агромероприятий, способствующих поддержанию на высоком уровне плодородия почвы. В условиях недостаточного влагообеспечения этот комплекс должен также предусматривать наиболее полное поглощение почвой влаги и ее рациональное использование деревьями. В связи с этим лучшим способом содержания почвы в условиях недостаточного влаго-обеспечения, являются черный пар. В условиях орошения почву в междурядьях сада можно содержать под залужением, а также для посева многолетних бобовых трав [4, 7].

Поскольку грецкий орех выносит из почвы большое количество элементов минерального питания, недостаток необходимо восполнять ежегодно. Азот, как известно, является элементом, способствующим интенсивной вегетации. Однако внесение в ореховом саду азотистых удобрений следует проводить осторожно, так как они благоприятствуют развитию бактериоза. Поэтому при внесении этих удобрений фитосанитарная борьба должна быть проведена своевременно. Не следует вносить азотные удобрения в течение 2-3 лет в период начала плодоношения деревьев. Фосфорно-калийные удобрения благоприятствуют плодоношению дерева, и вносить их необходимо на уровне корней. К проблеме удобрения относится и вопрос рыхления глубоких слоев почвы с целью лучшего проникновения корней в почву. Обычно нормы внесения минеральных удобрений в садах грецкого ореха немного больше, чем в садах других плодовых культур. На одно средневозрастное дерево необходимо внести 10-12 кг сульфата аммония или 6-7 кг аммиачной селитры, 9-10 кг суперфосфата, 2-3 кг калийной соли. Фосфорные и калийные удобрения вносят перед осенней вспашкой, азотные – весной, перед культивацией [2,4].

Грецкий орех растение является большим потребителем воды в вегетационный период. Поэтому рекомендуются поливы. Для рационального использования поливной воды, необходимо проводить строгий режим экономии влаги в почве: не практиковать возделывание междурядных культур, вести систематическую борьбу с сорняками, бороться с потерями воды при обработке почвы. Осеннюю вспашку необходимо проводить на такую глубину, чтобы не повредить корни и накопить как можно большее количество воды от атмосферных осадков. В течение лета разрушение капилляров следует проводить постепенно и на глубину не более 10 см. В засушливые периоды глубокие и частые рыхления почвы приводят к иссушению почвы. Внесение органических и минеральных удобрений, которые повышают удерживающую способность почвы, является важным элементом в решении проблемы экономии воды.

Опыты по возделыванию грецкого ореха задолжены в УНПЦ «Экспериментальное садоводство», где исследования проводились в период 2020-2022 годы.

Цель исследований – выявить эффективность применения орошения и органического микроэлементного комплекса, созданного в АО «Биоамид», на изменения ростовой активности.

По итогам вегетационного периода проведены учеты ростовых процессов грецкого ореха. Представлены данные по оценке влияния орошения и листовой подкормки препаратом, созданным на основе органоминерального комплекса, на рост и формирование грецкого растения в УНПЦ «Экспериментальное садоводство» Вавиловский университет.

Сад грецкого ореха в УНПЦ «Экспериментальное садоводство» Вавиловский университет, заложен 10.10.2020 года по схеме 6х6 м. Исследования проводились в 2021 и 2022 годах на сортах грецкого ореха (Саратовский идеал и крепыш).

Система содержания почвы: в междурядьях сада – черный пар с систематическим рыхлением дисковой бороной. Учёт всходов, роста и развитие растений проводилось в вегетационный период. Орошение капельное.

Обработка растений препаратом, созданным на основе органо-микроэлементного комплекса (ОМЭК), проводилась дважды в фазу интенсивного роста растений с интервалом 15 дней. Расход препарата – 430 г/га.

Схема опыта: вариант 1 – контроль, растения без полива и без некорневых подкормок; вариант 2 – растения грецкого ореха орошаемые (капельный полив), обработка органическим микроэлементным комплексом не проводилась; вариант 3 - растения грецкого ореха орошаемые (капельный полив) и обработка органическим микроэлементным комплексом [1].

Исследования показали, что происходят изменения параметров растений под влиянием изучаемых факторов. Ежегодный прирост побегов и диаметра штамба под влиянием изучаемых факторов (измерения проводились в конце вегетационного сезона в 2021 г. и 2022 г.).

Установлено, что прирост диаметра штамба за год характеризовался максимальными значениями на контрольном варианте, когда не проводился полив и не проводилась

некорневая подкормка, здесь влияние оказали осадки (табл.1). Данная закономерность прослеживается по всем изучаемым сортам.

Таблица 1 – Годовой прирост диаметра штамба у растений грецкого ореха в зависимости от орошения и листовой подкормки органическим микроэлементным комплексом

Сорт	Прирост диаметра штамба, см			НСР ₀₅
	вариант			
	1	2	3	
Саратовский идеал	0,4	0,6	0,7	1,5
Крепыш	0,5	0,6	0,8	1,7

Так, у растений сорта Саратовский идеал величина прироста диаметра штамба за вегетацию под влиянием орошения увеличилась на 0,2 см, а у сорта Крепыш на 0,1 см. Использовании некорневой подкормки у изучаемых сортов грецкого ореха показала прирост диаметра штамба по двум сортам на 0,3 см.

В период вегетации установлено положительное влияние агроприемов, способствующих повышению потенциала насаждений (борьба с сорняками, подкормки). Размеры растений при этом увеличиваются и увеличивается прирост диаметра штамба. Удельная обеспеченность кроны грецкого ореха листовым пологом увеличивается. Общая площадь листовой поверхности на растениях при этом в зависимости от сорта увеличивается на 3...25 %.

Для разработки практических рекомендаций по использованию препарата ОМЭК на грецком орехе необходимо продолжить подобные исследования. Также, растения грецкого ореха могут формировать мощную крону, способную закладывать и удерживать эффективную листовую поверхность только тогда, когда, обеспечивается хорошее освещение кроны изнутри. Все же предпочтение следует отдавать юго-западной экспозиции рельефа.

Список источников

1. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М., Колос. – 1979. – 419 с.
2. Ибрагимов З.А. Грецкий орех (*Juglans regia* L.): биология, экология, распространение и выращивание. Баку, 2007. 86 с.
3. Корниенко, Н. А. Рекомендации по технологии выращивания ореха грецкого в Ростовской области / Корниенко Н. А., Антонникова Л. А. [и др.] – Ростов – на – Дону, 1992. – 26 с.
4. Крикуненко, Л. А. Рекомендации по созданию плантационных культур ореха грецкого в Ростовской области [Текст]: рекомендации / Л. А. Крикуненко, Н. А. Юкин; Новоч. гос. мелиор. акад. – Новочеркасск, 2008. – 42 с.
5. Панфилов А.В. Особенности выращивания грецкого ореха в условиях Правобережной зоны Саратовской области/ Панфилов А.В., Коробков С.Д., Мартынов Е.Н., Зиаб Ф, Еськов М.И./ ВАВИЛОВСКИЕ ЧТЕНИЯ – 2020. Сборник статей Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию открытия закона гомологических рядов и 133-летию со дня рождения академика Н.И. Вавилова. ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ - Саратов, 2020. С. 195-198.
6. Салиева К.Т., Салиева З.Т., Боркоев Б.М. Перспективные методы сохранения качеств ядер ореха при хранении//Успехи современного естествознания. – 2020. - №12. – С. 55-61.
7. <https://foodandhealth.ru/orehi/greckiy-oreh/>

© Панфилов А.В., Еськов И.Д., Рябушкин Ю.Б., Попов В.Г., Рязанцев Н.В., 2022

Формирование урожайности сортов сои в условиях Правобережья Саратовской области

Александр Александрович Сафронов, Анатолий Федорович Дружкин
Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии
и инженерии имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов

Аннотация. В данной статье выявлены результаты влияния ростовых препаратов, удобрений и гербицидов на формирование урожайности сои. При применении ростостимулирующих препаратов наблюдалась прибавка урожая по сравнению с контролем.

Ключевые слова: соя, ростовые препараты, гербицид, структура урожая, продуктивность

The formation of the yield of soybean varieties in the conditions of the Right bank of the Saratov region

Alexander A. Safronov, Anatoly F. Druzhkin
Saratov State University of genetics, biotechnology and engineering
named after N.I. Vavilov, Saratov

Abstract. This article reveals the results of the influence of growth preparations, fertilizers and herbicides on the formation of soybean yields. When using growth-stimulating drugs, an increase in yield was observed compared to the control.

Key words: soy, growth preparations, herbicide, crop structure, productivity

Соя как ценная белково-масличная культура, имеющая разнообразное кормовое, пищевое и техническое применение, получает все большее распространение как в мире, так и в нашей стране. Расширение посевов сои в области будет способствовать восстановлению плодородия почв, снижению экологической нагрузки на них за счет обогащения азотом атмосферы в процессе азотфиксации, а также улучшению мелиоративного состояния орошаемых земель. Однако усложнившиеся в последние годы финансовое, материально-техническое состояние сельскохозяйственных организаций требуют пересмотра подходов и уточнения приемов возделывания районированных сортов [1]. Исходя из этого, совершенствование технологических процессов, позволяющих экономить энергоресурсы, является одним из стратегических направлений деятельности сельхозтоваропроизводителей, чему были посвящены наши исследования.

Материал и методика исследований. Исследования по изучению продуктивности сортов сои в зависимости от технологических приемов проводили в 2022 году на опытном поле ФГБНУ РосНИИСК «Россорго», г. Саратов. Объектами исследований являлись 2 сорта сои селекции ФГБНУ РосНИИСК «Россорго» - Покровская и Марина. Основной фон почвенного покрова представлен южным маловыщелочным чернозёмом с среднесуглинистым механическим составом, содержание гумуса в пахотном слое – 4,2 %. Агротехника выращивания – зональная. Опыт закладывали с учетом методических указаний по проведению полевых опытов с кормовыми культурами [2]. Посев осуществляли во второй декаде мая (18 мая) овощной сеялкой СОН-4,2, широкорядным способом посева (70 см) при норме высева 500 тыс. шт./га. Обработку ростовыми препаратами проводили по вегетации, в фазу бутонизации. В качестве минерального удобрения использовали аммиачную селитру в дозировке N₁₅P₆₀K₆₀. Опрыскивание посевов гербицидом и его сочетаниями с ростовыми

препаратами осуществляли в фазу 3-5 листьев. Основным фоном являлась общая культивация всех вариантов опыта.

Характеристика ростостимулирующих препаратов.

Reasil micro Amino B/Mo – жидкое органоминеральное микроэлементное удобрение с бором в форме борэтаноламина и молибденом. Это биоактиватор, стимулирующий цветение и формирование завязи, ускоряющий преобразование нитратного азота в белки и аминокислоты. Данный препарат стимулирует развитие азотфиксирующих бактерий; за счет присутствия гуминовых и свободных аминокислот, усвоение бора и молибдена через листовую поверхность усиливается и их подвижность внутри растения значительно возрастает.

Reasil micro Hydro Mix – специальное жидкое удобрение для профилактического и лечебного контроля дефицита микроэлементов у растений. Это активатор роста и развития растений, содержащий N, Mg и микроэлементы: B, Co, Cu, Mn, Mo, Zn, в комплексе с гидроксикарбоновыми аминокислотами.

Характеристика гербицида.

Пантера (КЭ) – системный гербицид для борьбы с однолетними и многолетними сорняками в посевах овощных, кормовых и технических культур. Опрыскивание посевов в фазе 3-5 листьев, дозировка 1 л/га, расход рабочей жидкости – 200-300 л/га.

Результаты исследований.

Рассматривая структуру урожая сои по различным вариантам опыта, необходимо отметить, что по числу бобов, образовавшихся на одном растении, выделяются разреженные посевы. Количество бобов варьировало в пределах от 4,9-6,8 штук на одном растении. На варианте с использованием Reasil Mix+Reasil B/Mo+Пантера (сорт Покровская) было выявлено наибольшее число бобов – 6,8 штук, а так же при данном сочетании гербицида и ростостимулятора, у обоих сортов была получена максимальная масса зерна с 1 растения.

Таблица 1 – Структура урожая сои, 2022 г.

Варианты опыта		Число растений, тыс. шт./га	Число бобов, шт.	Количество зерен на 1 растении	Масса зерна с 1 растения, г	Масса 1000 зерен, г
Сорт	Препарат					
Покровская	контроль	43,3	4,9	20,8	2,2	137,4
	N ₁₅ P ₆₀ K ₆₀	47,1	5,9	25,0	2,8	142,7
	Reasil Mix	45,9	5,2	21,7	2,4	140,3
	Reasil B/Mo	46,6	5,2	22,1	2,4	138,9
	Пантера	44,9	5,2	21,8	2,4	141,3
	N ₁₅ P ₆₀ K ₆₀ +Пантера	48,2	6,1	25,5	2,8	140,7
	N ₁₅ P ₆₀ K ₆₀ +Пантера+Reasil Mix+Reasil B/Mo	46,7	6,1	25,8	2,8	139,4
	Reasil Mix+Reasil B/Mo+Пантера	45,5	6,8	28,7	3,0	135,6
Марина	Reasil Mix+Reasil B/Mo	44,9	6,0	25,3	2,7	137,4
	контроль	43,9	5,4	22,7	2,5	142,1
	N ₁₅ P ₆₀ K ₆₀	47,9	5,5	23,2	2,7	147,6
	Reasil Mix	46,2	5,2	21,7	2,5	143,4
	Reasil B/Mo	46,1	5,4	22,8	2,6	145,1
	Пантера	45,3	5,7	23,9	2,6	138,9
	N ₁₅ P ₆₀ K ₆₀ +Пантера	47,3	6,6	27,7	2,9	135,4

Варианты опыта		Число растений, тыс. шт./га	Число бобов, шт.	Количество зерен на 1 растении	Масса зерна с 1 растения, г	Масса 1000 зерен, г
Сорт	Препарат					
	N ₁₅ P ₆₀ K ₆₀ +Пантера+Reasil Mix+Reasil В/Мо	45,9	6,2	25,9	3,1	149,1
	Reasil Mix+Reasil В/Мо+Пантера	44,4	6,3	26,3	3,1	147,2
	Reasil Mix+Reasil В/Мо	44,3	6,3	26,4	3,0	144,6
F _{факт.}		0,453	4,804*	0,949	4,591*	1,036
НСР ₀₅		ns	0,498	ns	0,348	ns

ns – незначительная разница

При изучении количества зерен на одном растении, наилучший показатель у сорта Покровская был получен на варианте с применением Reasil Mix+Reasil В/Мо+Пантера – 28,7 штук, сорт Марина – 27,7 штук при применении N₁₅P₆₀K₆₀+Пантера. При использовании минерального удобрения, у сорта Покровская наблюдалась максимальная величина массы 1000 семян – 142,7 г., у сорта Марина наилучший результат был сформирован на варианте N₁₅P₆₀K₆₀+Пантера+Reasil Mix+Reasil В/Мо – 149,1 г.

Таблица 2 – Урожайность сои, 2022 г.

Варианты опыта		Урожайность зерна, т/га
Сорт	Препарат	
Покровская	контроль	0,97
	N ₁₅ P ₆₀ K ₆₀	1,33
	Reasil Mix	1,10
	Reasil В/Мо	1,12
	Пантера	1,09
	N ₁₅ P ₆₀ K ₆₀ +Пантера	1,36
	N ₁₅ P ₆₀ K ₆₀ +Пантера+Reasil Mix+Reasil В/Мо	1,32
	Reasil Mix+Reasil В/Мо+Пантера	1,38
	Reasil Mix+Reasil В/Мо	1,22
Марина	контроль	1,12
	N ₁₅ P ₆₀ K ₆₀	1,31
	Reasil Mix	1,14
	Reasil В/Мо	1,21
	Пантера	1,18
	N ₁₅ P ₆₀ K ₆₀ +Пантера	1,38
	N ₁₅ P ₆₀ K ₆₀ +Пантера+Reasil Mix+ Reasil В/Мо	1,42
	Reasil Mix+Reasil В/Мо+Пантера	1,37
	Reasil Mix+Reasil В/Мо	1,34
F _{факт.}		4,331*
НСР ₀₅		0,182

В результате проведенных исследований по изучению влияния ростовых препаратов, удобрений и гербицидов на урожайность сои были выявлены некоторые особенности. У сорта Покровская максимальная урожайность достигалась на варианте Reasil Mix+Reasil В/Мо+Пантера (1,38 т/га), что выше контроля на 1,42 %.

Сорт Марина был более урожайным, наибольшая урожайность составляла 1,42 т/га на варианте N₁₅P₆₀K₆₀+Пантера+Reasil Mix+Reasil В/Мо. Чуть менее урожайным у обоих сортов сои оказались варианты при сочетании удобрений и гербицида - 1,36 т/га (Покровская) и 1,38 т/га (Марина), соответственно.

Заключение. В результате проведенных исследований следует, что сочетание ростовых препаратов и гербицида показывают максимальную продуктивность, в то время как обработка только ростостимулятором или гербицидом, выявляет меньшие показатели. Анализируя влияние минеральных удобрений на продуктивность культуры, следует отметить, что урожайность сои увеличивается в среднем на 0,72-0,85 %.

Список источников

1. Ресурсосберегающая технология возделывания сои в Саратовской области / Составители: В.А. Нагорный, Н.М. Ружейникова, В.А. Шадских, Н.Н. Кулева – Саратов, 2007. – 32 с.
2. Казанцев В.П. Полевой опыт и основные методы статистического анализа / В.П. Казанцев. - Омск: изд-во ФГОУ ВПО ОмГАУ, 2010. – 209 с.

© Сафронов А.А., Дружкин А.Ф., 2022

Научная статья
УДК 633.11

Тенденции и перспективы развития озимой пшеницы в современных реалиях

Виктория Александровна Синдюкова

Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов

Аннотация. В статье представлены тенденции и перспективы развития озимой пшеницы в современных условиях Саратовской области.

Ключевые слова: озимая пшеница, валовый сбор, себестоимость

Trends and prospects of winter wheat development in modern realities

Victoria Alexandrovna Sindyukova

Saratov State University of genetics, biotechnology and engineering
named after N.I. Vavilov, Saratov

Abstract. The article presents the trends and prospects for the development of winter wheat in the modern conditions of the Saratov region.

Key words: winter wheat, gross harvest, cost price

Стратегия развития растениеводческой отрасли в Саратовской области заключается в получении стабильных урожаев высококачественной продукции озимой пшеницы с минимальными затратами и зависимостью от погодных условий. За последние 30 лет среднегодовая температура воздуха в Поволжье повысилась на 1,2 - 1,3 0С, заметно

увеличилось количество засух, суховеев и других неблагоприятных явлений для сельскохозяйственных растений. Поэтому необходимо проведение комплексных исследований по совершенствованию научно-обоснованной системы земледелия на основе применения ресурсосберегающих технологий возделывания озимой пшеницы и выработке стратегий, направленных на смягчение последствий неблагоприятных климатических изменений

В 2022 году ожидания по урожаю всех агрокультур в большинстве регионов нашей страны оптимистичные. Согласно статистических данных валовый сбор зерна на начало ноября уже достиг 150 млн. тонн. Безусловно, основную долю, а именно 100 млн. тонн, составляет пшеница, что подчёркивает её значимость. Однако, говоря о перспективах на следующий год, стоит упомянуть, что, по данным Минсельхоза, на 9 ноября сев озимых культур проведен на 17,5 млн. га против 18,1 млн га на аналогичную дату прошлого года. Полевые работы в большинстве регионов России проводятся в штатном режиме. При этом наблюдается некоторое отставание от темпов прошлого года в ряде субъектов Центрального и Южного федеральных округов, что обусловлено сложными погодными условиями – затяжными дождями. Этот факт может вызывать достаточную тревожность, ведь нарушение сроков приведёт к серьёзному изменению технологических процессов, нарушению севооборота и, скорее всего, снижению посевных площадей пшеницы.

Основополагающим показателем, демонстрирующим эффективность развития любого предприятия, является себестоимость. За последний год значительный рост данного показателя особо характерен для аграриев. На рост себестоимости влияют сохраняющиеся проблемы с поставками агрохимии и важных компонентов для кормов из Китая. Из-за этого, к примеру, осенью 2021 года в 1,5-2 раза выросли цены на действующие вещества для основных гербицидов и фунгицидов. В целом растущие цены на все компоненты производства, фактор непредсказуемого влияния государства на бизнес, из-за которого невозможно спрогнозировать уровень доходов предприятий и запланировать долгосрочное развитие, продолжающаяся пандемия и связанные с ней карантинные ограничения – в таких условиях сектору АПК придется работать в новом году.

Можно сказать, что российское сельское хозяйство вошло в непростой сезон. Непростым он является по ряду факторов, связанных как с конъюнктурой рынка сельскохозяйственной продукции, так и с ростом цен на средства производства, например удобрения, средства защиты растений, семена, ГСМ, запасные части и т.д. С другой стороны, внутренние цены на продукцию сельского хозяйства находятся под давлением действующих с 2021 года экспортных пошлин.

Судя по всему, государственное вмешательство в рынок в виде пошлин и квот, которое бьёт по доходам бизнеса, сохранится. На данный момент не приходится ждать каких-либо послаблений регулирования. Более того, стало известно, что пошлина будет ужесточена. Пошлина на зерно бессрочна, и хотя у сельхозпроизводителя есть надежда, что пошлину снимут, предпосылок для этого пока нет. При этом ожидаем существенный прирост производства пшеницы в новом сезоне. Однако связан он будет с благоприятными погодными условиями, а не с ростом инвестиций в данное направление. Несмотря на то, что в целом ситуация в отрасли благоприятная, многие сельхозпредприятия имеют низкую доходность, что не позволяет им надеяться на приток инвестиций. Поэтому для них создан ряд субсидируемых кредитов, которые могут заинтересовать инвесторов. В первую очередь это семеноводство и свиноводство, тепличное овощеводство.

Безусловно, не стоит забывать и о развитии научного потенциала. Отрасль нуждается в подготовке квалифицированных кадров. Поэтому особое значение придается восстановлению аграрных вузов. Сегодня это 54 учебных заведения, которые ежегодно выпускают до 25 000 специалистов. В настоящее время важность имеют и собственные исследования в области кормопроизводства, ветеринарии, генной инженерии и селекции. Это позволяет получать новые виды растений и животных, которые устойчивы к различным болезням и вредителям, и при этом имеют высокие продуктивные качества.

Несмотря на позитивные тенденции, ряд вопросов так и остается незакрытым. В их числе низкая доходность, недостаточность модернизации и обновлений технической базы, закредитованность сельхозпроизводителей и в большинстве своем высокие процентные ставки. Проблем принес и неоднозначный 2021 год. С одной стороны, цены на продукцию растениеводства оставались стабильными, но с другой — на доходности негативно сказались экспортные пошлины. При этом объемы продолжают оставаться достойными, даже несмотря на погодные условия. Это во многом обусловлено применением современных агротехнологий.

Современный миропорядок находится в очень нестабильном положении, что сказывается абсолютно на все государства и отрасли. Макроэкономическая нестабильность заставляет всех участников рынка быть не только гибкими или же приспосабливаться к сложившимся условиям – появляется необходимость в построении индивидуальных стратегий поведения, которые позволят наиболее эффективно использовать сложившуюся ситуацию. Несомненный лидер среди сельскохозяйственных культур, озимая пшеница, требует не только сохранения своего положения, но, что намного важнее, инновационного и инвестиционного вливания. Нельзя останавливаться в развитии, применяя лишь интенсивные методы возделывания и устаревшие технологии – помимо внедрения новых средств производства и вливания дополнительных средств, отрасль в большей степени нуждается в новаторских разработках, формировании новых систем и методологий возделывания, а также увеличении качественных характеристик культур.

Список источников

1. <https://поле.рф/journal/publication/66>
2. Агроклиматический справочник по Саратовской области. Л.: Гидрометеиздат, 1958. – 227 с.
3. Посевные площади, валовой сбор, урожайность сельскохозяйственных культур в Саратовской области: Статистический сборник / Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Саратовской области. – Саратов, 2022. – 169 с.

© Синдюкова В.А., 2022

Научная статья
УДК 631.51:633.854.78

Динамика влажности, плотности почвы и урожайность подсолнечника по различным способам основной обработки в Нижнем Поволжье

Анатолий Петрович Солодовников,
Муслим Расулович Рашидов

Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов

Аннотация. Рассмотрена динамика влажности и плотности почвы по различным способам основной обработки, перед посевом подсолнечника и в фенологические фазы: «бутонизация», «цветение». В результате наблюдения установлено, что на черноземе южном в горизонте 0-40 см перед посевом подсолнечника максимальные значения влажности почвы (22,43 %) и минимальные показатели плотности почвы (1,04 г/см³) формировались на глубокой вспашке. Уменьшение глубины вспашки до 20-22 см создавало менее благоприятные условия, урожайность гибрида подсолнечника на данном варианте была равна 1,22 т/га. На глубокой вспашке урожайность маслосемян составила – 1,36 т/га. Глубокое безотвальное рыхление

почвы увеличивало урожайность маслосемян подсолнечника по сравнению с контролем на 0,09 т/га.

Ключевые слова: гибрид подсолнечника, влажность и плотность почвы, отвальная, безотвальная обработки почвы

Dynamics of moisture content, soil density and sunflower yield according to different methods of basic tillage in the Lower Volga region

Anatoly Petrovich Solodovnikov,

Muslim Rasulovich Rashidov

Saratov State University of genetics, biotechnology and engineering
named after N.I. Vavilov, Saratov

Abstract. The dynamics of soil moisture and density is considered according to different methods of basic tillage, before sowing sunflower and in the “budding” and “flowering” phenological phases. As a result of the observation, it was found out that on the southern chernozem in the horizon of 0-40 cm before sowing sunflower, the maximum values of soil moisture (22.43%) and the minimum soil density (1.04 g/cm³) were after deep plowing. After reducing the plowing depth to 20-22 cm, the yield of the sunflower hybrid in the variant was 1.22 t/ha. After deep plowing, the yield of oilseeds was 1.36 t/ha. After deep subsurface loosening the yield of sunflower oilseeds increased by 0.09 t/ha compared to the control.

Keywords: sunflower hybrid, soil moisture and density, moldboard loosening, subsurface loosening

Подсолнечник самая популярная культура среди товаропроизводителей, т.к. имеет хорошую урожайность и стабильную закупочную цену на продукцию. Особенно гибриды подсолнечника нашли широкое распространение в Поволжье, где в структуре посевных площадей он может занимать от 10 до 25 %, обеспечивая высокий уровень рентабельности производства и высокую доходность [1, 3, 4, 5].

Увеличение посевных площадей под подсолнечником приводит к напряженности экологической обстановки в сельскохозяйственной отрасли, к ухудшению агрофизических факторов плодородия и уменьшению продуктивных запасов влаги в севообороте [6, 7, 8, 10]. Кроме того, данная культура относится в высокотребовательным растениям по отношению к органическим и минеральным удобрениям [9, 10, 11, 12].

Поэтому в условиях увеличения аридности климата в Нижнем Поволжье и, особенно в Заволжье [2] нужны исследования по установлению наиболее рациональной основной обработки почвы под гибриды подсолнечник, которая позволяет больше накапливать и более рационально использовать почвенную влагу.

Исследования проводились в «ИП Рашидов М.М.» Духовницкого района на черноземе южном в 2022 году.

С целью изучения влияния основной обработки почвы на динамику влажности, плотности почвы и урожайность гибрида (Сурус) подсолнечника в Саратовском Заволжье был заложен опыт по следующей схеме:

1. Отвальная обработка на глубину 20-22 см (контроль);
2. Глубокая отвальная обработка на глубину 28-30 см;
3. Глубокая безотвальная обработка на глубину 35-37 см.

Площадь делянок 15000 м², повторность трёхкратная, расположение делянок рендомизированное. Подсолнечник возделывался в зернопаропропашном севообороте.

В засушливых условиях Саратовского Заволжья запасы влаги в почве, накопленные от осенних и зимних осадков определяют начальный этап развития подсолнечника. Хорошие влагозапасы в верхнем горизонте почвы перед посевом подсолнечника определяют дружные и равномерные всходы. Отбор образцов почвы показал, что в слое почвы 0-40 см перед

посевом подсолнечника максимальные значения влажности почвы (22,43 %) и минимальные показатели плотности почвы (1,04 г/см³) формировались на глубокой вспашке (таблица 1).

Максимальная плотность (1,16 г/см³) и минимальная влажность (21,64%) обрабатываемого слоя складывалась на варианте с безотвальной обработкой.

Таблица 1 – Динамика влажности и плотности почвы по вариантам основной обработки почвы в слое 0-40 см

Срок отбора образцов	Варианты основной обработки почвы под подсолнечник					
	вспашка на 20-22 см (контроль)		вспашка на 28-30 см		безотвальная обработка на 35-37 см	
	влажность, %	плотность, г/см ³	влажность, %	плотность, г/см ³	влажность, %	плотность, г/см ³
2.05.22	22,25	1,09	22,43	1,04	21,64	1,16
10.07.22	16,00	1,16	16,22	1,14	16,08	1,21
7.08.22	15,99	1,18	16,07	1,15	15,93	1,22

К фенологической фазе «бутонизация» различия по влажности почвы сглаживались и наименьшие значения данного показателя были получены на контроле – 16,0 %.

В период цветения подсолнечника наиболее плотная почва была на третьем варианте - 1,22 г/см³, что превышало контроль на 0,04 г/см³, а глубокую вспашку на 0,07 г/см³.

Урожайность гибрида Сурус достоверно отличалась по вариантам основной обработки (таблица 2).

Таблица 2 – Урожайность гибрида Сурус по вариантам опыта, т/га

Варианты опыта	Урожайность	Прибавка	
		т/га	%
Вспашка на 20-22 см (контроль)	1,22	-	-
Вспашка на 28-30 см	1,36	0,14	11,5
Безотвальная обработка на 35-37 см	1,31	0,09	7,4
НСР ₀₅	0,06	-	-

Максимальная урожайность изучаемого гибрида подсолнечника формировалась на глубокой вспашке – 1,36 т/га, что превышало контроль на 11,5 %. Отмечено незначительное уменьшение урожайности подсолнечника на варианте с глубокой безотвальной обработкой по сравнению с глубокой вспашкой, но различия между данными вариантами были несущественными (НСР₀₅ = 0,06). Наименьшая урожайность маслосемян подсолнечника в 2022 году была получена на контроле – 1,22 т/га.

Таким образом, на темно-каштановой на черноземе обыкновенном_перед посевом подсолнечника, в период бутонизации и цветения максимальные значения влажности и минимальные показатели плотности почвы в горизонте 0-40 см формировались на глубокой вспашке.

Уменьшение глубины основной обработки почвы до 20-22 см создает менее благоприятные условия для формирования урожайности подсолнечника. На контроле урожайность гибрида Сурус уменьшалась относительно глубокой вспашки на 11,5 %, а относительно глубокой безотвальной обработки – 7,4 %.

Список источников

1. Бинарные посеы подсолнечника с донником и люцерной и их влияние на биогенность почвы / С.И. Коржов Т.Н. Трофимова, А.П. Солодовников, Н.П. Молчанова // Аграрный научный журнал.- 2018. - №5. - С. 26-30.
2. Горянин О.И. Возделывание полевых культур в Среднем Заволжье: монография /О.И. Горянин. – Самара, 2018. – 345 с.
3. Горянин О.И. Перспективы возделывания полевых культур в Среднем Заволжье / О.И. Горянин, Т.А. Горянина //Успехи современного естествознания. – 2018. - №4. – С. 49-53.
4. Горянин О.И. Совершенствование производственной системы Expresssuntm при возделывании подсолнечника в Среднем Заволжье / О.И. Горянин, Б.Ж. Джангабаев //Успехи современного естествознания. – 2019. - №6. – С. 13-17.
5. Качество маслосемян подсолнечника в Среднем Заволжье / О.И. Горянин, Б.Ж. Джангабаев, Е.В. Щербинина, И.Ф. Медведев // Аграрный научный журнал.- 2019. - №11. - С. 4-7.
6. Котлярова Е.Г. Регулирование водного режима в посевах подсолнечника на северных склонах Среднерусской возвышенности /Е.Г. Котлярова, М.Н. Рязанов // Вестник Мичуринского ГАУ. – 2019. - № 2. – С. 31-37.
7. Котлярова Е.Г. Подсолнечник. Интенсификация и адаптация технологии возделывания: монография /Е.Г. Котлярова, Л.С. Титовская. – Белгород: изд-во Белгородский ГАУ, 2020. – 153 с.
8. Отзывчивость гибридов подсолнечника на минимизацию основной обработки почвы в Заволжье / А.П. Солодовников В.И. Жужукин, А.Г. Субботин и др. // Аграрный научный журнал.- 2020. - №1. - С. 22-27.
9. Применение минеральных удобрений и бактериальных препаратов под подсолнечник на черноземе обыкновенном /А.В. Ващенко Р.А. Каменев, А.П. Солодовников, Е.А. Жук // Аграрный научный журнал.- 2020. - №1. - С. 4-8.
10. Рязанов М.Н.. Продуктивность подсолнечника в зависимости от условий рельефа, обработки почвы и органических удобрений / М.Н. Рязанов, Е.Г. Котлярова // Нива Поволжья – 2019. – № 2 (51). – С. 78-85.
11. Способы повышения плодородия почвы и урожайности подсолнечника в Нижнем Поволжье/ Ю.Н. Плескачев, Н.И. Семина, Е.Ю. Долгов и др. // Аграрный научный журнал. - 2018. - №2 - С. 28-31.
12. Урожайность гибридов подсолнечника на различных фонах минерального питания в засушливых условиях Нижнего Поволжья /А.Г. Субботин А.Ф. Дружкин, А.П. Солодовников и др. // Аграрный научный журнал.- 2020. - №10. - С. 66-70.

© Солодовников А.П., Рашидов М.Р., 2022

Научная статья
УДК 633. 351 (470.44)

Урожайность различных сортов ячменя в условиях Саратовского Левобережья

Александр Геннадьевич Субботин¹, к. с.-х. наук, доцент
Александр Владимирович Летучий², к. с.-х. наук, доцент
Анастасия Валерьевна Субботина², магистр 2 курса агрономического факультета
Алёна Андреевна Сёмина¹, магистр 2 курса агрономического факультета
¹кафедра растениеводства, селекции и генетики
²кафедра земледелия, мелиорации и агрохимии
Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии
и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов

Аннотация. В статье представлены результаты исследований по влиянию доз минеральных удобрений на урожайность различных сортов ярового ячменя в условиях Саратовского Левобережья. Применение минеральных удобрений положительно влияет на формирование урожайности каждого сорта. Наибольшая величина продуктивности выявлена при внесении удобрений в дозе $N_{60}P_{60}$ у сорта ячменя ЯК – 401 – 1,72т/га, а у сорта Щедрый при внесении удобрений в дозе $N_{30}P_{30}$ – 1,90т/га.

Ключевые слова: яровой ячмень, минеральные удобрения, питание, урожайность

The yield of various varieties of barley in the conditions of the Saratov Left bank

Alexander Gennadievich Subbotin¹, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor

Alexander Vladimirovich Letuchy², Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor

Anastasia Valeryevna Subbotina², 2nd year Master of the Faculty of Agronomy

Alyona Andreevna Semina¹, 2nd year Master of the Faculty of Agronomy

¹The Department of Plant Breeding, Breeding and Genetics

²The Department of Agriculture, Land Reclamation and Agrochemistry

Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov

Annotation. The article presents the results of studies on the effect of doses of mineral fertilizers on the yield of various varieties of spring barley in the conditions of the Saratov Left Bank. The use of mineral fertilizers has a positive effect on the formation of the yield of each variety. The highest productivity value was revealed when fertilizers were applied at a dose of $N_{60}P_{60}$ in the YAK – 401 barley variety – 1.72 t/ha, and in the Generous variety when fertilizers were applied at a dose of $N_{30}P_{30}$ – 1.90 t/ha.

Keywords: spring barley, mineral fertilizers, nutrition, yield

В современном растениеводстве России яровой ячмень ценится как продовольственная, техническая и кормовая культура. Из его зерна изготавливают муку, которую используют как добавку (10–15 %) при выпечке ржаного или пшеничного хлеба, а так же крупы - ячневую и перловую. Ячмень используют для изготовления суррогата кофе, солодового экстракта, который применяют в спиртовой, кондитерской и других отраслях [5,6,7]. Питательная ценность ячменя характеризуется следующими показателями - в 100 кг зерна и соломы содержится соответственно 120 и 35 корм. ед. В зерне содержится: воды 13%, БЭВ 64,4%, белка 12%, клетчатки 5,5%, золы 2,8%, жира 2,1%. Особую ценность культура имеет при приготовлении комбикормов для крупнорогатого скота и для свиней [1,3,4].

Яровой ячмень считается одной из древнейших культур в мировом земледелии и растениеводстве. Он обладает высокой засухоустойчивостью, скороспелостью, жаростойкостью и холодостойкостью. Большая часть посевных площадей сосредоточено в степных районах Северного Кавказа, Нижнем Поволжье и в Центрально-Черноземной зоне. По данным Росстата, в 2019 году в Приволжском ФО посевная площадь ячменя достигала величины 3196,1 тыс. га (36,4% всех посевов ячменя в России).

Востребованность ярового ячменя в современных условиях заставляет изучать пути увеличения его урожайности. Одним из важнейших элементов технологии возделывания является сорт, а обеспечение доступными элементами питания позволяет реализовать его потенциальную продуктивность.

Цель исследований – изучить влияние различных доз минеральных удобрений на урожайность различных сортов ячменя в условиях Саратовского Левобережья.

Схема полевого опыта предусматривала изучение следующих факторов: Фактор А (сорта ячменя) - ЯК – 401, Щедрый; Фактор В (дозы минеральных удобрений) - контроль, $N_{30}P_{30}$, $N_{60}P_{60}$, $N_{90}P_{90}$.

Повторность опыта - трехкратная. Размещение вариантов - систематическое. Площадь учетной делянки - 50 м² [2].

Полевые эксперименты проводили в УНПО «Поволжье» Энгельсского района Саратовской области на тёмно-каштановой почве. Гранулометрический состав почвы представлен средними суглинками. Данный тип почвы характеризуется высокой водоудерживающей способностью. Наименьшая влагоемкость в слое 0-30 см равна 30% от массы абсолютно сухой почвы, в слое 0 – 100 см – 25,7%. Влажность устойчивого завядания изменяется от 12,97% в пахотном слое (0–30 см) до 11,7 % в более глубоких горизонтах почвы. Опыт закладывали в 7 - польном севообороте на варианте с отвальной обработкой почвы.

В засушливом 2021 году урожайность ячменя у сорта ЯК – 401 на контрольном варианте достигала величины 0,59т/га, а при внесении удобрений в дозе N₃₀P₃₀ и N₆₀P₆₀ урожайность возрастала до 0,89 – 1,09 т/га. Применение повышенной дозы удобрений N₉₀P₉₀, на фоне дефицита влаги оказывало отрицательное влияние на данный показатель – урожайность снижалась до 0,79т/га. На опытных делянках с сортом Щедрый, урожайность на контрольном варианте составила 0,95т/га, что на 0,36т/га выше чем у предыдущего сорта. Применение удобрений, так же способствовало увеличению урожайности, но наибольшая величина отмечена при внесении их в дозе N₃₀P₃₀ – 1,23т/га.

В условиях 2022 года складывались благоприятные условия по обеспеченности растений влагой и температуры воздуха. Что оказало положительное влияние на урожайность ячменя. На контрольном варианте у изучаемых сортов ЯК - 401 и Щедрый урожайность зерна достигала величины 2,09 – 2,34т/га (таблица 1).

Таблица 1 – Урожайность различных сортов ячменя

Сорт	Доза внесения	Урожайность, т/га		
		2021г	2022г	средняя за два года
ЯК-401	контроль	0,59	2,09	1,34
	N ₃₀ P ₃₀	0,89	2,38	1,63
	N ₆₀ P ₆₀	1,02	2,42	1,72
	N ₉₀ P ₉₀	0,79	1,91	1,35
Щедрый	контроль	0,95	2,34	1,64
	N ₃₀ P ₃₀	1,23	2,68	1,90
	N ₆₀ P ₆₀	1,14	2,47	1,70
	N ₉₀ P ₉₀	0,70	2,24	1,47
НСР ₀₅ частн. разл.		0,04	0,11	0,07

Применение минеральных удобрений в различных дозировках способствовало увеличению продуктивности растений. Но, максимальная урожайность была получена на вариантах с сортом ячменя ЯК – 401 при внесении удобрений в дозе N₆₀P₆₀ – 2,42т/га, а у сорта Щедрый при внесении N₃₀P₃₀ – 2,68т/га.

За два года исследований было выявлено положительное влияние различных доз минеральных удобрений на урожайность изучаемых сортов. Максимальная величина урожайности зерна получена у сорта ячменя ЯК – 401 при внесении минеральных удобрений в дозе N₆₀P₆₀ – 1,70 т/га, а у сорта Щедрый при внесении в дозе N₃₀P₃₀ – 1,90.

Анализ структуры урожая, представленный в таблице 2 показывает, что при внесении минеральных удобрений обеспеченность растений доступными элементами питания возрастает. В свою очередь это способствует увеличению параметров таких важнейших показателей как количество растений к уборке, количество семян на одном растении, их масса и масса 1000 зёрен.

Таблица 2 – Структура биологического урожая ячменя

Сорт	Доза внесения	Количество растений к уборке, шт./м ²	Количество семян, на одном растении шт.	Масса семян с 1 растения, г	Масса 1000 семян, г
ЯК-401	контроль	231,2	13,8	0,58	42,1
	N ₃₀ P ₃₀	241,1	15,2	0,67	44,5
	N ₆₀ P ₆₀	247,9	15,1	0,69	45,8
	N ₉₀ P ₉₀	249,3	11,5	0,54	47,2
Щедрый	контроль	228,2	17,1	0,72	41,9
	N ₃₀ P ₃₀	247,6	17,3	0,77	44,3
	N ₆₀ P ₆₀	253,9	14,4	0,67	46,5
	N ₉₀ P ₉₀	260,1	12,1	0,56	46,8
НСР ₀₅ част. разл.			0,11	0,02	2,1

Список источников

1. Германцев, Л.А. Биология, селекция и технология возделывания ячменя в засушливом Заволжье // Л.А. Германцев, А.В. Ильин / Проблемы и пути преодоления засухи в Поволжье. – Ч. 1. – Саратов, 2008. – С. 207-218.
2. Ещенко, В.Е. Основы опытного дела в растениеводстве / В.Е. Ещенко, М.Ф. Трифонова, П.Г. Копытко и др.; под редакцией В.Е. Ещенко и М.Ф. Трифоновой.-М.: КолосС, 2009.-268с.
3. Кучеров, В.С. Агробиологические обоснования инновационных ресурсосберегающих приёмов возделывания кормовых культур./В.С. Кучеров, Р.Ж. Кожагалиева, В.Б. Нарушев, А.Г. Субботин //Инновации и инвестиции. 2015. - № 2. - С. 139-142.
4. Майстренко, Н.Н. Эффективность средств химизации и технологий возделывания яровых зерновых культур на продовольственные цели // Н.Н. Майстренко, О.С. Бабенко / Агротехника, 2009, №1. - С.73-80.
5. Прогрессивные технологии посева сельскохозяйственных культур. Учебное пособие/ А.Г. Субботин. - Типография ЦВП, «Саратовский источник», Саратов 2013. -240с.
6. Сарычев, А.Н. Способы основной обработки светло-каштановой почвы при возделывании ярового ячменя под защитой лесных полос //Аграрный вестник Верхневолжья. 2019. № 1 (26). С. 18-26.
7. Шелайкин, С.В. Промежуточные сидеральные культуры и фитосанитарное состояние бессменных посевов ячменя // Земледелие. – 2005. - №5. – С. 30-31.

© Субботин А.Г., Летучий А.В., Субботина А.В., Сёмина А.А., 2022

Научная статья
УДК 664.788.2:470.44

Современные приёмы повышения продуктивности сафлора красильного в условиях Саратовского Левобережья

Александр Геннадьевич Субботин¹, к. с.-х. наук, доцент
Роман Алексеевич Булатов¹, магистр 2 курса агрономического факультета
Виктор Сергеевич Барышев¹, магистр 2 курса агрономического факультета
¹кафедра растениеводства, селекции и генетики
 Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов

Аннотация. В статье представлены результаты исследований по влиянию жидких минеральных удобрений на урожайность и качество маслосемян сафлора красильного в условиях Саратовского Левобережья. Наибольшая величина урожайности отмечена на варианте с применением препаратов Эпин Экстар у сорта Астраханский 747 – 1,69т/га, и жидкого минерального удобрения Силиплант у сорта Борец – 1,73т/га. Анализ качественных показателей маслосемян сафлора выявил положительное влияние изучаемых препаратов. Так, у сорта Астраханский 747 максимальное содержание белка получено при применении препарата Сидиплант – 17,3%, а наибольшее количество масла при применении препарата Эпин Экстра – 37,9%.

Ключевые слова: сафлор красильный, качество, сорт, урожайность

Modern methods of increasing the productivity of safflower dye in the conditions of Saratov Left bank

Alexander Gennadievich Subbotin¹, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor
Roman Alekseevich Bulatov¹, 2nd year Master of the Faculty of Agronomy

Viktor Sergeyeovich Baryshev¹, 2nd year Master of the Faculty of Agronomy

¹The Department of Plant Breeding, Breeding and Genetics Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov

Annotation. The article presents the results of studies on the effect of liquid mineral fertilizers on the yield and quality of safflower oil seeds in the conditions of the Saratov Left Bank. The highest yield was noted on the variant with the use of Epin Ekstar preparations in the Astrakhan 747 variety – 1.69 t/ha, and Siliplant liquid mineral fertilizer in the Borets variety – 1.73 t/ha. The analysis of qualitative indicators of safflower oil seeds revealed a positive effect of the studied preparations. Thus, in the Astrakhan 747 variety, the maximum protein content was obtained when using Sidiplant – 17.3%, and the largest amount of oil when using Epin Extra – 37.9%.

Keywords: safflower dye, quality, variety, yield

За последнее десятилетие импорт растительного масла в стране по данным Министерства сельского хозяйства Российской Федерации составил 34-39 %. Обеспечение внутреннего и внешнего рынка за счет увеличения посевных площадей подсолнечника нецелесообразно из-за распространившихся в посевах карантинных объектов и пониженной урожайности в аридных условиях. Одной из засухоустойчивых и перспективных культур для Нижневолжского региона является сафлор красильный. Культура издавна выращивается для получения красителей и растительного масла высокого качества. В современных условиях сафлор используется не только для получения масла в пищевых целях, но и для изготовления биотоплива [1,4,5]. Основные посевные площади сафлора сосредоточены в острозасушливых регионах РФ. Проблема повышения его продуктивности зависит от реализации потенциала сортов и корректировке отдельных элементов технологии. В связи с этим изучение продуктивности сафлора при применении агрохимикатов в виде листовых подкормок является актуальным направлением в научных исследованиях [5,6].

Цель исследований – изучить влияние агрохимикатов на урожайность сафлора красильного на каштановых почвах Саратовского Левобережья.

В 2021 – 2022гг. был заложен двухфакторный полевой опыт по изучению продуктивности сортов сафлора красильного (Астраханский 747, Борец) и их отзывчивость на применение жидких минеральных удобрений (Силиплант, Эпин Экстра).

Повторность полевых опытов – четырёхкратная. Размещение делянок – рендомизированное. Площадь учётной делянки – 52 м². Предшественник – озимая пшеница. Закладка и проведение опытов, учёты и наблюдения выполнялись по общепринятым методикам [2,3].

Полевые исследования проводили на территории землепользования УНПО «Поволжье» Энгельсского района Саратовской области. Почвенный покров опытного участка представлен тёмно-каштановыми почвами, с содержанием гумуса в почве - 2,2.

Анализ экспериментальных данных выявил особенности в развитии растений и продукционном процессе при применении жидких минеральных удобрений на изучаемую культуру. На опытных делянках с сортом Астраханский 747 наибольшая высота растений отмечена при применении препарата Эпин Экстра – 127,4 см, а у сорта Борец при обработке растений Силиплантом – 116,4см. Так же отмечена их эффективность у изучаемых сортов на количество корзинок и семян в корзинке. Максимальное количество корзинок и семян сформировано у сорта Астраханский 747 при применении препарата Эпин Экстра – 14,3 шт. и 32,6шт. соответственно. А у сорта Борец при обработке растений препаратом Силиплант – 13,9шт. и 28,0шт. (таблица 1).

Таблица 1 – Морфологические параметры развития растений

Вариант		Высота растений, см	Количество корзинок на 1 растение, шт.	Количество семян в 1 корзинке, шт.
сорт (А)	удобрение (В)			
Астраханский 747	контроль	101,7	8,2	27,5
	Силиплант	103,9	10,6	30,2
	Эпин Экстра	127,4	14,3	32,6
Борец	контроль	94,6	11,7	28,0
	Силиплант	116,4	13,9	29,7
	Эпин Экстра	102,6	12,5	31,4
НСР _{05ав}		2,9	0,27	0,11

Анализ биологической урожайности и качества маслосемян позволил выявить влияние жидких минеральных удобрений на изучаемые сорта. Так, у сорта Астраханский 747 на контрольном варианте урожайность маслосемян достигала величины 1,51т/га. При обработке растений препаратами Силиплант и Эпин Экстра данный показатель возрастал до уровня 1,64 – 1,69т/га.

Таблица 2 – Урожайность и качество семян сафлора красильного

Вариант		Урожайность, т/га	Содержание белка, %	Содержание масла, %
сорт (А)	удобрение (В)			
Астраханский 747	контроль	1,51	15,6	35,4
	Силиплант	1,64	17,3	36,3
	Эпин Экстра	1,69	16,9	36,9
Борец	контроль	1,59	16,2	36,5
	Силиплант	1,73	17,8	37,5
	Эпин Экстра	1,68	17,6	37,9
НСР _{05ав}		0,07	0,71	1,24

На опытных делянках с сортом Борец сохранялась аналогичная зависимость, но наибольшая величина урожайности отмечена при применении препарата Силиплант – 1,68т/га.

Проведенная оценка качества маслосемян сафлора красильного выявила следующие особенности. У сорта Астраханский 747 максимальное содержание белка получено при применении препарата Сидиплант – 17,3%, наибольшее количество жира при обработке растений препаратом Эпин Экстра – 36,9%. Наибольшее содержание белка у сорта Борец получено при применении препарата Силиплант – 17,8%, а наибольшее количество масла при применении препарата Эпин Экстра – 37,9%.

Список источников

1. Баяндинова, А. Т. Продуктивность однолетних кормовых культур в высокогорьях Алтая // Вестник Алтайского государственного университета – 2011. – №1. – С.5-9.
2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований), 5-е изд., доп. и переработ./Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. -351 с.
3. Ещенко В.Е. Основы опытного дела в растениеводстве / В.Е. Ещенко, М.Ф. Трифонова, П.Г. Копытко и др.; под редакцией В.Е. Ещенко и М.Ф. Трифоновой.-М.: КолосС, 2009. - 268с.
4. Лекарев, А.В. Приемы повышения продуктивности фотосинтеза и урожайности масличных культур в степном Поволжье / А.В. Лекарев, И.В. Милованов, И.В. Кутырев, Е.В. Кандалов // Научная жизнь. – 2020 – Т. 15 Вып. 12 – С.1608-1618
5. Милованов, И.В. Влияние стимуляторов роста и микроудобрения на продуктивность сафлора красильного в степной зоне Саратовского Правобережья / И. В. Милованов, Е. В. Кандалов, В. Б. Нарушев, Р.М. Кожгаалиева // Аграрный научный журнал. –2021. – № 4 – С. 24-25
6. Прогрессивные технологии посева сельскохозяйственных культур. Учебное пособие/ А.Г. Субботин. - Типография ЦВП, «Саратовский источник», Саратов 2013. -240с.

© Субботин А.Г., Булатов Р.А., Барышев В.С., 2022

Научная статья
УДК 636

Совершенствование технологий возделывания нута в сухостепном Поволжье

Н.Н. Таспаев

Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов

Аннотация. Проведено изучение влияния инокуляции семян, а также листовые обработки по вегетации биопрепаратами на продуктивности нута в Саратовском Заволжье, а именно на Краснокутской СОС.

Ключевые слова: нут, инокуляция, биопрепараты, урожайность

Improvement of chickpea cultivation technologies in the dry steppe Volga region N.N. Taspayev

Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov
Saratov

Abstract. It is carried out the study of the effect of seed inoculation, as well as leaf treatments during vegetation with biopreparations on the structure of the crop chickpea productivity in the Saratov Volga region, namely in the Krasnokutsk SOS.

Keywords: chickpeas, inoculation , biopreparations , productivity

Проблема дефицита в кормах растительного белка привлекает пристальное внимание ученых-аграриев на протяжении длительного времени. В решении этой проблемы наибольшее значение приобретает сбор белка бобовых культур, обладающих высокой кормовой ценностью и улучшающих использование животными кормов других низкобелковых культур [1– 3].

Среди всех зернобобовых культур нут – самая засухо- и жаростойкая культура, что обусловлено высоким содержанием связанной воды в тканях листьев, ксероморфной структурой их строения, опушенностью и наличием в них органических кислот.

После комплексных работ В.В. Балашова [4], Н.И. Германцевой и ряда других ученых в последние 10-15 лет опыты по изучению приемов возделывания нута в Среднем и Нижнем Поволжье не проводились. Наши исследования выполнены с целью совершенствования зональной технологии возделывания нута в условиях происходящего нарастания засушливости климата сухостепного Саратовского Заволжья.

Интерес сельхозтоваропроизводителей к культуре нута растет из года в год. Семена нута пользуются большим спросом как на внутреннем, так и на внешнем рынке.

В связи с этим возрастает актуальность научных исследований по современной технологии возделывания нута в острозасушливых условиях.

Предлагаемые опыты проводились в научном севообороте Краснокутской СОС в 2020-2021 году.

Почвы опытного участка каштановые. Мощность горизонта А – 18 см, содержание гумуса около 2,0 – 2,5 %. Климат резко континентальный, засушливый. Его основные особенности – высокая испаряемость воды из почвы, недостаточное выпадение атмосферных осадков, низкая относительная влажность воздуха и резкие колебания основных метеофакторов как по годам, так и в течении одного сезона. Так запасы продуктивной влаги в метровом слое 0 – 100 см к моменту весеннего сева в 2020 году находились в пределах 150,7 мм, в 2021 году 107,3 мм (среднемноголетняя норма 111 мм), сумма осадков за период вегетации нута в 2020 году находилась в пределах 91,6 мм , в 2021 году 119,5 мм (среднемноголетняя 97,5 мм) средняя температура воздуха за период вегетации нута (май, июль) в 2020 году была 20,81 С, в 2021 году 22,4 С (среднемноголетняя 19,9 С)

Условия 2020-2021 годов можно охарактеризовать как средnezасушливые.

Сорт Краснокутский 36, высевался девятирядковой делянкой (с междурядем 15 см), учетной площадью 25 м, повторность четырехкратная, размещение делянок систематическое. Норма высева 0,6 млн. всхожих семян на 1 м. Предшественник – озимая пшеница.

Для изучения влияния инокуляции семян и обработки посевов во время вегетации биопрепаратами при использовании ресурсосберегающих технологий был заложен полевой опыт.

Схема опыта включает два фактора:

Фактор А (иннокуляция):

1. Без инокуляции;
2. Ризоторфин Б
3. Ризобаш нут

Фактор В (обработка посевов биопрепаратами):

1. Без обработки;
2. Обработка в фазе 3- листьев (Фитоспорин М,Ж АС(1л/га)+ Борогум-Молибденовый (0,2 л/га) + Бионекст – Кеми NPK 21:4:4 + МЭ (3л/га) + Биолипостим).
3. Обработка в фазе бутонизации.
4. Обработка в фазе 3-х листьев + в фазе бутонизации.

В 2020 году урожайность нута была на уровне 1,21 – 1,49 т/га (таблица 1). Обработка семян повышает урожайность культуры с 1,21 т/га до 1,41 т/га. Наибольшая прибавка в варианте с обработкой семян Ризобаш – 0,19 т/га, а наименьшая – обработка Ризоторфином - 0,16

т/га. Обработка посевов по вегетации препаратами Бионекст – Кеми NPK 21:4:4+ МЭ, Бионекст – Кеми + S 35:1:1+6, БиоПолимик, Фитоспорин М.Ж АС, Борогум-Молибденовый, Биолипостим давала прибавку урожайности нута по сравнению с контрольным вариантом. Лучшими оказались варианты при применении этих препаратов в фазе 3-4 листьев + бутонизация – 1,49 т/га с обработкой семян Ризобаш.

Таблица 1 – Урожайность нута по вариантам опыта, 2020-2021 гг.

Фактор А	Фактор Б	Урожайность, т/га		
		2020	2021	Среднее
Без инокуляции	контроль	1,22	0,91	1,06
	Фазе 3-х листьев	1,34	0,94	1,14
	Фазе бутонизации	1,35	0,94	1,15
	Фазе 3-4 л + бутониз.)	1,38	0,99	1,19
Ризоторфин	Без обработки	1,38	0,98	1,18
	Фазе 3-х листьев	1,41	0,99	1,20
	Фазе бутонизации	1,43	1,02	1,23
	Фазе 3-4 л + бутонизации	1,47	1,04	1,26
Ризобаш	Без обработки	1,41	1,04	1,23
	Фазе 3-х листьев	1,45	1,08	1,27
	Фазе бутонизации	1,47	1,13	1,30
	Фазе 3-4 л + бутонизации	1,49	1,17	1,33

Урожайность нута в 2021 году находилась на уровне 0,91-1,17 т/га. Отчетливо проявляется влияние инокуляции семян нута. Прибавка урожайности от этого агроприема достигает 0,128 т/га. Наибольшая прибавка при обработке семян Ризобаш. Максимальная урожайность была получена в вариантах при инокуляции семян Ризобаш и обработка посевов по вегетации биопрепаратами при двукратной обработке – 1,17 т/га.

Список источников

1. Германцева, Н.И. Нут–культура засушливого земледелия / Н.И. Германцева. – Саратов, 2011. – 199 с.
2. Качественная характеристика протеина и клетчатки основных кормовых средств рационов степной зоны Южного Урала / А. Г. Мещеряков [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2009. - № 3. – С.264-267.
3. Васин, В.Г. Продуктивность нута Приво 1 при применении регуляторов роста на разных уровнях минерального питания в условиях лесостепи Среднего Поволжья / В.Г. Васин, Е.И. Макарова, В.В. Ракитина // Актуальные проблемы аграрной науки и пути их решения: сборник научных трудов. – Кинель: РИЦ СГСХА, 2015. – 324 с.
4. Балашов В.В., Балашов А.В., Булынцев С.В. Результаты селекции и семеноводства нута в Нижнем Поволжье // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. 2010. № 4(20).

© Таспаев Н.Н., 2022

**Оценка продуктивности различных сортов сои
в условиях Саратовского Левобережья**

Дмитрий Андреевич Тобольнов¹
Александр Геннадьевич Субботин¹
Анастасия Игоревна Мелехина¹

¹*кафедра растениеводства, селекции и генетики*

Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии
и инженерии имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов

Аннотация. Исследования на орошаемом участке в условиях Саратовского Левобережья позволило выявить наиболее продуктивные сорта и провести оценку качественных показателей зерна сои. Материалом для исследования служили 8 сортов сои относящихся к разным группам спелости. Оценка параметров формирования густоты стеблестоя растений выявил, что наибольшая величина сохранности растений отмечена у сортов сои Оресса – 87,4%, и у сорта Аннушка – 85,1%. Анализ биологического урожая сои позволил определить наиболее продуктивные сорта и их качество. В группе раннеспелых сортов наибольшую величину урожайности сформировал сорт сои Белгородская 7 – 2,24т/га. Максимальное содержание протеина и жира выявлено в зерне сорта Султана – 42,9% и 16,6% соответственно. Среди сортов, относящихся к среднеспелой группе, наибольшая величина урожайности отмечена у сорта Соер 7 – 2,39т/га. Анализ образцов зерна сои выявил сорт с максимальным содержанием протеина и жира – Аннушка – 46,0% и 16,8%.

Ключевые слова: соя, сорт, орошение, урожайность, качество

Dmitry Andreevich Tobolnov¹
Alexander Gennadievich Subbotin¹

¹The Department of Plant Breeding, Breeding and Genetics

Saratov State University of genetics, biotechnology and engineering
named after N.I. Vavilov, Saratov

**Evaluation of the productivity of various soybean varieties
in the conditions of the Saratov Left bank**

Annotation. Studies on the irrigated area in the conditions of the Saratov Left Bank allowed us to identify the most productive varieties and evaluate the quality indicators of soybean grain. The material for the study was 8 varieties of soybeans belonging to different groups of ripeness. An assessment of the parameters of the formation of plant stem density revealed that the highest value of plant preservation was noted in soybean varieties Oressa – 87.4%, and in the Annushka variety – 85.1%. The analysis of the biological yield of soybeans allowed us to determine the most productive varieties and their quality. In the group of early-ripening varieties, the highest yield was formed by the soybean variety Belgorod 7 - 2.24 t/ ha. The maximum protein and fat content was found in Sultan grain – 42.9% and 16.6%, respectively. Among the varieties belonging to the middle-ripening group, the highest yield was noted in the Soer 7 variety - 2.39 t/ha. The analysis of soybean grain samples revealed the variety with the maximum protein and fat content – Annushka – 46.0% and 16.8%.

Keywords: soybean, variety, irrigation, yield, quality

Введение. Развитие технологий в производстве продуктов питания и универсальность в использовании создаёт высокую потребность в зерне одной из распространенных зернобобовых культур - сои. Дефицит кормового белка вызывает острую необходимость в расширении посевных площадей и увеличении урожайности этой ценной культуры. В современном мире она является основной белковой и масличной культурой, из которой производят широкий спектр продуктов питания, лекарственные препараты и т.д. В состав её семян входит: белок (36 - 43%) - аминокислотный состав представлен лизином, метионином, триптофаном и др.; растительное масло (18,1-22,2%) - содержит ненасыщенные жирные кислоты - олеиновую (до 24,6%), линолевую (43,1-59,4%) и линоленовую (7,4-10,3%) и около 15% насыщенных кислот; углеводы (до 30%).

Основными направлениями использования зерна сои являются пищевая промышленность и животноводство, поэтому оно пользуется стабильным спросом на рынке сельскохозяйственной продукции. В настоящее время в связи с введением в строй перерабатывающих предприятий и животноводческих комплексов интерес к получению местного соевого сырья растет.

Саратовская область имеет большой потенциал в развитии соеводства, поскольку почвенно-климатические условия благоприятны для этой культуры и имеются все предпосылки для широкого внедрения сои в производство. По материалам исследований ведущих научных учреждений России и Саратовской области урожайность сои можно увеличить на 30 – 40% за счет сортосмены, сортообновления и повышения агротехнического уровня возделывания. В связи с этим изучение продуктивности различных сортов сои в условиях орошения является актуальным направлением.

Цель наших исследований – изучить в условиях орошения продуктивность и качество зерна различных сортов сои на тёмно-каштановой почве Саратовского Левобережья.

Полевой эксперимент проводили на орошаемом участке в УНПО «Поволжье». Почвенный покров представлен тёмно-каштановой почвой, среднесуглинистой по гранулометрическому составу.

Разработанная схема полевого опыта предусматривала изучение следующих сортов сои - Амфор, Белгородская 7, Оресса, Султана, Соер 7, Аннушка, Чера 1, Максус.

Площадь учётной делянки – 50 м². Повторность в опыте 3-х кратная, размещение вариантов рендомизированное. Полевой опыт сопровождался наблюдениями и учётами в соответствии с общепринятыми методическими указаниями [3].

В результате проведенных исследований были выявлены следующие особенности в формировании стеблестоя растений, урожайности и качества зерна изучаемых сортов сои.

На скорость появления всходов и наступление других фаз развития наибольшее влияние в условиях орошения оказывает температура воздуха и обеспеченность растений элементами питания.

Подсчёт количества растений в фазу полных всходов показал, что полевая всхожесть растений варьировала от 90,2% (Султана) до 91,6% (Амфор) в группе раннеспелых сортов сои, и у среднеспелых сортов от 90,4% (Аннушка) до 92,7% (Соер 7). В период вегетации культуры отмечали отклонения температуры воздуха от среднесезонных показателей в сторону понижения. Что привело к изреживанию растений сои к моменту созревания у изучаемых сортов. Наименьшая величина сохранности растений отмечена в группе раннеспелых сортов у сорта сои Султана – 83,7%, а наибольшая величина данного показателя у сорта Оресса – 87,4% (таблица 1).

На делянках, с сортами сои относящихся к среднеспелой группе наименьшая величина сохранности была отмечен у сорта Максус – 80,9%, а наибольшая на делянках с сортом Аннушка – 85,1%.

Таблица 1 – Параметры формирования густоты стояния растений сои в 2022 году

Варианты	Количество растений в фазу полных всходов, шт./м ²	Полевая всхожесть, %	Количество растений перед уборкой, шт./м ²	Сохранность, %
Раннеспелая группа				
Амфор	77,8	91,6	66,2	85,1
Белгородская 7	77,0	90,7	66,9	86,8
Султана	76,6	90,2	64,2	83,7
Оресса	76,8	90,4	67,1	87,4
Среднеспелая группа				
Соер 7	78,8	92,7	65,6	83,3
Аннушка	76,8	90,4	65,4	85,1
Чера 1	80,1	94,3	68,0	84,9
Максус	78,1	91,9	63,2	80,9

Анализ снопового материала для определения биологической урожайности позволил определить параметры хозяйственно-ценных признаков каждого сорта сои. В группе раннеспелых сортов наибольшее количество зерен на одном растении отмечали у сорта сои Амфор – 28,5шт., наибольшая масса зерна и масса 1000 зёрен определена у сорта Белгородская 7 – 3,3г и 178,8г. соответственно (таблица 2).

Таблица 2 – Структура урожая изучаемых сортов сои

Сорт	Показатели			Высота прикрепления нижнего боба, см.
	количество зёрен, шт. на 1 растении	масса зерна с 1-го растения, г	масса 1000 зерен, г	
Раннеспелая группа				
Амфор	28,5	3,1	145,4	13,8
Белгородская 7	24,7	3,3	178,8	13,8
Султана	23,5	3,2	165,8	14,0
Оресса	23,7	3,1	159,2	13,8
Среднеспелая группа				
Соер 7	21,7	3,6	159,6	14,5
Аннушка	22,3	3,2	160,4	14,5
Чера 1	25,7	2,9	160,8	14,1
Максус	21,9	3,2	159,3	14,3

На участках с сортами относящихся к среднеспелой группе максимальное количество зерен отмечено у сорта сои Чера 1 – 25,7шт, наибольшая масса зерна с одного растения отмечена у сорта Соер 7 – 3,6г., наибольшая величина массы 1000 зёрен отмечена у сорта сои Чера 1 – 160,8г.

Один из важнейших хозяйственных признаков растений у зернобобовых культур влияющий на качество уборки – высота прикрепления бобов. Наибольшая высота прикрепления отмечена у сортов Султана – 14,0 см., Соер 7 и Аннушка – 14,5см. Возделывание перспективных сортов сои на тёмно-каштановых почвах в условиях орошения позволяет получать стабильные урожаи сои. Результаты оценки биологической урожайности и качества зерна сои, полученные в 2022 г. на экспериментальном участке, приведены в таблице 3.

В группе раннеспелых сортов наибольшую величину урожайности сформировал сорт сои Белгородская 7 – 2,24т/га. Максимальное содержание протеина и жира выявлено в зерне сорта Султана – 42,9% и 16,6% соответственно.

Таблица 3 – Урожайность и качество зерна сои в 2022 г.

Сорт	Урожайность, т/га	Протеин, %	Содержание жира, %
Раннеспелая группа			
Амфор	2,07	42,4	16,6
Белгородская 7	2,24	41,7	17,1
Султана	2,08	42,9	16,6
Оресса	2,11	40,3	15,7
НСР ₀₅	0,10	2,09	0,82
Среднеспелая группа			
Соер 7	2,39	44,8	17,6
Аннушка	2,13	46,0	16,8
Чера 1	1,96	42,5	16,5
Максус	2,01	47,9	17,2
НСР ₀₅	0,10	2,26	0,85

Среди сортов, относящихся к среднеспелой группе наибольшая величина урожайности отмечена у сорта Соер 7 – 2,39т/га. Анализ образцов зерна сои выявил сорт с максимальным содержанием протеина и жира – Максус – 47,9% и 17,2% соответственно.

Список источников

1. Албегов, Р.Б. Ветвление стебля как фактор адаптивности стабильности сортообразцов сои / Известия Горского государственного аграрного университета. - 2013. Т. 50.- № 2. - С. 317-321.
2. Гатаулина, Г.Г. Соя и другие зернобобовые культуры: импортировать или производить/Гатаулина Г.Г., Бельшклина М.Е. // Достижения науки и техники АПК. 2017. № 8. С. 5-11.
3. Ещенко, В.Е. Основы опытного дела в растениеводстве / В.Е. Ещенко, М.Ф. Трифонова, П.Г. Копытко и др.; под редакцией В.Е. Ещенко и М.Ф. Трифоновой.-М.: КолосС, 2009.-268с.
4. Кучеров, В.С. Агробиологические обоснования инновационных ресурсосберегающих приёмов возделывания кормовых культур./В.С. Кучеров, Р.Ж. Кожагалиева, В.Б. Нарушев, А.Г. Субботин //Инновации и инвестиции. 2015. - № 2. - С. 139-142.
5. Прогрессивные технологии посева сельскохозяйственных культур. Учебное пособие/ А.Г. Субботин. - Типография ЦВП, «Саратовский источник», Саратов 2013. -240с.
6. Эюхеев, Ш.А. Удивительное растение – соя / Эбзеев Ш.А., Пивоваров С.А. // В сборнике: Современные тенденции развития науки и технологий - 2016. - С. 202-205.
7. Кумушев, М.М. Соя – как основной компонент для производства продуктов длительного хранения / Кумушев М.М., Бакуменко О.Е. // В сборнике: Биотехнология и продукты биоорганического синтеза Сборник материалов национальной научно-практической конференции. - 2018. - С. 61-64.
8. Чамурлиев, Г.О. Соя при орошении в нижнем Поволжье / Чамурлиев Г.О., Толоконников В.В., Чамурлиев О.Г. // Волгоградский государственный аграрный университет. Волгоград, - 2018.
9. Гунькин, В.А. Соя как продукт питания / Гунькин В.А., Сусянок Г.М., Кумушев М.М. // В сборнике: Биотехнология и продукты биоорганического синтеза Сборник материалов национальной научно-практической конференции. - 2018. - С. 41-45.

10. Зверев, С.В. Соя. переработка и применение / Зверев С.В., Сесикашвили О.Ш., Булах Ю.Г. // Beau Bassin, - 2018.

© Тобольнов Д.А., Субботин А.Г., Мелехина А.И., 2022

Научная статья
УДК 631.527: 633.111 «324»

Адаптивность элементов продуктивности колоса озимой мягкой пшеницы

**Владимир Михайлович Трипутин, Юрий Николаевич Кашуба,
Андрей Николаевич Ковтуненко**
Омский аграрный научный центр,
г. Омск

Аннотация. В статье представлен анализ адаптивности озернённости колоса и массы 1000 зёрен образцов озимой мягкой пшеницы из конкурсного сортоиспытания по данным опытов за 2019-2022 гг. Выделены перспективные формы, которые могут быть использованы в селекционном процессе в качестве доноров элементов продуктивности колоса.

Ключевые слова: адаптивность, озимая пшеница, озернённость колоса, масса 1000 зёрен

Adaptability of the productivity elements of the ear of winter soft wheat

**Vladimir Mikhailovich Triputin, Yuri Nikolaevich Kashuba,
Andrey Nikolaevich Kovtunencko**
Omsk Agricultural Research Center,
Omsk

Abstract. The article presents an analysis of the adaptability of the ear lake and the mass of 1000 grains of winter soft wheat samples from competitive variety testing according to the data of experiments for 2019-2022. Promising forms that can be used in the breeding process as donors of ear productivity elements are identified.

Keywords: adaptability, winter wheat, ear laceration, weight of 1000 grains

В селекции растений используются различные методы оценки. Среди них в последнее время всё чаще обращают внимание на адаптивность изучаемого материала, что возможно связано с ограниченностью роста продуктивности сельскохозяйственных культур и необходимостью их приспособления к условиям окружающей среды.

В методе по Эберхарту и Расселу рассчитываются экологическая пластичность (b_i) и стабильность (S^2_d) [1]. В условиях конкретного региона данный метод позволяет выделить селекционные номера, которые способны наиболее полно раскрыть свой продуктивный потенциал [2].

В наших опытах объектом исследований являлись образцы озимой мягкой пшеницы из конкурсного сортоиспытания (КСИ). Их изучение проведено в 2019-2022 гг. на полях лаборатории селекции озимых культур Омского аграрного научного центра (АНЦ). Стандарт – сорт Омская 4. Номера КСИ высевались на делянках площадью 15 м² в трёхкратной повторности. Озернённость колоса и масса 1000 зёрен определялись в ходе индивидуального анализа 30 растений у каждого образца.

Для характеристики погодных условий использовано значение гидротермического коэффициента (ГТК). Близкими к норме (ГТК = 1,01) оказались слабо засушливые 2019 г. (ГТК = 1,09) и 2022 г. (ГТК = 1,06). Очень засушливыми были 2020 г. (ГТК = 0,59) и 2021 г. (ГТК = 0,55).

При анализе показателей, рассчитанных методом Эберхарта и Рассела, важна их корректная интерпретация. Наиболее ценными считаются формы, у которых коэффициент пластичности (b_i) равен единице или ближе всего к ней. Такие номера относят к пластичным по изучаемому признаку в конкретном наборе сортов и линий [3-5]. Это подходит для озимой пшеницы в Сибири, поскольку понятие реакции сорта на изменение условий выращивания в случаях $b_i > 1$ (интенсивный фон) и $b_i < 1$ (экстенсивный фон) здесь мало приемлемо. В отличие от яровых культур у озимых (пшеница, рожь, тритикале) в условиях Сибири нет чёткого деления по фонам возделывания (интенсивный и экстенсивный). Предшественником для озимых культур является только пар, а внесение азотных удобрений весной является необходимым элементом технологии. Добавление других операций (использование средств защиты растений, дополнительное внесение удобрений и пр.) зависит от условий среды и возможностей производителей; при этом особенности сорта (как правило одного – в хозяйстве) вряд ли учитываются.

В наших опытах оценка адаптивности озернённости колоса показала, что линия 45/19 является пластичной ($b_i = 1,06$) (табл. 1).

Таблица 1 – Озернённость колоса (шт.) и её адаптивность

Сорт, линия	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	Среднее	Пластичность (b_i)	Стабильность (S^2_d)
Омская 4 (стандарт)	37,2	40,6	34,5	35,5	37,0	0,61	3,05
Прииртышская	33,0	36,1	31,5	30,7	32,8	0,42	4,83
Прииртышская 2	30,2	40,5	32,0	36,1	34,7	0,85	16,46
Линия 34/20	39,3	48,0	34,6	42,1	41,0	1,44	4,12
Линия 45/19	45,6	47,4	38,6	47,0	44,6	1,06	2,21
Линия 46/19	41,6	41,9	34,7	42,3	40,1	0,89	3,33
Линия 47/19	43,9	44,4	33,9	40,7	40,7	1,21	4,92
Линия 48/19	40,8	45,0	33,6	41,3	40,2	1,28	0,01
Линия 50/19	43,8	42,4	32,7	44,1	40,8	0,61	3,05
Среднее	39,5	42,9	34,0	40,0	39,1	-	-
НСР ₀₅	5,17	6,24	4,26	7,77	3,52	-	-
Индекс условий среды, I_j	0,39	3,82	-5,09	0,88	-	-	-

У неё также самое высокое среднее значение данного признака (44,6 шт.) и она достоверно превосходила стандартный сорт Омскую 4 в три из четырёх лет исследований. По стабильности эта линия – вторая в опытах ($S^2_d = 2,21$) после линии 48/19 ($S^2_d = 0,01$).

У выделившихся по озернённости колоса номеров (линии 45/19, 34/20, 50/19, 47/19, 48/19, 46/19) проявилась разная реакция на условия выращивания $b_i = (0,61...1,44)$. Ранее такое отмечено при оценке адаптивности урожайности в КСИ [6].

Наиболее высокая озернённость колоса (в среднем 42,9 шт.) отмечена в 2020 г. ($I_j = 3,82$), хотя по значению ГТК этот год определён как очень засушливый. В данном случае вероятно, что формирование числа зёрен в колосе проходило в благоприятных условиях. При расчёте ГТК за весь вегетационный период порой нивелируется проявление некоторых процессов, а

кроме того следует учитывать особенности сельскохозяйственных культур. Так характерную для Западной Сибири раннелетнюю засуху озимые культуры (благодаря запасам влаги в почве после перезимовки) переносят лучше, чем яровые культуры [7-10]. Воздействие других неблагоприятных явлений (сильные морозы, малоснежные зимы, возвраты холодов весной, засухи в разные периоды вегетации) на озимые культуры и уровень их продуктивности в регионе зависит от совокупности разных факторов (рельеф местности, агротехника, подбор сортов).

По массе 1000 зёрен пластичными в наших опытах оказались сорт Прииртышская 2 ($b_i = 1,00$) и линия 47/19 ($b_i = 0,97$) (табл. 2). При этом линия 47/19 стабильнее сорта Прииртышская 2 ($S^2_d = 1,29$ против $S^2_d = 12,90$).

Таблица 2 – Масса 1000 зёрен (г) и её адаптивность

Сорт, линия	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	Среднее	Пластичность (b_i)	Стабильность (S^2_d)
Омская 4 (стандарт)	40,7	40,6	37,1	36,8	38,8	0,23	6,56
Прииртышская	36,0	39,8	36,9	35,3	37,0	0,65	3,41
Прииртышская 2	43,0	47,7	41,5	39,4	42,9	1,00	12,90
Линия 34/20	40,9	46,5	39,9	42,4	42,4	1,42	0,99
Линия 45/19	37,2	45,8	41,7	45,1	42,4	1,70	6,41
Линия 46/19	43,5	44,4	41,6	46,4	44,0	0,62	3,77
Линия 47/19	40,6	44,4	41,2	44,7	42,7	0,97	1,29
Линия 48/19	39,0	44,6	40,3	44,3	42,0	1,34	1,64
Линия 50/19	39,3	43,2	40,6	46,4	42,4	1,08	8,03
Среднее	40,0	44,1	40,1	42,3	41,6	-	-
НСР ₀₅	5,44	3,24	2,47	3,89	3,11	-	-
Индекс условий среды, I_j	-1,61	2,48	-1,54	0,68	-	-	-

Самая высокая масса 1000 зёрен колоса за годы исследований (в среднем 44,1 г) отмечена в 2020 г. ($I_j = 2,48$), а относительное снижение данного признака (40,0 г и 40,1 г) проявилось в 2019 и 2021 гг. ($I_j = -1,61$ и $I_j = -1,54$).

Выделившиеся в данных опытах образцы также показали высокую адаптивность при изучении элементов структуры урожая: линия 45/19 – по массе зерна колоса, а линия 47/19 – по густоте растений [11].

Заключение

Оценка адаптивности элементов продуктивности колоса в конкурсном сортоиспытании озимой мягкой пшеницы позволила выявить пластичные формы: линию 45/19 – по озернённости колоса, линию 47/19 и сорт Прииртышская 2 – по массе 1000 зёрен. Предлагается их использование в качестве доноров указанных признаков при селекции озимой пшеницы в местных условиях.

Список источников

1. Eberhart S.A., Rusell W.A. Stability parameters for comparing varieties // Crop science. - 1966. - Vol. 6. - P. 36-40.
2. Фёдорова В.А. Экологическая пластичность и стабильность перспективных сортов озимой мягкой пшеницы в районе Северного Прикаспия // Аграрный научный журнал. - 2021. - № 6. - С. 39-42. DOI: 10.28983/asj.y2021i6pp39-42.

3. Хангильдин В.В., Литвиненко Н.А. Гомеостатичность и адаптивность сортов озимой пшеницы // Научно-технический бюллетень ВСГИ. - 1981. - Вып.1. - С. 8-14.
4. Рыбась И.А. Адаптивный потенциал сортов озимой мягкой пшеницы в условиях южной зоны Ростовской области: автореф. дис.... канд. с.-х. наук. - Краснодар, 2016. - 22 с.
5. Cheshkova A.F., Stepochkin P.I., Aleynikov A.F., Grebennikova I.G., Ponomarenko V.I. A comparison of statistical methods for assessing winter wheat grain yield stability // Вавиловский журнал генетики и селекции. - 2020. - Т. 24, № 3. - С. 267-275. DOI: 10.18699/VJ20.619.
6. Трипутин В.М., Ковтуненко А.Н., Кашуба Ю.Н. Оценка урожайности образцов озимой мягкой пшеницы по параметрам экологической пластичности в условиях южной лесостепи Омской области // Зерновое хозяйство России. - 2022. - Т. 14, № 2. - С. 7-11. DOI: 10.31367/2079-8725-2022-80-2-7-11.
7. Озимые хлеба в Омской области. - Омск: Омск. книж. изд-во, 1985. - 43 с.
8. Чекуров В.М., Козлов В.Е. Озимая пшеница и эффективное использование агроклиматических ресурсов // Повышение эффективности селекции и семеноводства с.-х. растений. - Новосибирск, 2002. - С. 105-111.
9. Иваненко А.С., Иваненко Н.А. Озимая пшеница и тритикале – мощный резерв повышения урожайности полей Тюменской области // Аграрный вестник Урала. - 2011. - № 9. - С. 6 -7.
10. Борадулина В.А. Селекция озимой пшеницы на Алтае // Зерновое хозяйство России. - 2016. - № 1. - С. 56-58.
11. Трипутин В.М., Кашуба Ю.Н., Ковтуненко А.Н. Адаптивность элементов структуры урожая образцов озимой пшеницы // Инновационные технологии в земледелии и растениеводстве: сборник научных статей. - Омск: ФГБНУ «Омский АНЦ», 2022. - С. 237-241.

© Трипутин В.М., Кашуба Ю.Н., Ковтуненко А.Н., 2022

Научная статья
УДК 336.018(045)

Современные агротехнологические решения для обработки сельскохозяйственных угодий

Канат Баянович Усубалиев

Поволжский государственный технологический университет,
г. Йошкар-Ола

Аннотация. Успешное выполнение задач **агропромышленности** по обеспечению сельскохозяйственной продукции во многом зависит от применения новых машин и технологий. На сегодняшний день существуют современные отечественные комплексы, которые могут использоваться в растениеводстве как в крупных агрохолдингах, так и в небольших фермерских хозяйствах для обработки сельскохозяйственных угодий. Их использование является важным шагом развития промышленной безопасности страны в условиях перехода на импортозамещение.

Ключевые слова: сельское хозяйство, урожайность, агротехника, технологии, оборудование, импортозамещение

Разработка новой и непрерывное совершенствование и усложнение существующей сельскохозяйственной техники, условий их эксплуатации, повышающиеся требования к качеству выполнения технологических процессов сформировали современные тренды, которые направлены на применение интеллектуальных систем автоматизации, контроля и управления машинно-тракторными агрегатами. В новых тракторах и комбайнах реализуются

инновационные технические решения, способствующие повышению технико-экономических и экологических показателей, улучшению управления машинно-тракторными агрегатами и созданию удобств механизаторам. При этом одним из важнейших направлений в совершенствовании технологических операций в аграрной отрасли является внедрение информационных и управляющих систем, обеспечивающих минимальное вмешательство оператора в управление сельскохозяйственными машинами и оборудованием [4, с. 46].

Учитывая государственный ориентир на импортозамещение во всех сферах жизнедеятельности общества, важнейшим направлением развития сельскохозяйственного производства является использование российских решений, технологий и бизнес-процессов, способствующих внедрению инноваций в агропромышленном комплексе [7, с. 127].

В настоящее время отечественные производители сельскохозяйственной техники разрабатывают и внедряют новые типы машин способные выполнять множество различных операций. В современных условиях дальнейшее развитие растениеводства во многом зависит от применения новых современных машин с учетом климатических условий.

В России активное применения находят ресурсосберегающие посевные комплексы, которые стали использоваться аграриями начиная с 2010-х годов. Производителями посевных комплексов являются компании Ростсельмаш, Белагромаш-Сервис имени В.М. Рязанова, Троицкий тракторный завод, «Агромастер», «Агристо», «Белинксельмаш», «СибзаводАгро» ООО «АГРО» и др. Посевной комплекс представляет собой широкозахватную сеялку с бункером для удобрений и семян с сошниками анкерного типа или дисковыми обеспечивающих заделку семян в почву. Снабжены электронной системой подачи семян и удобрений.

Посевной комплекс «Кузбасс-А» предназначен для посева семян зерновых культур с одновременным внесением удобрений, агрегируется с тракторами тягового класса 3;4;5; Данный комплекс снабжен сошниками анкерного типа. Посев проводится в открытую борозду во влажную зону, закрывается слоем почвы и прикатывается, ширина захвата от 4,2 до 15,8 в зависимости от модификации. Перед посевом осуществляется боронование, предпосевная культивация, выравнивание почвы. Используется при минимальной обработке почвы. В составе имеется бункер с пневматическим способом высева семян. Выпускаются и малогабаритные комплексы. Снабжены бортовыми компьютерами. Выпускается с 2007 года, происходит обновление и расширение возможностей их. Зарекомендовали себя как надежная техника [7, с. 12].

Посевной комплекс Ростсельмаш ML-930/АС-315 предназначен для выполнения работ в различных климатических условиях. В состав комплекса входит сеялка ML с независимыми копирующими сошниками. В почвенных условиях с минимальным количеством влаги посев осуществляется на глубину 6..8 см Сеялка может быть использована в условиях недостаточной влажности почвы, когда требуется посев семян на большую глубину во влажный слой почвы. Копирующие сошники создают уплотненное ложе для семян во влажном слое, что в дальнейшем способствует лучшему прорастанию. Пневматический бункер АС – обеспечивает точную подачу семян в семяпроводы. Модель АС-315 может одновременно подавать к рабочим органам сеялок до трех продуктов с нормой высева от 1,5 до 330 кг/га. Изменение нормы высева производится сменой быстросъемных звездочек, комбинацию которых выдаст компьютер.

Группа компаний «Агромаш» выпускает посевные комплексы серии FEAT. Они выполняют операции предпосевной обработки почвы, посев осуществляется рядовым способом дисковыми сошниками. Посев зерновых и зернобобовых а также мелкосемянных культур с одновременным внесением удобрений [1]. В данной конструкции применены современные композитные и полимерные материалы. Комплекс может применяться во всех климатических зонах России.

Пневматический посевной комплекс «Хлебороб» выпускается Троицким тракторным заводом. Данный посевной комплекс культиваторного типа. Внесены изменения в конструкцию комплекса с учетом пожеланий агрономов и сельхозпроизводителей. Применяется в ресурсосберегающей технологии и используется при минимальной обработке почвы. Осуществляет посев зерновых культур.

Имеет оптимальную ширину междурядий. Создает благоприятные условия для прорастания семян [9].

Комплекс посевной «ALCOR» компании Агротехника Волжский. Предназначен для сплошного посева зерновых, зернобобовых культур по традиционной и минимальной обработке почвы. Имеет ширину захвата 7,3 и 9,8 м. Он может использоваться в фермерских хозяйствах с посевной площадью от 500 до 2000 га. За один проход выполняет 5 операций: культивация, подрезание сорняков, полосовой посев, внесение гранулированных минеральных удобрений, удаление сорняков и прикатывание. Норму высева семян регулируют, используя контролер HELIOS производства НПФ «МОНАДА» [6, с. 207].

Комплекс посевной «ALCOR» компании Агротехника Волжский. Предназначен для сплошного посева зерновых, зернобобовых культур по традиционной и минимальной обработке почвы. Имеет ширину захвата 7,3 и 9,8 м. Он может использоваться в фермерских хозяйствах с посевной площадью от 500 до 2000 га. За один проход выполняет 5 операций: культивация, подрезание сорняков, полосовой посев, внесение гранулированных минеральных удобрений, удаление сорняков и прикатывание. Норму высева семян регулируют, используя контролер HELIOS производства НПФ «МОНАДА» [6, с. 110].

Контроль за каждым семяпроводом осуществляется с кабины трактора. Применение полосового посева способствует возможности каждому ростку развиваться за счет увеличения площади питания. Комплекс снабжен стрельчатыми лапами производства компании, которые могут работать по стерне с высотой пожнивных остатков до 150 мм. Стрельчатые лапы формируют уплотненное ложе, в котором семена хорошо развиваются в дальнейшем. После посева и заделки семян происходит прикатывание почвы катками. Снабжен пластиковым бункером, подача семян в семяпроводы осуществляется пневмосистемой [8].

Таким образом, применение современных посевных комплексов обеспечивает повышение плодородия почв и как следствие повышение уровня урожайности. При этом, важно отметить, что если модернизация сельскохозяйственных машин необходима для удобства механизатора, то системы контроля необходимы руководителю хозяйства. Поэтому многие сельхозтоваропроизводители при выборе техники обращают внимание на возможность включения специальных датчиков-информаторов. Причем в крупных хозяйствах обращают внимание на возможность установки специализированной системы контроля. Например, нужной глубины вспашки. Это связано с тем, что из-за человеческого фактора снижается урожайность. Во избежание этого многие мировые производители сельскохозяйственной техники стремятся к разработке собственных интеллектуальных программ дистанционного управления за машинно-тракторным парком [2, с. 63]. Главная задача систем телеметрии и мониторинга машинно-тракторных агрегатов заключается в повышении их производительности за счет оптимизации технологического процесса на основе анализа рабочего времени, внесения коррективов в настройки машин, сбора, учета и документирования данных, увеличения эксплуатационной надежности машин, улучшения планирования и обслуживания. С помощью спутников GPS определяется местоположение машин, а по мобильной связи через регулярные временные промежутки к единому серверу передаются данные GPS-координат, времени и характера работ, агротехнические показатели агрегируемых машин.

Подводя итог, резюмируем. Создание машин происходит на основе системы машин, служащая технической основой комплексной механизации сельскохозяйственного производства. Происходит внедрение более прогрессивных технологий. Современные посевные комплексы обеспечивают одновременное выполнение нескольких операций, они осуществляют подготовку почвы к посеву, уничтожение сорняков, выравнивание, внесение

минеральных удобрений. Автоматизированные машины и системы с обеспечением работ по заданным технологическим критериями. Они снабжены разным типом сошников как дисковыми, так и анкерного типа. Сошники создают плотное посевное ложе, что в дальнейшем способствует хорошему прорастанию семян зерновых культур. Посевные комплексы применяются как при традиционном способе посева, так и при минимальной ресурсосберегающей технологии. Имеют большую ширину захвата и осуществляют полосовой посев. Система машин создается с учетом природно-климатических условий страны. Применение посевных комплексов положительно сказывается на производительности, обеспечивает снижение трудовых затрат. Ресурсосберегающие технологии способствуют снижению себестоимости продукции повышению урожайности.

Список источников

1. Агробаза [электронный ресурс]. – Режим доступа <https://www.agrobaza.ru/news/selxozmashinostroenie/posevnoj-kompleks-rostselmash-ml-930-ac-31> (дата обращения: 01.11.2022)
2. Барсаева Д.Х. Проблемы эксплуатации сельскохозяйственной техники // Приоритетные направления научных исследований. Анализ, управление, перспективы. Сборник статей Международной научно-практической конференции : в 2 ч.. Ижевск, 2022. – С. 62-64.
3. Гольдяпин В.Я. Инновационные технологии прямого посева зерновых культур [Электронный ресурс] : науч. аналит. обзор / В.Я. Гольдяпин . – М. : ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. – 80 с.
4. Ерохин М.Н. Интеллектуальная система диагностирования параметров технического состояния сельскохозяйственной техники / М. Н. Ерохин, А. С. Дорохов, Ю. В. Катаев. // Агроинженерия. – 2021. – № 2 (102). – С. 45-50.
5. Журавлев С.Ю. Организация и технология технического сервиса сельскохозяйственной техники нового поколения // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2022. – № 7 (213). – С. 116-122.
6. Зимина О.Г. Обзор ресурсосберегающих посевных комплексов отечественного производства // Климат, экология, сельское хозяйство Евразии. материалы XI Международной научно-практической конференции. п. Молодежный, 2022. – С. 260-266.
7. Исаева О.В., Криничная Е.П. Государственная поддержка технической модернизации многоукладного сельского хозяйства России: текущее состояние и направления совершенствования // Вестник аграрной науки. – 2022. – № 2 (95). – С. 126-133.
8. Комплекс посевной «ALCOR» Компания АгроТехника. Волжский [электронный ресурс]. - Режим доступа <https://agtz.ru/technique/machinery-for-sowing-harvesting-and-transport/equipment-for-sowing/posevnye-kompleksy/seeding-complex-alkor/> (дата обращения: 01.11.2022)
9. Посевной комплекс Хлебороб [электронный ресурс]. - Режим доступа <http://agr.ru/b/5881.html> (дата обращения: 01.11.2022)

© Усубалиев К.Б., 2022

Научная статья
УДК 633.85:631.82, 631.87

Особенности технологии возделывания картофеля в биологическом земледелии

**Ханиева Ирина Мироновна,
Абидова Галимат Хабаловна,
Абидов Азамат Хасетович,
Коков Тамерлан Азаматович,**

Аннотация. В условиях горной зоны Кабардино-Балкарской Республики проводили полевые исследования по выявлению эффективности отдельного и совместного применения препарата Лигногумат АМ и препаратов на основе биологически активных веществ на урожайность и качественные показатели клубней картофеля. В качестве объектов исследования были изучены сорта картофеля Горянка и Нарт 1. Предметом исследований являлись следующие препараты: Лигногумат АМ, Полидон йод, Фульвигрейн Стимул Про, Циркон, БисолбиСан, Ж и Янтарная кислота.

Ключевые слова: картофель, Нарт 1, Горянка, биопрепараты, сухое вещество, крахмал, урожайность

Features of potato cultivation technology in biological farming

**Khanieva Irina Mironovna,
Abidova Galimat Khabalovna,
Abidov Azamat Khasetovich,
Kokov Tamerlan Azamatovich**

Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, Nalchik

Abstract. In the conditions of the mountainous zone of the Kabardino-Balkarian Republic, field studies were conducted to identify the effectiveness of separate and joint use of the drug Lignohumate AM and preparations based on biologically active substances on the yield and quality indicators of potato tubers. Potato varieties Goryanka and Nart 1 were studied as objects of research. The subject of research were the following drugs: LignohumateAM, Polydon iodine, Fulvigrain Stimulus Pro, Zircon, BisolbiSan, Zh and Succinic acid.

Keywords: potato, Nart 1, Goryanka, biological products, dry matter, starchyield

Введение. Картофель является одной из самых востребованных сельскохозяйственных культур в России. На мировом потребительском рынке его опережают только кукуруза, пшеница и рис.

Валовой сбор картофеля в мире растет и в среднем по данным FAOSTAT составил 374 млн. тонн, при средней урожайности 17,2 т/га. По валовому производству картофеля Россия занимает третье место среди самых крупных производителей в мире, после Китая и Индии [3].

В России валовой сбор картофеля в 2019 году составил более 21,1 млн. тонн (по данным Росстата), в крупно-товарном секторе производство ежегодно увеличивается и составляет около 7 млн. тонн при урожайности – 21,0...23,0 т/га [2]. https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/S-X_2021.pdf

В связи с этим исследования, направленные на разработку новых и совершенствование существующих технологий возделывания, применения препарата Лигногумат АМ и препаратов на основе биологически активных веществ (Полидон йод, Фульвигрейн Стимул Про, Циркон и БисолбиСан, Ж, Янтарная кислота), позволяющих раскрыть и максимально реализовать генетически заложенный потенциал сортов, для получения стабильных урожаев с высокими технологическими свойствами, являются актуальными.

Цель работы – изучить влияние препарата Лигногумат АМ и препаратов на основе биологически активных веществ (Полидон йод, Фульвигрейн Стимул Про, Циркон и БисолбиСан, Ж, Янтарная кислота) на урожайность и качественные показатели картофеля при выращивании на выщелоченном черноземе, в условиях горной зоны Кабардино-Балкарской Республики.

Для достижения поставленной цели решались следующие **задачи:**

- исследование препаратов для предпосадочной обработки клубней: Полидон йод, Фульвигрейн Стимул Про, Циркон, БисолбиСан, Ж, Янтарная кислота;
- выявление действия применения препарата Лигногумат АМ и предпосадочной обработки клубней и растений препаратами на основе биологически активных веществ на урожайность и качественные показатели клубней районированных сортов картофеля.

Научная новизна. Впервые в условиях горной зоны на выщелоченном черноземе, при выращивании сортов картофеля Горянка и Нарт 1 установлена эффективность совместного использования препарата Лигногумат АМ и препаратов: Полидон йод, Фульвигрейн Стимул Про, Циркон и БисолбиСан, Ж, Янтарная кислота. Выявлен перечень препаратов на основе биологически активных веществ для предпосадочной обработки клубней картофеля, позволяющих максимально реализовать потенциал сортов картофеля.

Условия, материалы и методы. Экспериментальная часть опытов по изучению влияния применения препарата Лигногумат АМ и предпосадочной обработки клубней и растений препаратами на основе биологически активных веществ на продуктивность и качественные показатели картофеля проводилась в ИСХ КБНЦ РАН на экспериментальных участках лаборатории селекции и семеноводства картофеля, расположенной в с.п. Белокаменское, Зольского района КБР, в течение трех лет (2019–2021 гг.).

Участок, на котором проводились исследования, имел следующие агрохимические показатели: гумус на уровне 3,7%, щелочногидролизуемого азота – 150 мг, рН солевой вытяжки 6,5. Содержание подвижных форм фосфора составило 35 мг, содержание обменного калия на уровне 85 мг.

Механический состав выщелоченного чернозема среднесуглинистый содержанием физической глины 56%.

Объектами исследований были районированные сорта картофеля Горянка и Нарт 1 <https://reestr.gosortrf.ru/> [1].

Препараты: **Янтарная кислота**, ВРП (50 г/кг), д.в. – янтарная кислота, производитель и правообладатель ООО «ОРТОН», 3/3033-07-2821-1 от 04.10.2030.

Циркон, Р (0,1 г/л), д.в. – гидроксикоричная кислота, производитель и правообладатель АНО «НЭСТ М», 3В/3 233-07-1775-1 (взамен ранее выданного свидетельства от 30.03.2016 № 1054), 29.03.2026.

БисолбиСан, Ж, д.в. – *Bacillus subtilis*, штамм Ч-13 (титр не менее 100 млн. КОЕ/мл) производитель и правообладатель ООО «Бисолби-Интер», 4/-174-02-107-1, 174-02-107-1/127, 174-02-107-1/161, 174-02-107-1/273 от 21.07.2023 часть I пестициды.

Лигногумат АМ, производитель: ООО «НПО «РЭТ», содержание действующего вещества - 900 г/кг: соли гуминовых веществ - 81 %, Гуминовые кислоты - 50 %, Фульвовые кислоты - 25 %, Калий (К) не менее - 9 % , Сера (S), не менее - 3 %, Железо (Fe) - 0,18 %, Марганец (Mn) - 0,11 %, Медь (Cu) - 0,11 %, Цинк (Zn) - 0,11 %, Молибден (Mo) - 0,0135 %, Селен (Se) - 0,0045%, Бор (В) - 0,135%, Кобальт (Co) - 0,11%.

Полидон йод, производитель: ООО «ПОЛИДОН Агро», номер государственной регистрации: 098-11-544-1, действующее вещество - йод (I) 100 г/л, водный раствор йода в полисахаридном комплексе.

Фульвигрейн Стимул Про, производитель: Numintech, регистрант: АСКА ТРЕЙД ЛЛП (Великобритания), номер государственной регистрации: 270-13-2595-1, содержание действующего вещества: соли гуминовых и фульвовых кислот - не менее 10,0 %, N общ. - не менее 10,0 %, экстракт морских водорослей - не менее 5,0 %.

Все препараты зарегистрированы и опубликованы в каталоге «Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов» разрешенных к применению на территории Российской Федерации, часть I - Пестициды и часть II - Агрохимикаты за 2019 год [4].

Исследования включали в себя проведение лабораторных и полевых опытов.

Повторность опыта четырехкратная. На 10 сутки проращивания подсчитали число пробудившихся почек, на 30 сутки – массу ростков и корешков проростков клубней картофеля.

Размещение делянок в опыте рендомизированное, площадь делянки составляла 50 кв.м.

Данные по учету урожайности и другие биометрические показатели были подвергнуты математической обработке методом дисперсионного анализа для двухфакторного опыта при помощи компьютерной программы для расчета НСР₀₅.

Фактор А - обработка клубней и растений, фактор В – изучаемые в опыте сорта [5] (Доспехов Б.А. *Методика полевого опыта*. М.: *Агропромиздат*, 1985. 351 с.).

Опыт включал раздельное и совместное применение препарата Лигногумат АМ и препаратов на основе биологически активных веществ:

1. Контроль (вода);
2. Полидон йод (клубни 300 мл/т + растения 150 мл/л);
3. Фульвигрейн Стимул Про (клубни 3 л/т + растения 6 мл/л);
4. Циркон (клубни 5 мл/т + растения 10 мл/л);
5. БисолбиСан (клубни 2 мл/т + растения 10 мл/л);
6. Лигногумат АМ – 5 г/10 л;
7. Лигногумат АМ 5 г/10 л + Полидон йод (клубни 300 мл/л + растения 150 мл/л);
8. Лигногумат АМ 5 г/10 л + Фульвигрейн Стимул Про (клубни 3 л/т + растения 6 мл/л);
9. Лигногумат АМ 5 г/10 л + Циркон (клубни 5 мл/т + растения 10 мл/л);
10. Лигногумат АМ 5 г/10 л + БисолбиСан (клубни 2 мл/т + растения 10 мл/л).

Обработку клубней картофеля проводили препаратами на основе биологически активных веществ, позволяющими максимально реализовать потенциал сортов на начальных этапах роста растений картофеля. Посевы обрабатывались в фазу полные всходы, согласно утвержденных производителем регламентов.

Норма расхода рабочего раствора составляла: клубни – 10 л/т, посевы – 300 л/га.

Предшественник – занятой пар. Под основную обработку почвы внесли навоз – 50 т/га. Технология возделывания картофеля общепринятая для данной зоны выращивания.

В ходе проведения исследований велись следующие учеты и наблюдения:

- учет урожая методом сплошной уборки и структурный анализ полученной продукции [6] (*методика Государственного сортоиспытания*, 1975),
- содержание крахмала определяли по ГОСТ - 26176-91 [6],
- количество сухого вещества определяли по ГОСТ - 31640-2012 [6].

Результаты и обсуждение. Урожайность сельскохозяйственных культур является интегральным показателем, отражающим ответную реакцию растительного организма на условия выращивания, включая пищевой режим и интенсивность метаболических процессов, которые изменяются в процессе роста растений.

Применение препарата Лигногумат АМ и обработка клубней и растений препаратами на основе биологически активных веществ, стимулировало дружное и быстрое появление всходов, рост и развитие растений, повысило показатели ФП и ЧПФ, на фоне улучшения пищевого режима растений, способствовало увеличению урожайности клубней картофеля (табл. 1).

В ходе проведения исследований установлено, что наиболее высокую прибавку урожая обеспечил препарат БисолбиСан в 2020 г. (который характеризовался как достаточно влагообеспеченный), у сорта Горянка - до 17,8%. По погодно-климатическим условиям 2019 и 2021 гг. были менее благоприятными для формирования урожая картофеля, прибавка урожая на вариантах применения этого препарата составила 13,6% и 12,5%.

На вариантах опыта, где применялся препарат Лигногумат АМ, отмечено наибольшее повышение урожайности сорта Горянка в 2020 и 2021 годах, прибавка относительно контрольного варианта составила 22,8% и 19,9%, в 2019 году значение этого показателя составило 21,3%. Применение препарата Фульвигрейн Стимул Про в 2019 г. позволило получить прибавку урожая – 9,5%, в 2020 и 2021 годах прибавка урожая составила 7,3% (табл. 1).

Таблица 1 – Влияние препарата Лигногумат АМ и препаратов на основе биологически активных веществ на урожайность картофеля сортов Горянка и Нарт 1

Сорт	Вариант	Урожайность, т/га				% к контролю
		2019 г.	2020 г.	2021 г.	Средняя	
Горянка	Контрольный вариант (вода)	22,1	28,6	23,2	24,6	100,0
	Полидон йод (клубни 300 мл/т + растения 150 мл/л)	22,4	28,3	22,9	24,5	99,6
	Фульвигрейн Стимул Про (клубни 3 л/т + растения 6 мл/л)	24,2	30,7	24,9	26,6	108,1
	Циркон (клубни 5 мл/т + растения 10 мл/л)	24,0	32,9	26,8	27,9	113,4
	БисолбиСан (клубни 2 мл/т + растения 10 мл/л)	25,1	33,7	26,1	28,3	115,0
	Лигногумат АМ – 5 г/10 л	26,8	34,3	28,5	29,9	121,5
	Лигногумат АМ 5 г/10 л + Полидон йод (клубни 300 мл/л + растения 150 мл/л)	27,2	34,8	28,3	30,1	122,3
	Лигногумат АМ 5 г/10 л + Фульвигрейн Стимул Про (клубни 3 л/т + растения 6 мл/л)	28,1	35,4	29,1	30,9	125,6
	Лигногумат АМ 5 г/10 л + Циркон (клубни 5 мл/т + растения 10 мл/л)	28,6	37,8	31,6	32,7	132,9
	Лигногумат АМ 5 г/10 л + БисолбиСан (клубни 2 мл/т + растения 10 мл/л)	28,9	36,7	30,9	32,2	130,9
Нарт 1	Контрольный вариант (вода)	25,0	39,2	28,3	30,8	100,0
	Полидон йод (клубни 300 мл/т + растения 150 мл/л)	25,5	39,6	28,9	31,3	127,2
	Фульвигрейн Стимул Про (клубни 3 л/т + растения 6 мл/л)	25,3	42,1	30,1	32,5	132,1
	Циркон (клубни 5 мл/т + растения 10 мл/л)	26,8	43,1	31,2	33,7	137,0
	БисолбиСан (клубни 2 мл/т + растения 10 мл/л)	26,8	43,3	33,1	34,4	139,8
	Лигногумат АМ – 5 г/10 л	31,7	48,5	35,5	38,9	156,9
	Лигногумат АМ 5 г/10 л + Полидон йод (клубни 300 мл/л + растения 150 мл/л)	31,8	48,1	35,6	38,5	156,5
	Лигногумат АМ 5 г/10 л + Фульвигрейн Стимул Про (клубни 3 л/т + растения 6 мл/л)	32,8	49,5	35,7	39,3	159,7
	Лигногумат АМ 5 г/10 л + Циркон (клубни 5 мл/т + растения 10 мл/л)	31,7	49,8	37,4	39,6	161,0
	Лигногумат АМ 5 г/10 л + БисолбиСан (клубни 2 мл/т + растения 10 мл/л)	33,4	50,1	40,2	41,2	167,5
НСР ₀₅		1,33	1,39	1,10	-	-

Сорт	Вариант	Урожайность, т/га				% к контролю
		2019 г.	2020 г.	2021 г.	Средняя	
НСР ₀₅ Фактор А (вариант обработки)		0,98	0,94	0,84	-	-
НСР ₀₅ Фактор В (сорт)		0,41	0,52	0,44	-	-

Анализ вышеприведенных данных показывает, что сорт Нарт 1 более отзывчив на применение препарата Лигногумат АМ, чем сорт Горянка. Лигногумат АМ позволяет снять отрицательное влияние неблагоприятных погодно-климатических условий в период формирования урожая.

На вариантах совместного применения препарата Лигногумат АМ и препаратов на основе биологически активных веществ у сорта Горянка максимальную прибавку урожая в 2020 и 2021 гг. обеспечивал препарат Циркон, соответственно: 33,5% и 38,0%, в 2019 г. – препарат БисолбиСан – 32,3%. Совместное применение Фульвигрейн Стимул Про привело к дальнейшему повышению продуктивности относительно варианта, где применялся препарат Лигногумат АМ.

Совместное применение препаратов БисолбиСан и Лигногумат АМ позволило сорту Нарт 1 в более полной мере реализовать свой генетический потенциал в неблагоприятных по погодно-климатическим условиям 2019 и 2021 гг., прибавки урожая в эти года были наибольшими составили 33,6% и 42,0%, соответственно.

Анализ данных показывает, что изучаемые в опыте препараты на основе биологически активных веществ, способствуют увеличению урожайности картофеля сорта Нарт 1 на 27,2...39,8%, на вариантах совместного применения с препаратом Лигногумат АМ значение этого показателя увеличивается до 67,5%, относительно контрольного варианта. По сорту Горянка препараты на основе биологически активных веществ, способствуют увеличению урожайности на 9,6...15,0%, на вариантах совместного применения с препаратом Лигногумат АМ значение этого показателя увеличивается до 32,9% относительно контрольного варианта [3].

Неуклонно возрастающая антропогенная нагрузка на почву, сокращение норм внесения или полный отказ от органических удобрений в совокупности с пестицидной нагрузкой привели к тому, что за последние годы снизилась крахмалистость картофеля, ухудшились его вкусовые качества, возросло содержание нитратов и тяжелых металлов в продукции, наблюдается усиление гниения картофеля в период хранения [9].

Характер накопления сухого вещества и крахмала в клубнях картофеля зависит от генетических особенностей сорта, органо-минерального питания растений и почвенно-климатических условий [5].

Анализ данных, полученных в ходе проведения лабораторных исследований, показал, что применение препарата Лигногумат АМ и предпосадочная обработка клубней и вегетирующих растений препаратами на основе биологически активных веществ оказывает влияние на содержание сухих веществ и крахмала (табл. 2).

Применение препарата Фульвигрейн Стимул Про и препарата Лигногумат АМ позволило сформировать наибольшее содержание сухих веществ и крахмала по сорту Горянка, относительно контрольного варианта значение этого показателя увеличилось на 1,9% и 1,3%. На вариантах где препарат Циркон применялся совместно с препаратом Лигногумат АМ значение данных показателей увеличилось на 1,5% и 1,0%, а на варианте с препаратом БисолбиСан – на 1,3% и 0,9% относительно контрольного варианта.

На вариантах опыта, где применялся препарат Лигногумат АМ, повышение содержания сухого вещества составило 1,0% и крахмала на 0,7%.

Таблица 2 – Влияние препарата Лигногумат АМ и препаратов на основе биологически активных веществ на показатели качества клубней картофеля (среднее за 2019 - 2021 гг.)

Варианты опыта	Горянка				Нарт 1			
	Сухое вещество		Крахмал		Сухое вещество		Крахмал	
	%	± относительно контроля	%	± относительно контроля	%	± относительно контроля	%	± относительно контроля
Контрольный вариант (вода)	16,3	-	12,1	-	22,1	-	15,6	-
Полидон йод (клубни 300 мл/т + растения 150 мл/л)	16,3	-	12,3	+ 0,2	22,8	+ 0,7	15,7	+ 0,1
Фульвигрейн Стимул Про (клубни 3 л/т + растения 6 мл/л)	16,7	+ 0,4	13,5	+ 1,4	23,4	+ 1,3	15,8	+ 0,2
Циркон (клубни 5 мл/т + растения 10 мл/л)	16,7	+ 0,4	13,4	+ 1,3	23,0	+ 0,9	16,6	+ 1,0
БисолбиСан (клубни 2 мл/т + растения 10 мл/л)	17,0	+ 0,7	13,6	+ 1,5	23,2	+ 1,1	15,7	+ 0,1
Лигногумат АМ – 5 г/10 л	17,2	+ 0,9	13,8	+ 1,7	24,1	+ 2,0	16,4	+ 0,8
Лигногумат АМ 5 г/10 л + Полидон йод (клубни 300 мл/л + растения 150 мл/л)	17,0	+ 0,7	13,6	+ 1,5	24,0	+ 1,9	16,3	+ 0,7
Лигногумат АМ 5 г/10 л + Фульвигрейн Стимул Про (клубни 3 л/т + растения 6 мл/л)	18,1	+ 1,8	14,4	+ 2,3	24,5	+ 2,4	16,7	+ 1,1
Лигногумат АМ 5 г/10 л + Циркон (клубни 5 мл/т + растения 10 мл/л)	17,7	+ 1,4	14,1	+ 2,0	24,1	+ 2,0	16,2	+ 0,6
Лигногумат АМ 5 г/10 л + БисолбиСан (клубни 2 мл/т + растения 10 мл/л)	17,5	+ 1,2	15,0	+ 2,9	23,8	+ 1,7	16,3	+ 0,7
НСР ₀₅ Фактор А (вариант обработки)	0,45	-	-	-	0,45	-	-	-
НСР ₀₅ Фактор В (сорг)	1,01	-	-	-	1,01	-	-	-
НСР ₀₅	1,44	-	-	-	1,44	-	-	-

По результатам исследований можно сделать заключение, что сорта картофеля по-разному отзывались на применяемые в опыте препараты. У сорта Горянка прослеживается тенденция к повышению содержания крахмала на 0,4...1,8% и сухих веществ на 0,2...2,9%. На вариантах опыта, где изучался сорт Нарт 1 существенных изменений значений показателей содержания крахмала и сухих веществ не установлено.

На вариантах опыта, где применялся препарат Лигногумат АМ отмечено повышение содержания крахмала на 1,7% у раннеспелого сорта Горянка и 0,8% у среднеспелого сорта Нарт 1. Максимальное значение показателей содержания крахмала и сухих веществ у сорта Горянка отмечено на варианте совместного применения препаратов Лигногумат АМ и БисолбиСан – 15%.

Сорт Нарт 1 характеризовался максимальными значениями показателей содержания крахмала и сухих веществ на варианте совместного применения препаратов Лигногумат АМ и Фульвигрейн Стимул Про –16,3%.

Погодно-климатические условия в годы проведения исследований оказывают существенное влияние на качественные показатели клубней картофеля. Так, максимальное содержание сухих веществ и крахмала по исследуемым в опыте сортам картофеля отмечено в годы, когда влагообеспеченность была на уровне ниже средней – 2019 и 2021 годы, в этих погодно-климатических условиях сорт Горянка имел наибольшую разницу относительно контроля и вариантов опыта, где использовали препараты Фульвигрейн Стимул Про и Циркон.

Это, на наш взгляд, объясняется тем, что препараты Фульвигрейн Стимул Про и Циркон обладают способностью увеличивать и раскрывать адаптационные функции, способствуют формированию защитных систем, которые обеспечивают повышение устойчивости при протекании онтогенеза в неблагоприятных для него условиях, обеспечивают устойчивость растений к неблагоприятным факторам внешней среды, а также способствуют нормализации всех физиологических процессов, протекающих в растениях в течение всего вегетационного периода.

Выводы:

Анализ данных, полученных в ходе проведения исследований, показывает, что на вариантах совместного применения препарата Лигногумат АМ и препаратов на основе биологически активных веществ отмечен стабильный и высокий рост урожайности картофеля во все годы исследования. Наибольшая урожайность сорта Горянка отмечена на вариантах совместного применения с препаратом Циркон – 8,1 т/га или 34,5%, сорта Нарт 1 на варианте совместного применения БисолбиСан – 10,7 т/га или 36,0%. Использование препарата Лигногумат АМ привело к повышению урожайности клубней сортов Горянка и Нарт 1 на 22,6% и 26,3%, соответственно. Применение препаратов на основе биологически активных веществ оказывает существенное влияние на величину урожайности, так по сортам Горянка значение этого показателя увеличилось на 8,5...15,7 %, по сорту Нарт 1 - на 7,1...12,1%.

На вариантах совместного применения препаратов происходило увеличение содержания крахмала и сухого вещества в клубнях картофеля, соответственно: у сорта Горянка на 0,5...1,3% и 0,8...1,9 %, у Нарт 1 - на 0,7...1,1% и 0,8...1,5%. Внесение препарата Лигногумат АМ, способствовало увеличению данных показателей у исследуемых сортов от 0,7 до 1,1%.

Список источников

1. [Электронный ресурс]. – URL: <https://reestr.gosortrf.ru/>
2. [Электронный ресурс]. – URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/S-X_2021.pdf
3. FAOSTAT [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.faostat.fao.org/>.
4. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов по состоянию на 22 августа 2019 г. [Электронный ресурс]. – URL: <https://mcx.gov.ru/ministry/departments/departament-rasteniievodstva-mekhanizatsii-khimizatsii-i-zashchity-rasteniy/industry-information/info-gosudarstvennaya-usluga-po-gosudarstvennoy-registratsii-pestitsidov-i-agrokhimikatov/>.
5. ГОСТ 26176-91. КОРМА, КОМБИКОРМА. Методы определения растворимых и легкогидролизуемых углеводов. - Введ. 01.01.93. – М. : Госстандарт России : Изд-во стандартов, 1998. – III, 7 с.

6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. - Изд. 6-е, стер., перепеч. с 5-го изд. 1985 г. - Москва : Альянс, 2011. - 350, [1] с. : ил., табл.; 22 см.; ISBN 978-5-903034-96-3 (в пер.).

7. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [Текст] : [В 7 вып.] / Гос. комис. по сортоиспытанию с.-х. культур при М-ве сельск. хоз-ва СССР. - Москва : Колос, 1971-. - 22 см. Вып. 4: Картофель, овощные и бахчевые культуры / Разраб. акад. ВАСХНИЛ Д. Д. Брежнев, агр., кандидаты с.-х. наук В. А. Бакулина и Н. К. Давидич [и др.]. - 1975. - 182 с. : ил.

© Ханиева И.М., Абидова Г.Х., Абидов А.Х., Коков Т.А., 2022

Научная статья
УДК 633.174

Некоторые результаты исследований сорговых культур и их смесей в лесостепи Среднего Поволжья

Макарим Махасимович Нафиков

ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) Федеральный университет»

г.Казань

Айдар Равилевич Нигматзянов

ФГБОУ ДПО «Татарский институт переподготовки кадров агробизнеса»

г.Казань

Аннотация. В данной публикации приведены краткие результаты проведенных многолетних полевых опытов и лабораторных исследований с распространенными в зоне кормовыми культурами, а также новыми такими как, сорговые и соя. Впервые в условиях лесостепи Поволжья разработаны оптимальные агротехнические приемы, обеспечивающие получение 40-60 т/га зеленой массы одновидовых и смешанных посевов кормовых культур высокого качества. Проведена сравнительная оценка одновидовых, двух, трех и многокомпонентных смесей по продуктивности и питательной ценности. Установлены наиболее продуктивные сорта и определены лучшие нормы и способы посева сорговых культур. Показана возможность включения сахарного сорго в систему зеленого конвейера при одно и двухукосном использовании.

Ключевые слова: кормовые культуры, технологии, агроценозы, компоненты, удобрения, засухоустойчивость

Some results of research with sorghum crops in the forest-steppe of the Middle Volga region

Makarim Makhasimovich Nafikov

Kazan (Volga Region) Federal University

Kazan

Aidar Ravilevich Nigmatzyanov FGBOU DPO "Tatar Institute of retraining
of agribusiness personnel"

Kazan

Abstract. This publication presents brief results of long-term field experiments and laboratory studies with forage crops common in the zone, as well as new ones such as sorghum and soybeans. For the first time in the conditions of the Volga forest-steppe, optimal agrotechnical techniques have been developed to ensure the production of 40-60 t/ha of green mass of single-species and mixed forage crops of high quality. A comparative assessment of single-species, two, three and

multicomponent mixtures in terms of productivity and nutritional value was carried out. The most productive varieties have been established and the best norms and methods of sowing sorghum crops have been determined. The possibility of including sugar sorghum in the green conveyor system with one and two-axis use is shown.

Keywords: forage crops, technologies, agrocenoses, components, fertilizers, drought resistance

Одно из основных направлений в практике интенсификации полевого кормопроизводства в РФ - совершенствование структуры посевных площадей кормовых и зернофуражных культур и технологии их возделывания [1,2,3,4].

Из элементов технологии, обеспечивающих формирование запланированных урожаев зеленой массы кормовых культур, по литературным источникам, важное место занимают органические и минеральные удобрения [5,6], приемы основной и предпосевной обработок почвы [7], районированные современные сорта и гибриды [8].

Поэтому в условиях лесостепи Среднего Поволжья на основе анализа природных и кормовых ресурсов [9], а также генетического потенциала сортов, систем оптимизации питания растений, предшественников, способов основной и предпосевной обработки почвы, густоты стеблестоя, сроков посева, одновидовых и смешанных посевов кормовых культур возникла необходимость разработки комплекса приемов их выращивания. Установить их влияние на продуктивность и кормовые характеристики, получить новые данные о возможности расширения посевных площадей и расширения ассортимента кормовых культур в условиях лесостепи Среднего Поволжья. Оценить роль расчетных доз минеральных удобрений, способов основной и предпосевной обработки почвы, предшественников, средств защиты, способов, сроков и норм посева. Провести сравнительную оценку посевов в однокомпонентных и многокомпонентных смесях.

Определить основные параметры формирования высокопродуктивных ценозов кормовых культур в зависимости от используемых агроприемов и их влияние на продуктивность и качество.

Задачи исследований сводились к:

- Выявлению оптимальных приемов основной и предпосевной обработки почвы;
- Изучению влияния агрофона на урожайность сорго и других кормовых культур и экспериментальная проверка возможности получения расчетной урожайности зеленой массы;
- Сравнительной оценке продуктивности сортов сахарного сорго, кормовых культур и их смесей в условиях лесостепи Поволжья;
- Установлению оптимальной нормы и способа и срока посева сахарного сорго;
- Изучению продуктивности сахарного сорго при одноукосном и двухукосном использовании в системе зеленого конвейера;
- Энергетической и экономической оценке изученных агроприемов.

Опыты проводились с 1990 по 2000 года, на выщелоченных чернозёмах с содержанием гумуса (по Тюрину) в пахотном слое в разные годы от 5,6 до 6,2 %, щёлочно-гидролизуемого азота (по Корнфилду) от 85 до 90 мг/кг, подвижных форм фосфора и калия (по Чирикову) – соответственно от 162 до 165 и от 185 до 190 мг/кг почвы, рН – 5,7-5,9 в лесостепи Среднего Поволжья. Погодные условия в годы проведения исследования были благоприятные для всех изучаемых культур в опытах. Агротехника под опытами, общепринятая для зоны.

Математическую обработку результатов исследований выполняли по Б.А. Доспехову [10].

Подбор сортов является составной частью растениеводческих исследований для любой зоны.

Нами проведено экологическое сортоизучение 26 сортообразцов и гибридов сахарного сорго в 1990-1992 гг. В связи с появлением новых сортов сахарного сорго нами в 2005-2007 гг. дополнительно проводилось сортоизучение восьми сортов (Волжское-51, Камышинское-8, Кинельское-3, Кинельское-4, Камышинское-7, Камышинское-22, Силовое-88, Северное-44, Кинель).

За стандарт был взят районированный сорт Волжское 51. В среднем за три (2005-2007) года наибольшая (54 т/га), урожайность зеленой массы получена у сорта Северное 44. Несколько уступали ему по урожайности сорт Силовое 88, Камышинское 7 и Кинель.

По данным шестилетних полевых опытов и лабораторных исследований можно сделать следующие выводы. В условиях лесостепи Поволжья при возделывании сахарного сорго на зеленую массу, предпочтение следует отдавать сорту Волжское 51, так как не смотря на то, что по сбору зеленой массы уступает сортам Силовое 88, Камышинское 7 и Кинель, практически не уступает им по сбору абсолютно-сухой биомассы.

Поэтому, по полученным результатам сортоизучения мы рекомендуем для возделывания в условия лесостепи Поволжья наряду с сортом Волжское 51 (St), сорта Силовое 88, Камышинское 7 и Кинель.

Основной обработке почвы придается большое значение, так как она в значительной степени влияет на водно-физические, биологические и агрохимические свойства почвы, что в сочетании с другими приемами в конечном итоге определяет величину урожая сельскохозяйственных культур

Полевые опыты по изучению приемов основной обработки почвы проводились в 2003-2005 гг.

В среднем за три года получена максимальная (41,1 т/га) урожайность сорго получена по отвальной вспашке, несколько ниже (35,9 т/га) при обработке почвы плугами Мальцева. Самая низкая (26,5 т/га) урожайность зеленой массы сорго была при обработке почвы агрегатом АПК-6. При обработке почвы КПЭ-3,8 и КТС- 10 она составила соответственно 31,4 и 30,6 т/га.

Приведенные показатели по качеству имеют ту же динамику, что и урожайность. Наибольший (6450 кг/га) в среднем за три года сбор кормовых единиц получен в варианте с отвальной вспашкой, наименьший (4160 кг/га) - при обработке почвы агрегатом АПК-6. При обработке почвы агрегатом КПЭ-3,8 и КТС-10 получено соответственно 49,3 и 48,0 ц с 1 га. Обеспеченность 1 к. ед. протеином по вариантам с обработкой почвы практически не различалась

В системе агротехнических мероприятий важная роль отводится предшественникам, так как от них зависит водный и питательный запас и уровень плодородия почвы.

Исследуемые агроприемы оказали большое влияние на урожайность зеленой массы.

В течении четырех лет исследований максимальная урожайность зеленой массы сорго получена на расчетных (50 и 60 т/га) фонах питания при размещении сахарного сорго после однолетних трав и составила соответственно – 48,30 и 58,68 т/га. Картофель и рапс были равноценными предшественниками для сорго. После рапса на расчетном фоне питания 50 т/га собрано 46,37 т/га (или 92,7 % от расчетной) и картофеля – 45,73 т/га (или 91,46 %).

При внесении NPK на 60 т/га зеленой массы с 1 га собрано после рапса – 56,64 т/га и картофеля – 56,30 т/га.

Среди изучаемых предшественников худшим для сахарного сорго был ячмень. На не удобренном фоне после него получено 10,68 т/га зеленой массы, при внесении NPK на 50 т/га собрано – 36,33 и на 60 т/га – 45,27 т/га (или 75,45 % от расчетной).

Предшественники и удобрения оказали влияние и на питательную ценность зеленой массы сорго.

Наибольший (12539 кг/га) сбор кормовых единиц с одного гектара получен после однолетних трав на фоне NPK, рассчитанном на 60 т/га зеленой массы. Несколько ниже (10320 кг/га) он был на фоне питания 50 т/га. Наименьший (2841 кг/га) сбор кормовых единиц был на неудобренном фоне.

В вариантах, где предшественником сорго был рапс, на аналогичных деланках он составил – 12105 кг/га, 9910 и 2524 кг/га соответственно.

Минимальный (2129 кг/га) сбор кормовых единиц получен на не удобренном фоне, где сахарное сорго размещалось после ячменя. При уровне урожайности 50 т/га зеленой массы он

был равен – 7229 кг/га, а на 60 т/га – 9021 кг/га. Внесение расчетных норм минеральных удобрений способствовало увеличению сбора кормовых единиц по всем предшественникам.

Наименьший сбор сахара (422 кг/га) получен на контроле при размещении сахарного сорго после ячменя.

Содержание нитратов больше зависело от удобрений, чем предшественника. С увеличением уровня питания содержание нитратов возрастало. Так, например, при размещении сахарного сорго после рапса на контроле содержание нитратов составило 322 мг/кг, то при расчете НРК на 50 т/га оно достигло 364, а на 60 т/га возросло до 421 мг/кг. В целом содержание нитратов в зеленой массе перед уборкой находилось в пределах (310-433 мг/кг) ПДК.

При изучении способов обработки почвы на урожайность семян сорго травянистого, что максимальная урожайность семян получена при сочетании вспашки на 25-27 см в качестве основной обработки и предпосевной обработки почвы, которая включает боронование и две культивации. Такая особенность формирования показателей величины урожая семян сорго травянистого подтверждается и параметрами показателей его структуры. Так, оптимальный способ обработки почвы – вспашка на глубины 25-27 см в сочетании с боронованием и двумя культивациями обеспечил максимальное количество метелок с одного растения (1,7шт.), массы семян с одной метелки (1,15 г) и массы 1000 семян (13,0 г), что выше на 15,0 %; 13,2 соответственно по сравнению с вспашкой на 20-22 см и такой же предпосевной обработкой. Разница между показателями структуры урожая на варианте с проведением боронования и одной или трех предпосевных культиваций составила 10,4-12,3% в пользу проведения боронования и двух предпосевных культиваций.

Увеличение засоренности посевов происходило в зависимости от нормы высева, а существенных различий по изучаемым сортам не выявлено. При норме посева 200 тыс. семян на 1 га сорта Кинельское 3 численность сорняков в фазе всходов составило 63 шт./м², при 300 тыс. семян – 41, 400 тыс. – 33 и при 500 тыс. – 24 шт./м².

В результате проведенных нами трехлетних (1990-1992 гг.) исследований установлено, что оба сорта можно высевать сплошными и широкорядными способами, если применить соответствующую норму высева. Так, сорт Кинельское 3 при сплошном посеве сформировал урожайность зеленой массы с 1 га 46,8 т при норме высева 500 тыс. зерен, при широкорядном посеве близкая (высшая) урожайность (50,2 т/га) достигнута при посеве 300 тыс. зерен. У сорта Волжское 51 наибольшая урожайность (47,5 т/га) получена при сплошном посеве при норме высева 500 тыс. зерен, а при широкорядном – 50,7 т/га при посеве 300 тыс. семян.

Выход к. ед. и сбор протеина с 1 га являются важными показателями кормовой ценности сельскохозяйственных культур. Наибольший (912 кг/га) выход к. ед. при сплошном способе посева получен при норме высева 500 тыс. шт./га, а при широкорядном способе посева – 300 тыс. шт./га, а сбор протеина с 1 га составил соответственно 647 и 753 кг/га. Обеспеченность переваримым протеином на одну к. ед. с увеличением норм высева несколько уменьшалась.

Наиболее благоприятные условия для формирования урожая семян складывались у сортов сорго травянистого Чишминская ранняя и Кинельская 100 при норме высева 1,5 млн. всх. семян/га и составили соответственно 1,2 и 1,35 т/га, что на 5,1-12,0% выше по сравнению с меньшими и высокими нормами высева. Разница в урожайности семян между сортами в зависимости от нормы высева колебалась в различные годы от 5,1 до 12,0% в пользу сорта Кинельская 100.

Тип засоренности на участке проведения исследований сложный: однолетние - 59 %, многолетние, соответственно – 41 %.

Максимальное количество сорной растительности в посевах сахарного сорго произрастало в период появления 3-4 листьев культурного растения, то есть когда сахарное сорго обладало наименьшей конкурентной способностью по отношению к сорнякам. Данная закономерность отмечается во все сроки сева культуры

Наибольшая урожайность зеленой массы сахарного сорго получена во второй срок сева. Существенно превысил контроль по продуктивности и сорт Волжское 51, а у сорта Кинельское 4 урожай оказался несколько ниже.

Из химических препаратов применяемых в опытах по предпосевной инкрустации семян наибольшую прибавку урожая на удобренном фоне 25,54 т/га обеспечил препарат Форпост, чуть ниже прибавка 23,84 т/га при применении препарата Премис 200. После расчета и внесения минеральных удобрений для получения 40 т с 1 га посева корма наибольшую прибавку урожая 22,54 т/га обеспечило применение биологического препарата Фитотрикс.

Применение для предпосевной инкрустации семян как химических, так и биологических препаратов при внесении минеральных удобрений для получения 40 т. с 1 га посева корма оказали существенное влияние на сборы кормовых единиц. Применяемый препарат Форпост во все годы исследований обеспечил самые высокие сборы кормовых единиц – 8724 кг/га, к.ед., немного отставал вариант с применением препарата Премис 200 – 8664 кг/га, к.ед., тогда как на контрольном варианте было собрано лишь 3036 кг/га, к.ед., что меньше на 34,8 и 35,0% соответственно.

Применение расчетных доз минеральных удобрений увеличивает затраты энергии от 9,02 - 9,03 ГДж/га, но вместе с тем увеличивают энергетический коэффициент эффективности до 8,8 при обработке семян химическим препаратом Форпост. Препарат Фитотрикс на расчетном фоне питания увеличивает энергетический коэффициент эффективности до 8,1.

При посеве по расчетным фонам удобрений урожай зеленой массы кукурузы, сорго и подсолнечника достигнуты или получены с некоторым недобром. По фону, рассчитанному на 40 т/га собрано 39,5-43,7, на 60 т – 47,0-53,9 т/га. По накоплению зеленой массы отставала соя (23,9 и 28,3 т/га), но по сухому веществу и она догнала другие культуры.

По выходу кормовых единиц с 1 га на всех фонах первенствует сорго, а протеина - соя. По обеспеченности кормовой единицы протеином культуры расположились в следующей последовательности: соя (123 – 156 г), подсолнечник (96 – 101) и третье-четвертое место делят кукуруза и сорго. У последних большой недостаток протеина, что подталкивает исследователей и практиков к различным вариантам сочетания этих культур с бобовыми.

Биохимические показатели качества опытных вариантов из различных культур свидетельствует о том, что в силосе из кукурузы, сорго и подсолнечника, содержащих соответственно сахара 0,75, 1,18, 0,65 %, ферментативные процессы проходили благоприятно и они относились к I классу. Силос из этих культур имел низкое значение pH – 3,6-4,0.

Смеси, как и одновидовые посева, на расчетных фонах сформировали урожай, близкие к намеченным. При плане 40 т/га зеленой массы собрано 41,3-43,7 т (за исключением смеси сорго+соя), вместо 60 т – 51,8-60,7 т. По сухому веществу 3 вариант не только не уступал остальным, но занял даже первое место. С увеличением уровня питания происходил рост урожайности.

Однако следует отметить, что содержание переваримого протеина на 1 корм. ед. в чистых посевах кукурузы низкое (70-72 г), тогда как в смешанных посевах происходит увеличение сбора переваримого протеина с единицы площади (до 470 кг/га – сорго+соя, 368 кукуруза+подсолнечник+вика+овес+сорго, 351 кг – кукуруза+сорго+подсолнечник, 334 кг – кукуруза +сорго, 301 кг – сорго+подсолнечник). С увеличением уровня питания сбор переваримого протеина с одного гектара возрастал.

С внесением минеральных удобрений урожайность зеленой массы, как в одновидовых, так и в смешанных посевах значительно возрастала. Наибольшая (18,1 т/га) прибавка от удобрений получена в одновидовых посевах подсолнечника.

Наибольшая обеспеченность к. ед. протеином отмечалась в одновидовых посевах сои (120 и 139 г/кг) и в смешанных посевах кукурузы с соей (114 и 126 г/кг). Сравнительно высокая обеспеченность 1 к. ед. протеином наблюдалась в смешанных посевах кукурузы с подсолнечником (84 и 99 г/кг), одновидовых посевах подсолнечника (99 и 102 г/кг) и в тройной (подсолнечник + вика + овес) смеси (115 и 122 г/кг). Низкой (69 и 70 г/кг) она была в чистых посевах кукурузы.

В условиях лесостепи Поволжья, имеется возможность использования растений сорго начиная с конца июля до конца августа. Урожайность сахарного сорго 25 июля, когда ощущается острый недостаток кормов достигает 137 ц/га зеленой массы (или 19 ц/га сухой биомассы). К середине августа с учетом первого укоса с 1 гектара уже можно получить 216 ц/га зеленой массы, или 32 ц/ воздушно-сухой массы.

Наибольшее накопление сахара, протеина и жира в зеленой массе сахарного сорго наблюдалось при уборке 25 июля (18,83, 11,91, 3,55 %), в фазе конец трубкования – начало выметывания, а во втором укосе содержание сахара, протеина и жира значительно снижаются. При уборке в этот срок получен и наибольший (2650 кг/га) сбор к. ед. и переваримого протеина – 226 кг/га. Обеспеченность 1 к. ед. протеином на данном варианте составила – 85 г.

Выводы: Результаты исследований являются научной основой для разработки и совершенствования технологии возделывания кормовых культур в условиях лесостепи Среднего Поволжья. Использование рекомендованных агротехнических приемов при возделывании кормовых культур обеспечит получение урожайности зеленой массы в 40-60 т/га, снизит ресурсозатраты, повысит экономическую эффективность, качество кормов и будет способствовать более полному использованию *биоэнергетического* потенциала кормовых культур.

Результаты исследований прошли производственную проверку во всех агроэкономических зонах Республики Татарстан. Рекомендации, вытекающие из материала исследований предложены для внедрения в сельскохозяйственное производство, а также использованы при разработке системы земледелия республики.

Список источников

1. Маликов, М. М. Система кормопроизводства в Республике Татарстан / М. М. Маликов. – Казань: Фолиант, 2002. – 364 с.
2. Нафиков, М. М. Оценка продуктивности сортов сахарного сорго в условиях Закамья / М. М. Нафиков // Проблемы биологии, селекции и технологии возделывания и переработки сорго: тезисы докладов Российской конференции. – Волгоград, 1992. – С. 43-44.
3. Основные параметры развития кормопроизводства и животноводства Республики Татарстан на 2015-2020 годы: монография / М. Ш. Тагиров, Ф.С. Гибадуллина, О. Л. Шайтанов [и др.]. – Казань: Фолиант, 2013. – 76 с. – ISBN 978-5-905576-25-6.
4. Алабушев, А. В. Технологические приемы возделывания и использования сорго: монография / А. В. Алабушев. – Ростов-на-Дону, 2007. - 222 с.
5. Царев, А. П. Новые сорта сорго – дополнительный резерв получения кормов в Поволжье / А. П. Царев, Г. И. Костина // Кукуруза и сорго. – 2001. - № 1. – С. 20-21.
6. Жужукин, В. И. Энергоэффективность зональной технологии возделывания сахарного соргов Нижнем Поволжье / В. И. Жужукин, Д. С. Семин, А.Ю. Гаршин // Кормопроизводство. – 2013. - № 6. – С.12-14.
7. Шайтанов, О. Л. Основные тенденции изменения климата Татарстана в XXI веке: справочник / О. Л. Шайтанов, М. Ш. Тагиров. – Казань: Фолиант, 2018. – 64 с.
8. Смирнов, С. Г. Урожайность семян сои в лесостепи Поволжья при разных приёмах возделывания / С. Г. Смирнов, М. М. Нафиков, В. Н. Фомин // Кормопроизводство. – 2014. – № 1. – С. 17-19.
9. Нафиков, М. М. Особенности технологии возделывания сахарного сорго на выщелоченном черноземе лесостепи Поволжья / М. М. Нафиков, А. Р. Нигматзянов, Р. Ф. Сайфутдинов, Р. А. Мингазов // Известия Самарского научного центра РАН. - 2018. – Т. 20, № 2-2(82). - С. 330-338.
10. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – Москва: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

Оценка продуктивности раннеспелых гибридов кукурузы в условиях Саратовского Левобережья

Денис Александрович Хрипунов¹ магистр 2 курса агрономического факультета
Анатолий Фёдорович Дружкин¹, доктор с.-х. наук, профессор
Александр Геннадьевич Субботин¹ к. с.-х. наук, доцент
¹кафедра растениеводства, селекции и генетики
Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии
и инженерии имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов

Аннотация. В статье представлены результаты полевых исследований по продуктивности и качеству раннеспелых гибридов кукурузы и эффективности применения ростостимулирующих препаратов. Наибольшая величина урожайности зерна кукурузы на зерно получена у гибридов НК Гитаго и Ладожский 201 МВ при применении препарата Иммуноцитифит – 3,54 и 3,69т/га, а у гибрида НК Делфи при обработке растений препаратом Циркон – 4,50т/га. Оценка качества зерна в лабораторных условиях выявил положительное влияние изучаемых ростостимуляторов на содержание белка и крахмала у гибридов кукурузы. Максимальное содержание белка получено на изучаемых гибридах кукурузы при применении ростостимулирующих препаратов: НК Гитаго при обработке растений препаратом Циркон – 10,9%, НК Делфи при применении Иммуноцитифита – 11,9%, а у гибрида Ладожский 201 МВ при применении Альбита – 12,6%

Ключевые слова: гибриды, кукуруза, урожайность, качество, ростостимуляторы

Denis Aleksandrovich Khripunov¹ 2nd year Master of the Faculty of Agronomy
Anatoly Fedorovich Druzhkin¹, Doctor of Agricultural Sciences, Professor
Alexander Gennadievich Subbotin¹ Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor ¹The Department of Plant Breeding, Breeding and Genetics Saratov State University of genetics, biotechnology and engineering named after N.I. Vavilov, Saratov

Evaluation of the productivity of early-maturing corn hybrids in the conditions of the saratov left bank

Annotation. The article presents the results of field studies on the productivity and quality of early-ripening corn hybrids and the effectiveness of growth-stimulating drugs. The highest yield of corn grain per grain was obtained in the hybrids NK Gitago and Ladoga 201 MV when using the drug Immunocytophyte – 3.54 and 3.69 t / ha, and in the hybrid NK Delphi when treating plants with the drug Zircon – 4.50 t / ha. The evaluation of grain quality in laboratory conditions revealed the positive effect of the studied growth stimulators on the protein and starch content of corn hybrids. The maximum protein content was obtained on the studied corn hybrids when using growth–stimulating drugs: NK Gitago when treating plants with Zircon – 10.9%, NK Delphi when using Immunocytophyte – 11.9%, and the Ladoga 201 MV hybrid when using Albite - 12.6%

Keywords: hybrids, corn, yield, quality, growth stimulators

Введение. В современных условиях для стабилизации производства продуктов питания требуется повышения урожайности таких полевых культур как пшеница, кукуруза, соя, подсолнечник. Одной из широко востребованных культур в России является кукуруза. В зерне её содержатся: углеводы (65-70%), белок (9-12%), жир (4-8%), минеральные соли и витамины [3,4]. Из зерна кукурузы получают: муку, крупу, хлопья, консервы, крахмал, этиловый спирт, декстрин, пиво, глюкозу, сахар, патоку, сиропы. Из стеблей, листьев и початков вырабатывают

бумагу, линолеум, вискозу, активированный уголь, пластмассу, анестезирующие средства и др[6].

В настоящее время в Саратовской области отмечается постепенное увеличение посевных площадей, занимаемых кукурузой на зерно. Повышение урожайности зерна в засушливых условиях Нижнего Поволжья возможно при внедрении в производство высокопродуктивных гибридов и применения ростостимулирующих препаратов [1,2].

Цель наших исследований – провести оценку продуктивности различных гибридов кукурузы при применении ростостимулирующих препаратов.

Материал и методы исследования. Полевые исследования проводили в УНПО «Поволжье» на тёмно-каштановой почве с содержанием гумуса 2,6%. Гранулометрический состав – среднесуглинистый. Схема двухфакторного опыта в 2021-2022 гг. предусматривала изучение следующих вариантов: Фактор А (гибриды кукурузы) - Гитаго, Делфин, Ладожский 201; Фактор В (Ростостимуляторы) - Альбит, Иммуноцитифит, Циркон.

Посев культуры осуществляли при прогревании почвы до температуры +10+12⁰С - 5 мая. Перед посевом в почву вносили гербицид «Пивот» в рекомендуемой дозировке. Посев проводили сеялкой Гаспардо, широкорядным способом, с нормой высева 75 тыс. всх. семян на га. Площадь учётной делянки - 100 м². Изучаемые варианты высевались методом рендомизированных повторений в четырехкратной повторности [5].

Уход за посевами заключался в проведении междурядной культивации и ручной прополке, а так же обработке посевов против болезней (Фалькон) и вредителей (Борей) в рекомендуемых дозировках. Уборку зерна на опытных делянках проводили селекционным комбайном Террион 2010. В результате проведенных исследований в 2022 г. были получены следующие результаты по урожайности и качеству зерна кукурузы.

При выращивании гибрида кукурузы НК Гитаго на контрольном варианте урожайность зерна достигала величины 3,01т/га, при применении препарата – ростостимулятора Альбит урожайность возрастала до 3,37т/га, а при обработке растений препаратами Иммуноцитифит и Циркон – 3,54 и 3,40т/га соответственно. На опытных делянках с гибридом НК Делфи наибольшая величина урожайности отмечена при применении препарата Циркон – 4,50т/га. Российский гибрид Ладожский 201МВ сформировал максимальный урожай при применении препарата Иммуноцитифит – 3,69т/га (таблица 1).

Таблица 1 – Урожайность зерна кукурузы, т/га

Варианты		Урожайность, т/га	Содержание белка, %	Содержание крахмала, %
Гибриды	Ростостимуляторы			
НК Гитаго	Контроль	3,01	9,2	73,0
	Альбит	3,37	9,9	72,2
	Иммуноцитифит	3,54	10,3	74,6
	Циркон	3,40	10,9	73,2
НК Делфи	Контроль	2,24	8,8	73,6
	Альбит	3,24	10,7	73,5
	Иммуноцитифит	3,38	11,9	74,9
	Циркон	4,50	11,2	74,7
Ладожский 201 МВ	Контроль	2,95	9,6	72,9
	Альбит	3,45	12,6	73,2
	Иммуноцитифит	3,69	11,4	74,6
	Циркон	3,53	12,4	75,2
НСР _{0,05ав}		0,16	0,53	3,64

Оценка качества зерна в лабораторных условиях выявил положительное влияние изучаемых ростостимуляторов на содержание белка и крахмала у гибридов кукурузы. Так, максимальное содержание белка получено на изучаемых гибридах кукурузы при применении ростостимулирующих препаратов: НК Гитаго при обработке растений препаратом Циркон – 10,9%, НК Делфи при применении Иммуноцитифита – 11,9%, а у гибрида Ладожский 201 МВ при применении Альбита – 12,6% (таблица 1).

Содержание крахмала в зерне кукурузы в наших исследованиях варьировало от 73,0 до 74,9%. На всех изучаемых гибридах отмечали увеличение данного показателя. Но, у гибридов НК Гитаго и НК Делфи наибольшее количество крахмала получено при обработке растений препаратом Иммуноцитифит – 74,6 и 74,9%, соответственно. А у гибрида кукурузы максимальное количество крахмала в зерне получено при применении препарата Циркон – 75,2%.

Список источников

1. Дружкин, А.Ф. Совершенствование приемов возделывания кукурузы на зерно в Саратовском Правобережье / А.Ф. Дружкин, А.А. Беляева // Аграрный научный журнал. – 2015. – №4. – С. 8-13.
2. Еремин, Д.И. Агроэкологическое обоснование выращивания кукурузы на зерно в условиях лесостепной зоны Зауралья / Д.И. Еремин, Е.А. Демин // Вестник Государственного аграрного университета Северного Зауралья. - 2016. – №1 (32) – С.6-11.
3. Еремин, Д.И. Фосфорный режим кукурузы, выращиваемой по зерновой технологии в лесостепной зоне Зауралья / Д. И. Еремин, Е. А. Демин // Агропродовольственная политика России. – 2017. – № 5 (65). – С. 86-91.
4. Есипов, В.И. Современные ресурсо- и влагосберегающие технологии возделывания зерновых культур: учеб. пособие / В.И. Есипов, А. М. Петров // Самара. - 2016. – 292 с.
5. Ещенко, В.Е. Основы опытного дела в растениеводстве / В.Е. Ещенко, М.Ф. Трифонова, П.Г. Копытко и др.; под редакцией В.Е. Ещенко и М.Ф. Трифоновой. -М.: КолосС, 2009.-268с.
6. Конукова, О.С. Влияние различных удобрений на урожайность зерна гибридов кукурузы / О.С. Конукова, З.В. Караева // Селекция гибридов кукурузы для современного семеноводства: материалы Всероссийской науч.- практ. конф. с международным участием (Белгород, 24-25 августа 2016 г.). – Белгород, 2016. – С. 81-89.

© Хрипунов Д.А., Дружкин А.Ф., Субботин А.Г., 2022

Научная статья
УДК 633.491.631.548.1

Особенности выращивания и переработки клубней картофеля, используемого на фри

Полина Павловна Юринова
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань
Дмитрий Валериевич Виноградов., д.б.н., профессор

Аннотация. В статье представлено выращивание и переработка картофеля на фри.
Ключевые слова: картофель, переработка, фри

Features of growing and processing potato tubers used in french fries

Polina Pavlovna Yurina
FGBOU VO RGATU, Ryazan

Annotation. The article presents the cultivation and processing of French fries.

Keywords: potatoes, processing, fries

Картофель - уникальная культура разностороннего использования.

Картофель является самой распространенной культурой в нашей стране. В наши дни люди употребляют картофель в большинстве случаев в двух видах, вареный как очищенный, так и неочищенный «в мундире», тушеный, жареный во фритюре и без него. Различные сорта картофеля известные в наше время применяются как в простых, так и в сложных блюдах традиционной русской кухни, таких как салат из картофеля, драники, толченое пюре из картофеля, фри, чипсы, цирбики (жареные картофельные шарики) [3, 4].

С прошлого 2021 года Россия произвела 18,3 миллиона тонн картофеля. В СНГ лидерами по экспорту картофеля фри традиционно остаются наши ближайшие соседи – Казахстан, Беларусь, Азербайджан, Киргизия. По данным Минсельхоза России в нынешнем году урожай картофеля не был проблемным. В 2022 году фермеры посадили на 4 % больше картофеля, чем в предыдущем году. Предложение картофеля на рынке заметно выше, чем ранее. Это подтверждает динамика цен [5, 6].

У современных сортов картофель имеет высокую степень продуктивности, не менее 60-100 т/га. Но даже с учетом этой степени, в лучшем случае, он может быть реализован на 40-50 %.

Быстрое распространение пунктов общественного питания, где основным продуктом является, быстрозамороженные полуфабрикаты определяют высокую потребность в картофеле с определенными качественными показателями. У нас в стране большую популярность имеет полуфабрикат «фри». Этот быстрозамороженный полуфабрикат предназначен для быстрого получения готового блюда (жареного картофеля) в условиях общественного питания или в домашних условиях.

До недавнего времени Россия закупала 90 % от потребности в картофеле фри (70 тыс. тонн продукции). В 2020 году доля импортного картофеля фри составляла более 80 % [6].

Для переработки в промышленности, для облегчения в сортировке, уменьшения отходов при очистке от механических повреждений, а так же усиления выхода нормальной продукции, используют клубни с различной правильной формой.

Технология приготовления во фритюре – в большом количестве кипящего масла (фри), сохраняет органолептические свойства (вкус, запах, цвет, консистенция), физико-химические, микробиологические свойства, а пищевая ценность продукта, в течение продолжительного времени, остается постоянной. В течение долгого времени переработка картофеля была популярна на многих государственных предприятиях.

К сортам картофеля для фри предъявляются достаточно жесткие критерии.

Для приготовления картофеля способом фри используются те же виды клубней, которые предназначены для производства чипсов.

Переработка на «фри» определяет те же показатели клубней, которые используются для производства чипсов. От размера взятых клубней будет зависеть качество самого урожая и направленность использования данного сорта картофеля для приготовления конкретного продукта или полуфабриката.

Важным показателем для производства картофеля фри является залегание глубины глазков, который показывает величину потерь массы клубней при механической очистке. Так же, размер клубня должен быть 50 мм.

Большое негативное воздействие на качество чипсов и картофеля фри влияет повышенное содержание в клубнях восстанавливающихся сахаров. Помимо негативного воздействия в технологическом процессе при производстве, восстанавливающие сахара ухудшают общее физиологическое состояние человека при их существенном потреблении с продуктами питания [1, 2]. Содержание их при производстве картофеля фри – 0,25 %. Отметим, что

подготовленные клубни, идущие на картошку фри сорта должны обладать содержанием сухих веществ от 20 до 23 %.

В клубнях картофеля должно быть высокое содержание редуцирующих сахаров (не более 0,4 %), которые при взаимодействии с аминосоединениями, а так же аммиаком и простыми пептидами, способствуют появлению меланоидиновых темно-рубиновых соединений, которые влияют на качество изготавливаемой продукции. Выраженный цвет кожицы клубнеплода формирует субъективное впечатление покупателя картофельной продукции, круг покупателей и направления продаж. Цвет мякоти клубня картофеля определяет возможность продажи столового картофеля в определенном регионе, поскольку сложившаяся культура потребителей к данному признаку.

Несмотря на назначение сорта, клубни должны обладать устойчивостью к заболеваниям и вредителям, устойчивы ко всем механическим повреждениям в период покоя и высокой лежкостью при хранении. Для подготовки картофеля на производство способом фри, используются сорта и клубни которые не были подвержены потемнению мякоти после очистки, а так же обжарки и в процессе заморозки.

Картофель должен быть достаточно крахмалистым, чтобы выдерживать удары и не терять свой цвет. Кроме этого его необходимо хранить в течение всей зимней и при этом не терять вкусовых свойств.

При изготовлении картофеля фри используют элитные сорта картофеля – Сантана, Рассет, Бурбон, Галла, Фаворит, Леди Клэр и Инноватор, имеющие необходимый размер, текстуру и вкус.

Для Рязанской области используют такие сорта, как Инноватор, Фаворит, Леди Клэр.

Сорт Инноватор активно культивируется в России. В основном его производят как для промышленных целей, так и в небольших подсобных хозяйствах на дачных участках. Выращивание этого сорта картофеля рекомендуется в Центральном, Волго-Вятском и Центрально-Черноземном регионах. Инноватор – картофель, со стабильной урожайностью. Урожайность с гектара варьируется в интервале 155-330 ц, что больше по сравнению с общепринятыми сортами. К преимуществам данного сорта можно добавить достаточно небольшой период от появления всходов до сбора урожая. Положительные стороны сорта - устойчивость к засухе и холоду.

Сорт картофеля Фаворит пользуется популярностью в России для производства картофеля «фри», является среднеспелым сортом. Выращивают сорт Фаворит во многих регионах нашей страны, но считается, что по климатическим условиям идеально подходит данный сорт для Центрального региона. Он имеет высокую товарность. Средний показатель урожайности составляет 170-300 ц/га, максимальной - 420 ц/га. Содержание крахмала в клубнеплодах составляет 12,6-16,4 %. Фаворит имеет особенную черту - высокую лежкость (93-95 %). После сбора урожая клубнеплоды данного растения отличный дотягивают до весны, а потери урожая минимальны.

Отметим, что в Рязанской области работает современное перерабатывающее предприятие «Касимовский картофель», который перерабатывает картофель на фри и пюре. Охват нового завода составляет 5 тыс. тонн картофеля. Как ожидается, этот завод будет обеспечивать потребности России в картофеле фри на сто процентов. Компания ООО «Касимовский картофель», которая является одним из крупнейших производителей в России, стала четвертым поставщиком продукции в стране.

По данным Роскачества, в настоящее время, новые и энергосберегающие технологии осваиваются мелкими предприятиями. Совместный опыт работы фирм и поставщиков пищевого оборудования доказывает, что производство продукции питания из картофеля - выгодная и прибыльная деятельность, в том числе, и в условиях Рязанской области.

Список источников

1. Виноградов, Д.В. Природопользование и устойчивое развитие / Д.В. Виноградов, Р.Т. Турекельдиева, А.В. Ильинский, [и др.] // Учебное пособие / Рязань: ИП Жуков В.Ю., 2020. 164с.
2. Ерофеева, Т.В. Экология / Т.В. Ерофеева, Д.В. Виноградов, Л.Ю. Макарова // Учебное пособие / ИП Викулов. Рязань, 2021. 280 с.
3. Костин, Я.В. Агроэкологическая оценка систем удобрений под картофель в условиях колхоза имени Ленина Касимовского района / Я.В. Костин, Д.В. Виноградов, Г.Н. Фадькин, [и др.] // Научно-практические аспекты инновационных технологий возделывания и переработки картофеля Матер. Межд. научно-практич. конф. Рязань: РГАТУ, 2015. С. 140-145.
4. Терёхина, О.Н. Урожайность и качество клубней картофеля при использовании биопрепаратов / О.Н. Терехина, Д.В. Виноградов // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева, 2019. № 1 (41). С. 155-159.
5. Шитикова, А. В. Полеводство : учебник / А. В. Шитикова. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 124 с.
6. Частная селекция полевых культур : учебник / В. В. Пыльнев, Ю. Б. Коновалов, Т. И. Хупацария, О. А. Буко. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. 540 с.

© Юринова П.П., Виноградов Д.В., 2022

СЕКЦИЯ 7. ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОВЫШЕНИЯ ПОЧВЕННОГО ПЛОДОРОДИЯ

Научная статья
УДК 633

Эффективность применения микроудобрений при различных схемах минерального питания сои в условиях орошения

Константин Евгеньевич Денисов
Артем Алексеевич Андрейшев,
Вячеслав Алексеевич Тонкошкур
Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии
и инженерии имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов

Аннотация. Проведено исследование по определению формирования густоты стояния и урожайности сои в зависимости от схемы применения минеральных и микроудобрений в условиях орошения. Установлено, что при совестном внесении минеральных удобрений повышалась эффективность действия микроудобрений. Это обусловлено повышением потребности растений в микроэлементах при лучшем обеспечении растений минеральным питанием.

Ключевые слова: соя, орошение, урожайность, полевая всхожесть, микроудобрения

Effectiveness of microfertilizers at different schemes of mineral nutrition of soybean in irrigation conditions

Konstantin Evgenievich Denisov,
Artem Alekseevich Andreyshchev,
Vyacheslav Alekseevich Tonkoshkur
Saratov State University of genetics, biotechnology and engineering
named after N.I. Vavilov, Saratov

Abstract. A study was carried out to determine the formation of the density of standing and the yield of soybeans, depending on the scheme of application of mineral and micronutrient fertilizers under irrigation conditions. It was found that the conscientious application of mineral fertilizers increased the effectiveness of microfertilizers, which led to an increase in the efficiency of foliar feeding with a better supply of plants with mineral nutrition.

Keywords: soybean, irrigation, productivity, field germination, microfertilizers

Введение. В современных условиях одной из наиболее важных проблем современного сельского хозяйства, требующей решения, является увеличение производства растительного белка, которое в настоящее время в 1,5 раза ниже необходимого количества [1, 2].

Соя – важная культура, зерно которой используется как в продовольственных целях, так в кормовых и технических.

Существенным фактором при возделывании сои является обеспечение растений питательными веществами и обеспечение благоприятных условий для жизнедеятельности азотфиксирующих бактерий. Регулировать эти факторы позволяет внесение удобрений [3, 4].

В этой связи целью настоящего исследования явилось определение формирования густоты стояния и урожайности сои в зависимости от схемы применения минеральных и микроудобрений в условиях орошения.

Методика исследований. Полевые исследования проводили в ООО «Агроинвест», Марковского района Саратовской области в 2019-2021 гг.

С целью изучения влияния минеральных и микроудобрений на продуктивность и качество зерна сои при орошении в условиях Сухостепного Заволжья был заложен полевой опыт, включающий в себя 17 вариантов, по следующей схеме:

1. Контроль без внесения удобрений.
2. Аммофос ($N_{12}P_{52}$) 100 кг/га в физическом весе под основную обработку почвы с сени.
3. Аммофос ($N_{12}P_{52}$) + Ревитаплант бор (1 л/га, опрыскивание посевов в фазу бутонизации).
4. Аммофос ($N_{12}P_{52}$) + Ревитаплант молибден (0,3 л/га, опрыскивание посевов в фазу цветения).
5. Аммофос ($N_{12}P_{52}$) + Ревитаплант бобовые (2 л/га, опрыскивание посевов в фазу цветения).
6. Аммофос ($N_{12}P_{52}$) + аммиачная селитра (N_{34}) 100 кг в физическом весе в предпосевную культивацию весной.
7. Аммофос ($N_{12}P_{52}$) + аммиачная селитра (N_{34}) + Ревитаплант бор (1 л/га).
8. Аммофос ($N_{12}P_{52}$) + аммиачная селитра (N_{34}) + Ревитаплант молибден (0,3 л/га).
9. Аммофос ($N_{12}P_{52}$) + аммиачная селитра (N_{34}) + Ревитаплант бобовые (2 л/га).
10. Аммофос ($N_{12}P_{52}$) + КАС 32 (N_{32}) 100 кг/га опрыскивание посевов фазу бутонизации с поливной.
11. Аммофос ($N_{12}P_{52}$) + КАС 32 (N_{32}) + Ревитаплант бор (1 л/га).
12. Аммофос ($N_{12}P_{52}$) + КАС 32 (N_{32}) + Ревитаплант молибден (0,3 л/га).
13. Аммофос ($N_{12}P_{52}$) + КАС 32 (N_{32}) + Ревитаплант бобовые (2 л/га).
14. Аммофос ($N_{12}P_{52}$) + аммиачная селитра (N_{34}) + КАС 32 (N_{32}).
15. Аммофос ($N_{12}P_{52}$) + аммиачная селитра (N_{34}) + КАС 32 (N_{32}) + Ревитаплант бор (1 л/га).
16. Аммофос ($N_{12}P_{52}$) + аммиачная селитра (N_{34}) + КАС 32 (N_{32}) + Ревитаплант молибден (0,3 л/га).
17. Аммофос ($N_{12}P_{52}$) + аммиачная селитра (N_{34}) + КАС 32 (N_{32}) + Ревитаплант бобовые (2 л/га).

Повторность опыта трехкратная, размещение вариантов систематическое. Площадь делянки – 150 м², учетная площадь делянки - 100 м². Сорт сои Амфор.

Результаты исследований. Густота растений является единственным элементом продуктивности сельскохозяйственных культур, формирующимся с начала роста и развития растения и до его уборки. Основой формирования густоты стояния растений является полевая всхожесть семян (таблица 1).

Полевая всхожесть колебалась от 77,3 % на контроле до 81,0 % на вариантах Аммофос + КАС 32 + Ревитаплант бобовые и Аммофос + КАС 32 + Ревитаплант бобовые. Минимальная эффективность вносимых удобрений и препаратов отмечалась на варианте с внесением только Аммофоса – 79,0 % и Аммофос + КАС 32 – 79,4 %.

Сохранность растений на контроле в среднем за годы исследований составляла 87,0 %. Максимальное влияние на этот показатель оказывало внесение микроудобрения Ревитаплант бобовые при совместном внесении аммофоса, аммиачной селитры и КАС 32, повышая его до 93,5 %. Внесение аммофоса давало минимальную прибавку относительно контроля: всего 1,6 %.

При минеральной подкормке без внесения микроудобрений сохранность растений варьировала от 88,6 % при внесении аммофоса до 91,5 % на фоне полного минерального питания. Микроудобрение Ревитаплант молибден было наименее эффективным из всех анализируемых удобрений.

Таблица 1 – Полевая всхожесть и сохранность растений сои в 2019–2021 гг.

Вариант опыта	Растений в фазу полных всходов, шт./м ²	Полевая всхожесть, %	Растений перед уборкой, шт./м ²	Сохранность, %
Контроль	61,8	77,3	53,8	87,0
Аммофос	63,2	79,0	56,0	88,6
Аммофос +Ревитаплант бор	63,9	79,8	57,3	89,8
Аммофос + Ревитаплант молибден	63,7	79,6	56,8	89,3
Аммофос + Ревитаплант бобовые	63,8	79,8	57,8	90,5
Аммофос + аммиачная селитра	64,4	80,5	58,0	90,1
Аммофос + аммиачная селитра + Ревитаплант бор	64,0	80,0	58,2	90,9
Аммофос + аммиачная селитра + Ревитаплант молибден	64,6	80,8	58,5	90,5
Аммофос + аммиачная селитра + Ревитаплант бобовые	64,6	80,7	59,1	91,5
Аммофос + КАС 32	63,5	79,4	57,7	90,8
Аммофос + КАС 32 + Ревитаплант бор	64,6	80,8	59,4	91,8
Аммофос + КАС 32 + Ревитаплант молибден	64,8	81,0	59,1	91,2
Аммофос + КАС 32 + Ревитаплант бобовые	64,8	81,0	59,7	92,2
Аммофос + аммиачная селитра + КАС 32	64,6	80,7	59,1	91,5
Аммофос + аммиачная селитра + КАС 32+ Ревитаплант бор	64,2	80,3	59,5	92,5
Аммофос + аммиачная селитра + КАС 32 Ревитаплант молибден	64,5	80,7	59,4	92,0
Аммофос + аммиачная селитра + КАС 32 + Ревитаплант бобовые	64,5	80,6	60,3	93,5

В ходе проведенных исследований выявлено достоверное увеличение урожайности под действием минеральных и микроудобрений. Также выявлено преимущество микроудобрения Ревитаплант бобовые на фоне минерального питания. В среднем за 2019-2021 гг. на этом варианте отмечалась максимальная урожайность сои вариантам опыта – 2,90 т/га. Прибавка составляла 0,62 т/га, или 27,15 %. Наименее эффективным оказалось применение минерального удобрения Аммофос. На этом варианте урожайность сои составила 2,37 т/га, что было выше контроля всего на 0,08 т/га, или на 3,65 %.

Таблица 2 – Урожайность зерна сои по вариантам опыта (среднее за 2019-2021 гг.)

Вариант опыта	Урожайность, т/га	Разница с контролем	
		т/га	%
Контроль	2,28	-	-
Аммофос	2,37	0,08	3,65
Аммофос +Ревитаплант бор	2,43	0,14	6,28
Аммофос + Ревитаплант молибден	2,40	0,12	5,26
Аммофос + Ревитаплант бобовые	2,49	0,21	8,91
Аммофос + аммиачная селитра	2,48	0,20	8,76
Аммофос + аммиачная селитра + Ревитаплант бор	2,59	0,30	13,28
Аммофос + аммиачная селитра + Ревитаплант молибден	2,54	0,26	11,24
Аммофос + аммиачная селитра + Ревитаплант бобовые	2,64	0,36	15,77
Аммофос + КАС 32	2,56	0,28	12,26
Аммофос + КАС 32 + Ревитаплант бор	2,67	0,39	17,08
Аммофос + КАС 32 + Ревитаплант молибден	2,63	0,35	15,18
Аммофос + КАС 32 + Ревитаплант бобовые	2,72	0,44	19,27
Аммофос + аммиачная селитра + КАС 32	2,70	0,42	18,25
Аммофос + аммиачная селитра + КАС 32+ Ревитаплант бор	2,85	0,56	24,67
Аммофос + аммиачная селитра + КАС 32 Ревитаплант молибден	2,79	0,51	22,34
Аммофос + аммиачная селитра + КАС 32 + Ревитаплант бобовые	2,90	0,62	27,15
НСР05	0,022		
Ффакт	495,382		
Фтеор	1,23		

Заключение. В результате проведенных исследований можно заключить, что при совместном внесении минеральных удобрений повышалась эффективность действия микроудобрений, что обуславливало повышение эффективности листовой подкормки при лучшем обеспечении растений минеральным питанием.

Список источников

1. Балакай, Г.Т., Селецкий, С.А. Урожайность сортов сои при поливе дождеванием и системами капельного орошения в условиях Ростовской области/ Г.Т. Балакай, С.А. Селецкий // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. – 2019. – № 3 (35). – С. 80–97.
2. Новиков, М. Н. Ведущая культура в системе биологизации земледелия/ М. Н. Новиков// Аграрный вестник Верхневолжья. - 2019. - № 3 (28). - С. 41–47.
3. Демьянова–Рой, Г.Б., Борцова, Е.Б. Влияние рострегулирующих веществ на урожайность сортов сои и элементы ее структуры в условиях Северо–Западного региона/ Г.Б. Демьянова–Рой, Е.Б. Борцова// Достиж. науки и техн. АПК. - 2014. - № 2. - С. 36–38.
4. Шабалкин, А. В. Влияние обработки почвы в комплексе с применением удобрений и гербицидов на урожайность, качество семян сои и экономическую эффективность / А. В.

© Денисов К.Е., Андрейцев А.А., Тонкошкур В.А., 2022

Научная статья
УДК 631.811

Применение бактериальных и микроудобрений в технологии возделывания яровой твердой пшеницы

Константин Евгеньевич Денисов
Анастасия Александровна Гераскина

Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии
и инженерии имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов

Аннотация. Проведено изучение влияния различных режимов питания на урожайность зерна яровой твердой пшеницы при различных способах основной обработки почвы. Сделан вывод, что внекорневая подкормка значительно повысила эффективность применения минеральных удобрений.

Ключевые слова: яровая пшеница, минеральные удобрения, некорневая подкормка, урожайность

The application of bacterial and microfertilizers in the technology of spring durum wheat cultivation

Konstantin Evgenievich Denisov
Anastasia Alexandrovna Geraskina

Saratov State University of genetics, biotechnology and engineering
named after N.I. Vavilov, Saratov

Abstract. A study was made of the influence of various nutrition regimes on the grain yield of spring durum wheat during various methods of basic tillage. It is concluded that foliar top dressing significantly increased the efficiency of mineral fertilizers.

Keywords: spring wheat, mineral fertilizers, foliar feeding, productivity

Введение. В естественных условиях рост и развитие сельскохозяйственных растений зависят от комплекса внешних факторов, в частности, почвы, питательных веществ, света, влаги, тепла и других факторов. Благоприятное сочетание указанных факторов усиливает ростовые процессы, а при их недостатке или излишке наблюдается послабление развития растений, что отрицательным образом сказывается на урожайности культур.

На сегодняшний день все большую востребованность получает твердая пшеница. Она является экономически ценной и важной продовольственной культурой за счет качественных показателей зерна. Достоинства зерна яровой твердой пшеницы определяются повышенной стекловидностью, высоким и богатым содержанием хорошо сбалансированного белка [1, 2]. Обеспечить высокие качественные показатели урожая этой культуры возможно за счет применения различных бактериальных и микроудобрений [3].

Цель исследования - изучить влияние различных режимов питания на урожайность зерна яровой твердой пшеницы при различных способах основной обработки почвы.

Методика исследований. Исследования проводили в 2020-2022 гг. на опытном поле Саратовского ГАУ им. Н.И. Вавилова, УНПО «Поволжье» (пос. Степное, Энгельский р-н, Саратовская обл.).

2020 год характеризовался как умеренно жаркий и сухой. В течение вегетационного периода гидротермический индекс составлял 0,25, что соответствует засушливому году. В 2021 году ГТК равнялся 0,47, в 2022 г. - 0,62.

Материал исследования – яровая твердая пшеница (сорт Луч 25) при двух вариантах обработки почвы с внесением минеральных и микробиологических удобрений.

Фактор А: вспашка плугом ПЛН-5-35 на глубину 22-25 см и минимальная обработка почвы дисковой бороной БДМ 7×3 на глубину 10-12 см.

Фактор Б: минеральные и микробиологические удобрения (аммофос 60 кг/га, Страда N - 3 л/га, Микроэл - 0,2 л/га, Азофит - 2 л/га).

Схема опыта

1. Вспашка плугом ПЛН-5-35 на глубину 22-25 см (контроль).
2. Вспашка плугом ПЛН-5-35 на глубину 22-25 см + аммофос.
3. Вспашка плугом ПЛН-5-35 на глубину 22-25 см + Азофит.
4. Вспашка плугом ПЛН-5-35 на глубину 22-25 см + Страда N.
5. Вспашка плугом ПЛН-5-35 на глубину 22-25 см + Микроэл.
6. Вспашка плугом ПЛН-5-35 на глубину 22-25 см + Азофит + аммофос.
7. Вспашка плугом ПЛН-5-35 на глубину 22-25 см + Страда N + аммофос.
8. Вспашка плугом ПЛН-5-35 на глубину 22-25 см + Микроэл + аммофос.
9. Минимальная обработка почвы дисковой бороной БДМ 7×3 на глубину 10-12 см (контроль).
10. Минимальная обработка почвы дисковой бороной БДМ 7×3 на глубину 10-12 см + аммофос.
11. Минимальная обработка почвы дисковой бороной БДМ 7×3 на глубину 10-12 см + Азофит.
12. Минимальная обработка почвы дисковой бороной БДМ 7×3 на глубину 10-12 см + Страда N.
13. Минимальная обработка почвы дисковой бороной БДМ 7×3 на глубину 10-12 см + Микроэл.
14. Минимальная обработка почвы дисковой бороной БДМ 7×3 на глубину 10-12 см + Азофит + аммофос.
15. Минимальная обработка почвы дисковой бороной БДМ 7×3 на глубину 10-12 см + Страда N + аммофос.
16. Минимальная обработка почвы дисковой бороной БДМ 7×3 на глубину 10-12 см + Микроэл + аммофос.

Результаты исследований. Урожайность твердой яровой пшеницы существенно варьировала по годам исследований. В засушливом 2020 г. урожайность озимой пшеницы была на уровне 0,45 – 0,80 т/га, в более влажном 2021 г. урожайность была выше и колебалась от 1,2 до 2,05 т/га, в 2022 г., который был наиболее влажным из трех, этот показатель варьировал от 1,58 до 2,28 т/га (таблица 1). Максимальную прибавку урожайности давало внесение микроудобрений совместно с препаратом Страда N на вспашке во все годы исследований. Следует отметить, что максимальная эффективность его действия отмечалась во влажные годы. В среднем за годы исследований прибавка относительно контроля составляла 37,90 %.

При минимальной обработке почвы наиболее эффективным в 2020 г. оказался вариант с внесением микроудобрений совместно с препаратом Азофит, где прибавка относительно контроля была 40,00 %. Во влажные 2021 и 2022 годы максимальную прибавку урожайности давало внесение Аммофоса совместно с препаратом Страда N, где прибавка относительно контрольного варианта составляла 39,02 %.

Таблица 1 – Урожайность зерна яровой твердой пшеницы в 2020-2022 гг.

Вариант опыта		Урожайность т/га				Прибавка к контролю	
		2020 г.	2021 г.	2022 г.	Среднее	т/га	%
Вспашка	Контроль	0,60	1,50	1,62	1,24	-	-
	Азофит	0,68	1,65	1,82	1,38	0,14	11,56
	Страда N	0,73	1,63	1,76	1,37	0,13	10,75
	Микроэл	0,70	1,60	1,72	1,34	0,10	8,06
	Аммофос	0,65	1,71	1,88	1,41	0,17	13,98
	Азофит + Аммофос	0,75	1,95	2,18	1,63	0,39	31,18
	Страда N + Аммофос	0,80	2,05	2,28	1,71	0,47	37,90
	Микроэл + Аммофос	0,78	1,87	2,08	1,58	0,34	27,15
Минимальная	Контроль	0,45	1,20	1,40	1,02	-	-
	Азофит	0,49	1,38	1,66	1,18	0,16	15,74
	Страда N	0,55	1,36	1,60	1,17	0,15	15,08
	Микроэл	0,53	1,31	1,58	1,14	0,12	12,13
	Аммофос	0,48	1,39	1,63	1,17	0,15	14,75
	Азофит + Аммофос	0,56	1,70	2,01	1,42	0,41	40,00
	Страда N + Аммофос	0,64	1,65	1,95	1,41	0,40	39,02
	Микроэл + Аммофос	0,61	1,62	1,93	1,39	0,37	36,39

F_{ϕ} по фактору А	236,82
F_{ϕ} по фактору В	60,36
F_{ϕ} по фактору АВ	0,869
$НСР_{05}$ для част. средних	0,079
$НСР_{05}$ по фактору А	0,028
$НСР_{05}$ по фактору В	0,056
$НСР_{05}$ по фактору АВ	$F_{\phi} < F_{\tau}$

Заключение. Таким образом, по данным исследований, урожайность яровой твердой пшеницы зависит от погодных условий, а также от способа основной обработки почвы и внесения минеральных и бактериальных удобрений. Причем внесение минеральных удобрений под предпосевную культивацию оказало больший эффект во влажные годы.

Некорневая подкормка значительно повысила эффективность применения минеральных удобрений. Наибольшая эффективность по годам при минимальной обработке почвы и вспашке отмечена при совместном внесении в почву Страда N и аммофоса.

Список источников

1. Уханова О.И., Белоусова Е.М., Рыжкова А.Н. Высокоурожайные сорта сильной и твердой пшеницы. М., 1979. 136 с.
2. Бирюкова О.В., Бирюков К.Н., Кадушкина В.П. ВЛИЯНИЕ АГРОТЕХНИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ И ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА КАЧЕСТВО ЗЕРНА ЯРОВОЙ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ // Зернобобовые и крупяные культуры. 2020. № 2 (34). С. 103-108.

3. Гераскина А.А., Денисов К.Е. РОЛЬ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И ЛИСТОВОЙ ПОДКОРМКИ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЯРОВОЙ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ // Инновационные идеи молодых исследователей для агропромышленного комплекса. Сборник материалов Международной научно-практической конференции. Пенза, 2022. С. 15-18.

4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

© Денисов К.Е., Гераскина А.А., 2022

Научная статья
УДК 631.821.1

Влияние извести на плодородие почвы и повышение урожая сельскохозяйственных культур

Марина Владимировна Евсенина, Кирилл Дмитриевич Сазонкин, Андрей Андреевич Соколов, Екатерина Ивановна Лупова, Дмитрий Валериевич Виноградов

Рязанский государственный агротехнологический университет
имени П.А. Костычева,
г. Рязань

Аннотация. Влияние извести на плодородие почвы доказано различными исследованиями. В сельскохозяйственном производстве также необходимо ориентироваться на кислотность почвы, а не только на потребность растений в минеральных и органических удобрениях. В статье рассматриваются проблемы кислотности почв и отношения растений к почвенным растворам с разным уровнем рН.

Ключевые слова: почвоведение, известкование, плодородие почвы, сельскохозяйственные культуры

Impact of lime on soil fertility and increased crop yield

Marina Vladimirovna Evsenina, Kirill Dmitrievich Sazonkin, Andrey Andreevich Sokolov, Ekaterina Ivanovna Lupova, Dmitry Valerievich Vinogradov

Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev,
Ryazan

Abstract. The effect of lime on soil fertility has been proven by various studies. In agricultural production, it is also necessary to focus on the acidity of the soil, and not only on the need of plants for mineral and organic fertilizers. The article deals with the problems of soil acidity and the relationship of plants to soil solutions with different levels of pH.

Keywords: soil science, liming, soil fertility, agricultural plants

В современных условиях хозяйствования сельскохозяйственное производство страны должно придерживаться пути максимальной интенсификации всех его отраслей, где основой его, в том числе, является широкое применение органических и минеральных удобрений в сочетании с известкованием. Высокий эффект в выращивании сельскохозяйственных культур при известковании можно достичь на дерново-подзолистых почвах Нечерноземной зоны России.

Известкование – прием химической мелиорации почв, за счет которого повышается эффект от агротехнических приемов и в первую очередь возрастает эффективность применения органических и минеральных удобрений. Известь не только создает благоприятный и

оптимальный фон для проявления максимально-положительного действия минеральных и органических удобрений, но и обогащает почву кальцием, которого в почве может не хватать, а сельскохозяйственные культуры активно поглощают этот элемент из почвы. Отметим, что проведение известкования несет в себе накопительный эффект и длительное последствие [1].

Результаты многочисленных исследований и широкая практика сельскохозяйственного производства показали, что известь оказывает многостороннее действие на почву. В первую очередь, известкование устраняет и снижает кислотность почвы, из-за которой растения страдают от токсического действия подвижных форм алюминия и марганца. Как следствие, снижение уровня кислотности почв благоприятно сказывается на ареале обитания микроорганизмов, участвующих в разложении органических веществ в почве и минерализацию необходимых для питания растений микроэлементов. Под воздействием извести усиливается деятельность аммонифицирующих бактерий, повышается мобилизация фосфорной кислоты и создается благоприятная среда для фиксации азота свободноживущими и клубеньковыми бактериями [5].

На ряду с этим известь оказывает положительное действие на физические свойства почвенного покрова, ее структуру, водный и воздушный режимы, а также условия питания. Известкование кислых почв вызывает в них глубокие, продолжительные изменения, которые во многом преобразуют почвы и повышают их почвенное плодородие.

В условиях реального производства процесс снижения кислотности при известковании может завершиться в течение недели, при оптимальной влажности и тщательном выполнении всех операций соответственно. Важно какого помола известь, какое количество вносится в почву и как тщательно известь перемешивается с влажной почвой.

Снижение кислотности почвы в современном сельском хозяйстве необходимый процесс, в кислых почвах снижается активность протекание физиологических процессов растений, проницаемость и вязкость протоплазмы клеток падает, уменьшается содержание хлорофилла, белков, сахаров, крахмала и витаминов, что напрямую влияет на качество и количество получаемого урожая [2].

Известковые удобрения, такие как доломитовая мука, жженая и гашеная известь, мергель, туф и другие в своем составе имеют важные в питании растений элементы – кальций и магний. Именно этих элементов обычно не хватает на дерново-подзолистых почвах, что зачастую негативно влияет на кормовые культуры, из-за чего снижается содержание кальция и белка в заготовленных кормах [2,3].

Отметим, что большинство сельскохозяйственных растений плохо переносит высокую кислотность. На почвах Нечерноземной зоны особенно чувствительны к кислотности клевер, люцерна, корнеплоды, пшеница, ячмень, горох, кукуруза и некоторые другие.

В Рязанской области активно вносят минеральные удобрения под культуры и проводят известкование кислых почв.

Внесение минеральных удобрений в Рязанской области, в среднем за 5 лет с 2016-2020 гг., составило более 60 тыс. тонн, при этом количество внесенных удобрений с каждым годом в динамике возрастало, и в 2020 году составила максимальный объем в 79 895 тонн. При этом в 2020 году, было внесено извести на площади в 3 886 га, где 17 тысяч тонн – это известняковая мука. Отметим, что проведение работ по химической мелиорации земель необходимо проводить регулярно, с увеличением охватываемой площади пашни.

Такие культуры как капуста, свекла (сахарная, кормовая, столовая), хорошо произрастают при нейтральной или слабощелочной реакции и наиболее сильно отзываются на известкование. Овес, рожь и гречиха переносят умеренную кислотность почвы и, вместе с тем, положительно отзываются на известкование высокими дозами извести.

Такие культуры, как подсолнечник, картофель, лен, морковь, кабачки, тыква, помидоры, не переносят избытка кальция в почве, под выращивание этих культур лучше подойдет известкование с пониженными дозами [5].

Известно, что для получения хорошего урожая, крайне важно ориентироваться на уровень рН для конкретной культуры (таблица 1).

Таблица 1 – Реакции уровня рН для основных сельскохозяйственных культур

Растение	Оптимальный уровень рН	Растет и развивается при уровне рН
Люпин	4-5	4-6
Картофель	5	4-8
Лен	5-6	4-7
Овес	5-6	4-8
Рожь	5-6	4-7
Клевер	6-6,5	5-8
Горох	6-7	5-8
Пшеница	6-7	5-8
Свекла	7	6-8
Люцерна	7-8	6-8
Гречиха	5-6	5-7
Кукуруза	6-7	5-8

Примечание: Отношение различных полевых культур к реакции почвенной среды по Д.Н. Прянишникову [3].

При проведении известкования кислых почв устанавливают место для внесения извести непосредственно под культуру в севообороте. Для установления места внесения извести в севооборотах необходимо учитывать культуру и тип почвы. Каждая культура реагирует на известкование по-разному, под некоторые известкование целесообразнее проводить за 1-2 года до посева.

Например, сахарную свеклу, как одну из наиболее чувствительных к почвенной реакции культур, необходимо выращивать на почвах близких к нейтральным (при рН ниже 6,0). При этом известь следует вносить под эту культуру или, под предшествующую в полной дозе [4].

Клевер красный дает высокие прибавки урожая от извести, внесенной под покровную для него культуру. Известкование является непременным условием для посева донника на почвах с повышенной кислотностью. Эта культура, как и люцерна, слабо реагирует на пониженные дозы извести.

Выявлено что, кукуруза недостаточно полно реагирует на непосредственное известкование. Действие извести сильнее проявляется при внесении ее под какую-либо из предшествующих культур.

Так, например, в шестипольном севообороте на суглинистой почве со следующим чередованием культур: 1) занятый пар, 2) озимые с подсевом клевера, 3,4) клевер два года, 5) картофель, 6) яровые зерновые известь нужно внести под озимые с подсевом клевера из расчета 2/3 дозы.

В семипольном же кормовом севообороте с чередованием культур: 1) занятый пар, 2) озимые с подсевом клевера, 3, 4) клевер два года, 5) зернобобовые, 6) озимь, 7) пропашные (силосные, корнеплоды, картофель) известь следует вносить независимо от механического состава почвы в полной дозе под озимые с подсевом трав, в пропашное поле – обязательное внесение микроудобрений с марганцем и бором [3]

В кормовом севообороте без пропашных культур известь напротив вносят в полной дозе под покровную для трав культуру, применять борные и марганцевые удобрения не следует.

В севообороте со льном и картофелем; 1) занятый пар, 2) озимые, 3) картофель, 4) яровые с подсевом клевера, 5,6) клевер два года, 7) лен, 8) яровые известь вносят на легких почвах не более половины дозы, на средних и тяжелых до 2/3 дозы, под лен и картофель применяют удобрения с включением элемента бора [3].

Для Рязанской области внесение бора рекомендовано при содержании подвижных форм менее 0,2-0,5 мг/кг почвы.

При выращивании картофеля в качестве кормовой культуры известь следует вносить на все кислые почвы и полными дозами. При возделывании же продовольственного картофеля известь в севообороте вносят на легких почвах не больше половины дозы и только при сильной их кислотности; на средних и тяжелых почвах при высокой и средней их кислотности до 2/3 дозы. Из этих же расчетов следует вносить известь и в севооборотах со льном [3].

Самые популярные травы, такие как люцерна и клевер, а также ряд злаковых культур (тимopheевка, ежа сборная, овсяница) нормально расти и развиваться на кислых почвах не могут. Известкование кислых почв при коренном улучшении сенокосов и пастбищ не только увеличивает урожай трав, но и улучшает ботанический состав травостоя лугов: в нем повышается содержание бобовых растений и значительно снижается количество сорняков. Кроме того, улучшаются кормовые качества трав, в растениях увеличивается содержание белка, кальция, витаминов и других полезных для животных веществ.

При коренном улучшении сенокосов и пастбищ известь тонкого помола следует вносить в полной дозе перед посевом травосмесей. Для лучшего смешивания извести с почвой ее следует рассеивать по участку перед дискованием или фрезерованием почвы [7].

Отметим, что из овощных культур наиболее отзывчивы на известкование кислых почв капуста кочанная, свекла столовая, лук, чеснок, салат, шпинат, сельдерей. Под эти культуры следует вносить полные дозы извести. Хорошо реагируют на известкование брюква, огурцы, морковь, репа, фасоль, капуста цветная; мало нуждаются в известковании почв редис, редька, кабачки, щавель, томаты.

Применять известь в овощеводстве следует не только на сильнокислых и среднекислых, но и на слабокислых почвах, так как овощные культуры в среднем более отзывчивы на известкование, чем полевые растения. Место внесения и доза извести в овощных, как и в других севооборотах, определяются отношением культур к этому удобрению. Например, при чередовании культур: 1) кукуруза на силос, 2) сахарная свекла, 3) капуста, 4) столовые корнеплоды, 5) капуста, 6) разные овощи известь следует вносить полной дозой под сахарную свеклу.

Известкование под овощные культуры не только повышает их урожай, но и значительно улучшает качество: повышается содержание витамина С, сахаров, каротина. На урожай и его качество положительно влияет магний, поэтому следует при известковании почвы под овощные культуры применять доломитовую муку, доломитизированный известняк и другие содержащие магний известковые удобрения, особенно на легких почвах.

На ряду с пропашными культурами плодовые также требовательны к уровню кислотности почв. Например, груша менее, чем яблоня, требовательна к извести, легче переносит кислотность почвы, но все же благоприятно отзывается на известкование сильнокислых и среднекислых почв.

Из ягодных культур наиболее чувствительна к повышенной кислотности почвы смородина, в меньшей степени крыжовник и земляника, под которые известь надо вносить в количестве, не превышающем полной дозы, так как избыточное известкование может неблагоприятно отразиться на их развитии.

Малина растет на почве с умеренной кислотностью, на известкование отзывается благоприятно.

Известкование следует проводить перед закладкой сада и в полной дозе. Если удобрение не было внесено до посадки деревьев, то его надо внести в посадочные ямы: под яблоню 2 - 3 кг, грушу 1,5 - 2, сливу и вишню 1 - 1,5, под куст смородины 0,5 - 1, крыжовника и земляники 0,1 - 0,2 кг [6,7].

Таким образом, в системе интенсификации сельского хозяйства, в том числе и в Рязанской области, на ряду с использованием регуляторов роста, внесением минеральных и органических удобрений, важным звеном остается уменьшение площади пашни с высокой кислотностью почв за счет их известкования.

Список источников

1. Габибов, М.А., Троц Н.М., Виноградов Д.В. Практикум по агрохимии. Кинель: СамГАУ, 2022. 222 с.
2. Ерофеева Т.В., Виноградов Д.В., Макарова Л.Ю. Экология. Рязань: ИП Викулов. Рязань, 2021. 280 с.
3. Рекомендации по новой технологии известкования кислых почв / М-во сел. хоз-ва РСФСР. Гл. упр. химизации. Науч.-исслед. ин-т сел. хоз-ва центр. районов нечерноземной зоны. - Москва: Россельхозиздат, 1967. - 36 с.
4. Сазонкин, К. Д. Экологизация как перспективный вектор развития АПК / К.Д. Сазонкин, С.В. Никитов // Экология и природопользование: тенденции, модели, прогнозы, прикладные аспекты: Мат. Нац. науч.-практ. конф. - Рязань : ФГБОУ ВО РГАТУ, 2022. - С. 126-131.
5. Троц, Н.М., Габибов М.А., Виноградов Д.В. Агрохимия. Кинель: СамГАУ, 2021. 165 с.
6. Троц, Н.М. и др. Тяжелые металлы в агроландшафтах Самарской области. Кинель: СамГАУ, 2018. 220 с.
7. Щур, А.В. Целлюлозолитическая активность почв при различных уровнях агротехнического воздействия / Н.М. Троц, Д.В. Виноградов, В.П. Валько // Вестник КрасГАУ, 2015. № 7 (106). С. 45-49.

© Евсенина М.В., Сазонкин К.Д., Соколов А.А., Лупова Е.И., Виноградов Д.В., 2022

Научная статья

УДК 504.53.062.4: 631.81

Актуальность новых подходов к повышению плодородия почв и урожайности сельскохозяйственных культур

Александр Николаевич Есаулко, Андрей Анатольевич Коровин, Арина Сергеевна Котова

Ставропольский государственный аграрный университет, г. Ставрополь.

Аннотация. В статье рассматриваются проблемы современного состояния почв и урожайности сельскохозяйственных культур. Предлагается направление по созданию новых подходов к повышению плодородия и урожайности на основе комплексного агрохимического изучения состояния почв, потребностей сельскохозяйственных культур и дозированного применения современных хелатированных органоминеральных удобрений.

Ключевые слова: плодородие почв, урожайность, органоминеральные удобрения

Alexander Nikolaevich Esaulko, Andrey Anatolyevich Korovin, Arina Sergeevna Kotova,
Stavropol State Agrarian University, Stavropol

Abstract. The article deals with the problems of the current state of soils and crop yields. A direction is proposed for creating new approaches to increasing fertility and productivity based on a comprehensive agrochemical study of the state of soils, the needs of crops and the dosed use of modern chelated organomineral fertilizers.

Key words: soil fertility, productivity, organomineral fertilizers

Почва - уникальный природный ресурс, основа продовольственной и экологической безопасности, не имеет аналогов как фактор и условие хозяйственной деятельности, крайне ограничена в части восстановления производственного потенциала и чувствительна к негативным природным и антропогенным воздействиям [7].

Экологическая и экономическая составляющие почв нераздельны. Почва принимает активное участие в круговороте веществ в природе, при этом сама является сложным биогеоценозом - местом проживания и жизнедеятельности объектов растительного и животного мира.

Почва является своего рода резервуаром минеральных и органических веществ, участвует в природном регулировании направленности, скорости и масштабах их миграции и трансформации в наземных экосистемах. Эти процессы протекают на фоне сложной и неоднородной климатической обстановки и в значительной мере формируются ею. С талыми и ливневыми водами значительное количество органических и минеральных веществ, в том числе агрохимикатов, попадают в водоемы.

Орошение является важнейшим компонентом рационального ведения сельскохозяйственного производства, нацеленным на повышение плодородия и урожайности [8]. Качество вод, применяемых для орошения, оказывает существенное влияние на экологическое состояние и плодородие почв, а также безопасность сельхозпродукции. В многочисленных работах отмечено загрязнение поверхностных вод тяжелыми металлами, минеральными и органическими удобрениями и продуктами их распада, а также нефтепродуктами. Вымываемые из почвы агрохимикаты попадают в водоемы, а затем вновь поступают в почвы через оросительные системы, но уже в количественно неконтролируемом объеме. Получается замкнутый круг с потенцированием негативного для экологического состояния почв эффектом. За последние десятилетия эти факторы привели к образованию значительного дефицита баланса элементов питания почвы. Общий вынос минеральных и органических питательных веществ более чем в 6 раз превысил их возврат с учетом внесения удобрений.

Анализируя средние данные по краю, приведенные на рисунке 1 (по данным министерства сельского хозяйства Ставропольского края), можно сделать вывод, что с 2010 по 2012 и с 2013 по 2021 год происходит устойчивое увеличение применения минеральных удобрений на территории Ставропольского края [1,2]. Максимальное применение минеральных удобрений отмечается в 2021 году – 103 кг/га д.в. Увеличение применения минеральных удобрений увеличивается на 2 – 13 кг/га в зависимости от года. Минимальное внесение удобрений в крае зафиксировано в 2010 году – 56 кг/га.

Всеобщее понимание, что деградация почв является результатом, в том числе, используемых агротехнологий, привело к осознанию необходимости замены существующих агротехнологий, разрушающих биосферу, на технологии, ее сохраняющие. Однако время показывает, что подавляющее большинство технических разработок слишком трудоемки или финансово затратны, поэтому не выходят за пределы лабораторий.

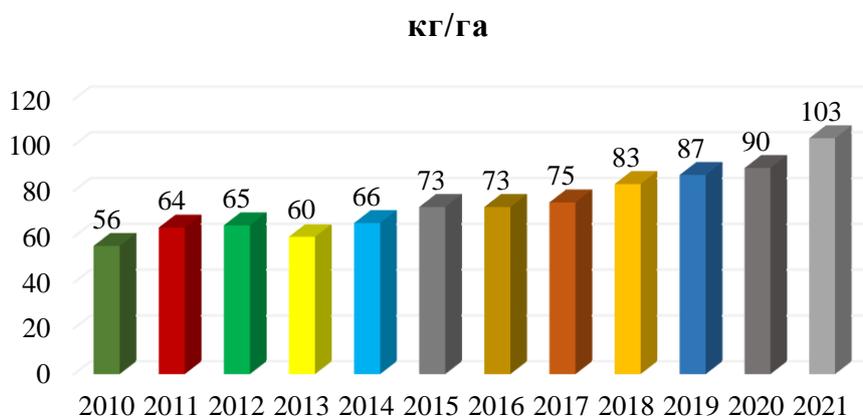


Рисунок 1. Применение минеральных удобрений под урожай в Ставропольском крае (2010 – 2021 гг.)

Важными характеристиками хозяйственной деятельности являются показатели, достижение которых нередко находятся в антагонистических противоречиях. Во-первых, это **плодородие почвы**, которое является результирующим показателем состояния почвенных процессов, способных удовлетворять потребность возделываемых культур, а во-вторых - урожайность, которая определяется количеством растениеводческой продукции, получаемой с единицы площади.

Нередко в погоне за урожайностью применяют технологии, которые ведут к истощению, и, как следствие, снижению плодородия почв, а также снижают потенциал почвовосстановления.

В сельском хозяйстве России за последние десятилетия технологический прогресс позволил совершить рывок в производстве основных сельскохозяйственных продуктов, тем самым обеспечив продовольственную безопасность страны. Однако, интенсивная эксплуатация земельных ресурсов негативно сказалась на плодородии почв, тем самым поставив под угрозу способность в будущем поддерживать производство сельскохозяйственной продукции на достаточном уровне [3].

Наука приходит на помощь практическому земледелию, постоянно предлагая новые виды удобрений и новые технологии, получившие название «точное» и «адресное» земледелие. В эти понятия входят самые разнообразные технологии: от применения новых способов агрохимического анализа почв, селекции высокопроизводительных сортов до информатизации и космической навигации проведения посадочных и уборочных работ.

Мы разделяем мнение ученых, что у данных методов в будущем имеются определенные перспективы, но в настоящее время они весьма дорогостоящи, и по этой причине малодоступны для широкого практического применения.

По мнению целого ряда авторов, основными лимитирующими факторами для продуктивности агросистем являются режим севооборота, основная обработка почвы в севооборотах и система удобрений.

Вместе с тем хотелось бы напомнить весьма простую истину, о которой в последнее время стали забывать или просто не учитывают в работе, что плодородие почв и урожайность сельскохозяйственных культур не цель, а средство для удовлетворения все возрастающих потребностей человечества в продуктах питания. А они в свою очередь есть симбиоз триединства составляющих: во-первых, агрохимическое состояние почвы, во-вторых, ее восстановительная способность в виде органоминеральных удобрений, и в-третьих, потребность различных видов сельскохозяйственных культур в органических и минеральных веществах в константных количествах и пропорциях для своего роста, чтобы в последующем быть пригодными в качестве конечного пищевого продукта для потребления человеком.

Является общеизвестным, что содержание в почвах определенных элементов может быть для одних растений недостаточным, для других – оптимальным, а для третьих – токсичным. Именно на сбалансированное их содержание требуется выходить сельхозпроизводителям. Все усложняющиеся агроэкологическая обстановка требует привлечения совершенных агрохимических методов исследования.

В последнее время все чаще используется новый вид минеральных удобрений – хелаты [4,5,6]. Это позволяет значительно снизить агрохимическую нагрузку на почву, при этом усвояемость микроэлементов значительно выше, чем при использовании традиционных минеральных удобрений.

Нами предлагается следующий путь развития производства сельскохозяйственных культур. На основе первичного агрохимического анализа почв подбираются сельскохозяйственные культуры, наиболее близкие по требованиям в области органического и минерального состава. Разницу в абсолютном и относительном содержании восполняют адаптированными органическими и хелатными комплексами. Это позволит значительно снизить антропогенную нагрузку на почву, повысит рентабельность при выращивании культур, их урожайность и пищевую ценность, позволив перейти в товарную нишу «экологически чистый продукт» без значительных финансовых и материальных затрат.

При этом отходы сельскохозяйственного производства могут выступать в качестве ценного органического удобрения, особенно, если они подверглись вермиообработке и последующему смешиванию с хелатными удобрениями.

Предлагаемая технология полностью вписывается в рекомендованные к применению «точные» и «адресные» технологии, позволяет существенно уменьшить количество вносимых минеральных и органических удобрений, при этом является экологически чистой.

Внедрение предлагаемой технологии базируется на принципе – «помоги природе вернуться в экологически сбалансированное состояние, уменьши антропогенную нагрузку», и это будет способствовать возрождению плодородия почв и, в конечном результате, повышению урожайности экологически чистых сельскохозяйственных культур.

Вышеизложенное позволяет сделать следующее заключение. Глобальное истощение плодородия почв и связанные в нем экологические проблемы требуют ускоренного появления новых ресурсо- и средосберегающих технологий. Таким образом, в перспективе увеличение производства продовольствия станет возможным только в случае принятия в качестве приоритета сложного комплекса факторов управления восстановительными способностями почвы за счет рационального и сбалансированного использования органоминеральных удобрений.

Список источников

1. Есаулко, А.Н. Биологизация систем удобрений – как путь совершенствования систем земледелия / А.Н. Есаулко и др. // Научно-обоснованные системы земледелия: теория и практика: сборник по материалам научно-практической конференции, приуроченной к 80-летнему юбилею В.М. Пенчукова / СтГАУ. – Ставрополь, 2013. С. 87-89.

2. Есаулко, А. Н. Повышение эффективности применения удобрений на основе оптимизации систем удобрения в севооборотах Центрального Предкавказья (к 40-летию стационара СтГАУ) / А. Н. Есаулко, Л. Н. Петрова, В. В. Агеев // Плодородие. – 2017. – № 1 (94). – С. 8–11.

3. Зеленская Т.Г. Новые технологии в растениеводстве, как условие экологической и продовольственной безопасности / Т.Г. Зеленская, А.А. Коровин, Ю.А. Безгина, С.В. Окрут, И.О. Лысенко // Вестник АПК Ставрополя. - №1 (45). – Ставрополь, 2022. – С. 32 - 36.

4. Корсаков К.В., Пронько Н.А., Пронько В.В., Белоголовцев В.П., Корсак В.В. Влияние гуминовых препаратов и хелатных форм удобрений на продуктивность столовой моркови в Саратовском Заволжье при орошении // Аграрный научный журнал. 2019. № 4. С. 16-20.

5. Кузнецов И.Ю., Нафикова А.Р., Алимгафаров Р.Р., Валиуллина О.В., Ягудин А.Г. Эффективность применения хелатного удобрения металлоцен на озимой пшенице // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. 2021. № 1 (57). С. 17-26.

6. Молявко А.А., Марухленко А.В., Борисова Н.П. Эффективность хелатных удобрений при выращивании оздоровленного картофеля в тоннельных укрытиях / Научные труды по агрономии. 2021 № 1-2 (5-6). С. 42-52.

7. Сушкова Т.Ю., Иванова Н.А. Эффективность использования земли в сельском хозяйстве региона // Экономика сельского хозяйства России. 2021. № 10. С. 39-44.

8. Шадских, В.А. К вопросу влияния орошения на плодородие почв степной и сухостепной зон Поволжья / В.А. Шадских, В.Е. Кижаева, Л.Г. Романова // Орошаемое земледелие. - 2019. - № 4. - С. 46-49.

© Есаулко А.Н., 2022

**Продуктивность деревьев яблони под влиянием
мульчирования приствольной полосы**

**Еськов И.Д., Панфилов А.В., Попов В.Г., Рябушкин Ю.Б., Рязанцев Н.В., Лялина Е.В.,
Мотова Ю.В., Марискин Р.В., Лазарев А.А.**

Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии
и инженерии имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов

Productivity of apple trees under the influence of mulching of the trunk strip

**Eskov I.D., Panfilov A.V., Popov V.G., Ryabushkin Yu.B., Ryazantsev N.V., Lyalina E.V.,
Motova Yu.V., Mariskin R.V., Lazarev A.A.**

Saratov State University of genetics, biotechnology and engineering
named after N.I. Vavilov, Saratov

Аннотация. В статье представлены исследования по влиянию мульчирования приствольной полосы, проведение зеленых операций и органического микроэлементного комплекса, на изменения ростовой активности и формирование плодовых образований в интенсивных насаждениях яблони.

Ключевые слова: сорт, мульчирование, зеленые операции, минеральное питание, яблоня, орошение, продуктивность

Abstract. The article presents studies on the effect of mulching of the trunk strip, carrying out green operations and organic trace element complex, on changes in growth activity and the formation of fruit formations in intensive apple plantations.

Keywords: variety, mulching, green operations, mineral nutrition, apple tree, irrigation, productivity

Употребление в пищу фруктов имеет большее значение для здоровья человека. Яблоки ценный пищевой и диетический продукт. Сдержат сахара, пектин, органические кислоты, витамины, и др. Яблоки улучшают пищеварение и кроветворение, увеличивают желчеотделение, смягчают кашель. Низкая калорийность яблок позволяет использовать их в диетах при ожирении [3, 5].

В нашей стране яблоня занимает лидирующее положение по распространению среди всех плодовых культур. Общая площадь яблоневого промышленного насаждений в нашей стране более 100 тыс. га., в Саратовской области – 4 тыс. га. Технология интенсивных садов все больше внедряется в России. К сортам интенсивного типа кроме высоких адаптивных свойств, предъявляются и другие требования: скороплодность, урожайность, качество плодов. Мировая практика показывает, что сорта яблони со временем морально устаревают, теряют свою привлекательность и становятся убыточными. Поэтому необходима постоянная работа по совершенствованию сортимента яблони с целью извлечения максимальной прибыли при выращивании данной культуры.

Решение проблемы ускоренного вступления в плодоношение зависит от многих факторов. Мульчирование приствольных полос имеет перспективу в плане уменьшения засоренности, сохранения влаги в почве, усиления ростовых процессов и формирования плодовых образований [2, 6].

В связи с этим целью научных исследований в яблоневом саду УНПЦ «Экспериментальное садоводство» являлся определить влияние мульчирования приствольной

полосы, применения зеленых операций и органического микроэлементного комплекса, на изменения ростовой активности и формирование плодовых образований в интенсивных насаждениях яблони.

Территория УНПЦ «Экспериментальное садоводство» расположена в степной зоне. Почвы участка, представлены чернозёмом южным слабогумусированным и среднесуглинистым. Агротехника опытного участка общепринятая для сада.

Климат характеризуется континентальным засушливым климатом. Среднегодовая температура воздуха по многолетним данным составляет +5,3 °С. Самым жарким месяцем года является июль; самым холодным – январь. Среднегодовые даты перехода среднесуточной температуры воздуха через +5 °С приходятся на 15 апреля и 19 октября. Продолжительность безморозного периода составляет 140-160 дней, в том числе 125-137 дней со среднесуточной температурой выше +10 °С. Сумма активных температур составляет 2600-3200°С. Годовая сумма осадков составляет 350-420 мм, из которых с апреля по октябрь выпадает 225-265 мм, а за период с температурой выше +10 °С – до 200 мм. Гидротермический коэффициент находится в пределах 0,6-0,7.

Объектами исследований являются 3 сорта яблони (Бессемянка Мичуринская, Хоней крисп, Кортланд), привитых на среднерослом подвое 54-118 и посаженных по схеме 4 x 2,5 м. Контрольный вариант без мульчирования, орошения и удобрений. В саду предусматривается веретеновидная формировка деревьев, содержание почвы - междурядье под естественным залужением [4, 7].

Влияние некорневого питания на ростовые процессы и потенциальную продуктивность растений испытывался органо-микроэлементный комплекс на основе L-аспарагинатов, этим удобрением проводилась некорневая обработка растений. Мульчирование приствольных полос лузгой подсолнечника проводилось слоем 10 см. В последующем проводились учеты засоренности приствольных полос сорной растительностью, параметры нарастания вегетативной и плодовой древесины, качество формирующихся плодов [5].

Методологической основы исследований принят метод полевого эксперимента. Основные учеты и наблюдения проводили в соответствии с программно-методическими указаниями по сортоизучению плодовых, ягодных и орехоплодных культур [1].

Система капельного орошения в саду представляет собой поливные трубки с капельницами, расположенными рядом со штамбом деревьев.

Удаление сорной растительности из сада является важным условием его сохранности в зимний период. Скашивание сорняков в приствольной полосе проведено осенью 2021 года. В последующем в течение вегетации 2022 года проводилось систематическое скашивание травы в междурядьях сада и гербицидная обработка приствольных полос.

В декабре 2021 года и в январе 2022 года проведены исследования по формированию обрастающей древесины у различных сортов яблони.

Деревья яблони в саду посажены с интервалом 2,5 м в ряду и 4 м между рядами. В связи с этим для обеспечения полноценной продуктивности насаждений необходимо создание плодовой стены вдоль ряда, ширина которой не должна превышать 180 см. Высота плодовой стены определяется наличием боковых полускелетных веток, расположенных в зоне центрального проводника на высоте 60-160 см. Эта циклическая обрезка осуществляется всю жизнь дерева, обеспечивая ежегодное плодоношение и высокое качество плодов.

Одной из главных задач формирования урожая высокого качества является правильная организация защитных мероприятий в саду. Для защиты растений от болезней и вредителей разработана программа. Следует отметить, что эффективность обработки против болезней препаратом Хорус оставляла желать лучшего. На деревьях яблони различных сортов в разной степени проявлялись такие злостные заболевания как мучнистая роса, парша. Замена препарата Хорус на Флутривит, КС позволила избавиться от этих заболеваний. Для борьбы с сорной растительностью применялся гербицид сплошного действия Ураган Форте в дозе 6 л/га. Обработку проводили при достижении основной массы сорняков высоты 10-15 см.

Опыт заложен по изучению влияния мульчи пристволевой полосы, зеленых операций и обработки растений «ОМЭК» на формирование плодовых образований на деревьях яблони. Лузга подсолнечника, используемая в качестве субстрата. Данная рыхлая органическая масса представляет интерес для использования в качестве мульчматериала. Преимущества данного материала – дешевизна и доступность. При формировании в пристволевой полосе слоя мульчи толщиной 10-12 см под деревьями яблони отмечается меньшее количество сорняков, почва находится в более влажном состоянии. В яблоневом саду УНПЦ «Экспериментальное садоводство» был заложен опыт по оценке эффективности применения мульчирования пристволевой полосы растений.

Продуктивность яблони во многом определяется наличием плодовых образований. Дифференциация вегетативных почек в цветочные начинается в третьей декаде июня. Учитывая данный факт, разумно в эту фазу развития растений проводить мероприятия, способствующие формированию большего количества цветочных почек на плодовых образованиях. Для этого используют оптимальное влагообеспечение, подкормки, хирургические приемы, способствующие образованию обрастающей (плодовой) древесины. В наших исследованиях применялась следующая схема:

Схема опыта: вариант 1. - контроль, растения без орошения, без мульчирования лузгой подсолнечника, не подвергались зеленым операциям и без некорневых подкормок; вариант 2. – орошаемые растения, без мульчирования, на плодовых ветвях не проводились зеленые операции (обрезка однолетних приростов на 4-6 почек), обработка органическим микроэлементным комплексом не проводилась; вариант 3. – орошаемые растения, с мульчированием, на плодовых ветвях не проводились зеленые операции (обрезка однолетних приростов на 4-6 почек), обработка органическим микроэлементным комплексом не проводилась, вариант 4. – орошаемые растения, с мульчированием, на плодовых ветвях проводились зеленые операции (обрезка однолетних приростов на 4-6 почек), обработка органическим микроэлементным комплексом не проводилась, вариант 5. – орошаемые растения, с мульчированием, на плодовых ветвях проводились зеленые операции (обрезка однолетних приростов на 4-6 почек), обработка органическим микроэлементным комплексом проводилась [1].

При выращивании яблок в интенсивных насаждениях обязательны контроль и регулирование питания растений, использование рациональных типов крон деревьев, приемов обрезки [15].

Для успешного роста и формирования плодовых образований деревьям яблони необходимо сбалансированное питание, включающее различные минеральные элементы: азот, фосфор, калий, кальций, железо, магний, марганец, цинк, медь, бор, кобальт, молибден и другие. Каждый минеральный элемент выполняет свою функцию в процессе вегетации растений. Оптимальным же считается их разумное сочетание.

В практике интенсивного садоводства все чаще используются зеленые операции на деревьях, проводимые в середине вегетационного периода (в июне, июле). Данные приемы позволяют уменьшить величину годичных приростов в кроне яблони, перераспределить ток питательных веществ по ветвям, осветлить крону и сформировать больше плодовых образований.

Данные по оценке влияния мульчи, летней обрезки побегов и листовой подкормки препаратом, созданным на основе органоминерального комплекса, на рост и формирование плодовых образований яблони проводились в интенсивном саду УНПЦ «Экспериментальное садоводство».

Исследования показали, что ежегодный прирост побегов и диаметра штамба изменяются под влиянием орошения, мульчирования, применения зеленых операций и органического микроэлементного комплекса, созданного в АО «Биоамид», на изменения ростовой активности и формирование плодовых образований в интенсивных насаждениях яблони.

Установлено, что прирост диаметра штамба за год характеризовался максимальными значениями на вариантах орошаемых и контрольном, когда не проводилось мульчирование,

не удалялась часть прироста на однолетних побегах и не проводилась некорневая подкормка. Данная закономерность прослеживается по всем изучаемым сортам (табл. 1). Так, у сорта Бессемянка

Мичуринская величина прироста диаметра штамба за вегетацию под влиянием июньской чеканки уменьшилась на 2,3-3,7мм (на 17,6-20,8%) по сравнению с вариантами: контрольным, орошаемыми и с мульчированием ; у сорта Хоней крисп – на 2,2-3,1мм (на 42,7-45,6 %), у сорта Кортланд – на 2,7-4,0 мм (на 32,6-40,5 %).

Таблица – Годовой прирост диаметра штамба у деревьев яблони

Сорт	Прирост диаметра штамба, мм				
	вариант				
	1	2	3	4	5
Бессемянка Мичуринская	8,9	9,9	10,3	6,6	6,8
Хоней крисп	11,5	11,8	12,4	9,3	9,4
Кортланд	13,9	15,1	16,2	11,2	11,3

При использовании некорневой подкормки у изучаемых сортов яблони различия в приросте диаметра штамба не значительные и составили от 6,8 мм (сорт Бессемянка Мичуринская) до 11,3 мм (сорт Кортланд).

Плоды яблони, как правило, формируются на плодовых прутиках, копыцах, кольчатках, наличие которых и определяет потенциальную продуктивность деревьев. В практике садоводства для формирования данных плодовых образований используют различные агроприемы: орошение, мульчирование, подбор сортов, формировка и обрезка растений, их питание.

Настоящие исследования показали, что отмечается устойчивая закономерность увеличения общего количества плодовых образований после проведения зеленых операций у всех сортов яблони. Существенное увеличение количества сформированных плодовых образований под влиянием некорневой обработки растений удобрением наблюдается только по сорту Хоней крисп. Таким образом, в яблоневом саду орошение, мульчирование приствольных полос лузгой подсолнечника слоем 10 см способствует усилению ростовых процессов, повышению облиственности растений, формированию большего количества плодовой древесины. Наличие сорной растительности в приствольных полосах сада под влиянием мульчи при этом существенно снижается. Предполагается перспективность данного агроприема для повышения урожайности насаждений яблони.

Список источников

- 1.Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.,Колос. – 1979. – 419 с.
- 2.Кондратьев К.Н., Еськов М.И. Обрезка яблони в интенсивных садах (веретеновидная крона) / Изд-во Саратовского университета, ООО «Амирит», Саратов, 2017- 32 с.
- 3.Потапов В.А., Фаустов В.В., Пильщиков Ф.Н. Плодоводство. – М.:Колос, 2000.- С. 3-41.
- 4.Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под общей редакцией академика Е.Н.Седова. – Орел: Изд-во ВНИИСПК, 1999. – С.608
- 5.Хилько Л.А.2017 Некорневые подкормки – фактор повышения продуктивности крыжовника в маточнике/ Вестник АПК Ставрополя. Издательство: Ставропольский государственный аграрный университет (Ставрополь), 2017, №1, С.153-157

6. Янишевская О.П. Рекомендации по технологии возделывания интенсивных садов в ЦЧЗ и Поволжье. // Рекомендации МСХ СССР по внедрению достижений науки и передового опыта в производство. – М., 1982. – 1982. -№4. – С.28-37.

7. <https://agrohimiya.info/organomineralnye-udobreniya>

© Еськов И.Д., Панфилов А.В., Попов В.Г., Рябушкин Ю.Б., Рязанцев Н.В., Лялина Е.В., Мотова Ю.В., Марискин Р.В., Лазарев А.А., 2022

Научная статья

УДК 631.452:633.3:633.1

Средообразующая роль при выращивании кормовых культур в Саратовском Левобережье

Молчанова Надежда Петровна, Акимова Аксана Анатольевна

Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии
и инженерии имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов

Аннотация. В статье приводится анализ влияния многолетних трав на плодородие темно-каштановых почв и их последствие на урожайность яровой пшеницы.

Ключевые слова: пожнивно-корневые остатки, гумус; многолетние кормовые культуры.

При современной традиционной системе земледелия в условиях дефицита техногенных средств повышения плодородия почвы отмечается устойчивая деградация почвы и снижение урожайности сельскохозяйственных культур, в том числе и зерновых.

Выход из создавшегося положения кроется в адаптации систем земледелия к природным ландшафтам, где основными факторами его формирования являются фиторесурсы. Биологизация земледелия, где важным элементом считается фитомелиорация, основана на широком использовании растений и особенно многолетних трав.

Цель исследования – разработка практических приёмов восстановления плодородия темно-каштановых почв и повышения урожайности яровой пшеницы.

Большое влияние на плодородие почвы растения оказывают через органические остатки. В течение двух лет многолетние травы накапливали в почве большое количество органического вещества в виде пожнивно-корневых остатков. Количество их в виде биомассы свежего органического вещества зависит от вида трав и погодных условий за все годы жизни, в том числе от суммы выпадающих осадков, способа посева, хозяйственного использования культур и т.д.

Величина пожнивно-корневых остатков изменялась под опытными культурами от 9,35 до 12,75 т/га (табл. 1). Наибольшая биомасса в почве оставалась после уборки люцерны – 12,75 т/га, несколько меньше – после лядвенца рогатого – 10,30 т/га. Эспарцет оставил после себя в почве 9,35 т/га биомассы.

Органическое вещество почвы активно воздействовало на агрохимические свойства и пищевой режим почв. Гумус определял пищевой режим и оказывал на него прямое влияние как источник элементов питания, обуславливал физико-химические и водно-физические свойства почвы. Обогащение почвы органическим веществом снижало потери минеральных элементов питания в результате уменьшения миграционных процессов.

Таблица 1 – Количество пожнивно-корневых остатков под сельскохозяйственными культурами в среднем за 2021–2022 гг., т/га

Культура	Масса пожнивно-корневых остатков, т/га	Отклонение от контроля	
		т/га	%
1. Вико-овес (контроль)	3,85	–	–
2. Люцерна синяя	12,75	8,9	330
3. Эспарцет	9,35	5,5	243
4. Лядвенец	10,30	6,5	267

В после распашки бобовых многолетних трав содержание гумуса было больше, чем на контроле на 0,13–0,16 % (табл. 2).

Таблица 2 - Содержание гумуса в почве в слое 0–30 см после многолетних трав в среднем за 2021–2022 гг., % от массы сухой почвы

Культура	Содержание гумуса в почве, %	Отклонение от контроля		Коэффициент вариации
		% от массы сухой почвы	относительные %	
1. Вико-овес (контроль)	2,03	–	–	0,3
2. Люцерна синяя	2,19	0,16	5,2	1,6
3. Эспарцет	2,16	0,13	4,3	2,8
4. Лядвенец	2,19	0,16	5,2	0,9
НСР ₀₅	0,053	F _φ = 17,704		

Увеличение содержания гумуса в почве под многолетними травами можно объяснить отсутствием интенсивной обработки почвы, более высоким коэффициентом гумификации и более высоким количеством пожнивно-корневых остатков в пахотном слое почвы.

Урожайность яровой пшеницы, посеянной по пласту бобовых многолетних трав, превышала контрольный вариант (вико-овес) на 21,2–32,3 %, (табл. 3). После трав пшеница дала в среднем 1,67 т/га зерна.

Таблица 3 – Урожайность зерна яровой пшеницы после распашки многолетних трав за 2022 г., т/га

Предшественник	Урожайность зерна, т/га	Отклонение от вико-овса	
		т/га	%
1. Вико-овес	1,28	-	-
2. Люцерна синяя	1,92	0,64	32,3
3. Эспарцет	1,65	0,34	21,2
4. Лядвенец	1,83	0,55	28,9
НСР ₀₅	0,070	F _φ = 167,373	

Из бобовых культур наибольшее влияние оказывала на урожайность пшеницы люцерна. Урожайность превышала на этом варианте другие травы на 3,4–11,1 %. Это объясняется лучшим пищевым режимом после люцерны и особенно большим содержанием азота в почве.

На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы, для получения дешевого зерна яровой пшеницы до 1,65 - 1,92 т/га в условиях засушливого климата

необходимо использовать в качестве предшественников-фитомелиорантов бобовые многолетние травы, в частности люцерну синюю.

Список источников

1. Постников, П.А. Воздействие зеленых удобрений на качество зерна пшеницы / П.А. Постников // Зерновое хозяйство. – № 5. – 2003. – С. 15.
2. Фигурин, В.А. Многолетние травы в адаптивно – ландшафтной системе земледелия / В.А. Фигурин // Земледелие. – 2016. - №1. – С. 19 – 20.
3. Чернышов, Е.В. Изменение агрономелиоративных свойств чернозема выщелоченного под влиянием фитомелиорантов и известкования в условиях лесостепного Поволжья: автореф. дисс. ...канд.с.-х. наук/ Е.В. Чернышов. – Пенза, 2016. – 21 с.

© Молчанова Н.П., Акимова А.А., 2022

Научная статья
УДК 631.46

Активность фосфатазы чернозема обыкновенного карбонатного под посевами подсолнечника

Ольга Ивановна Наими

Федеральный Ростовский аграрный научный центр,
г. Ростов-на Дону

Аннотация. В статье приведены результаты исследования активности фосфатазы в черноземе обыкновенном карбонатном под посевами подсолнечника и влияния на нее гербицидов и гуминовых препаратов на трех фонах удобрения почвы. Обработка гербицидами ингибировала активность фосфатазы. Обработка подсолнечника гуминовыми препаратами на вариантах без удобрений практически полностью нивелировала этот эффект, а на среднем и высоком фонах удобрений значительно снижала отрицательное воздействие гербицидов на активность фосфатазы в почве.

Ключевые слова: фосфор, активность фосфатазы, чернозем обыкновенный, гуминовые препараты, гербициды

Phosphatase activity in ordinary carbonate chernozem under sunflower crops

Olga Ivanovna Naimi

Federal Rostov Agricultural Research Center,
Rostov-on-Don

Annotation. The article presents the results of a study of phosphatase activity in ordinary calcareous chernozem under sunflower crops and the effect of herbicides and humic preparations on it on three backgrounds of soil fertilization. Herbicide treatment inhibited phosphatase activity. The treatment of sunflower with humic preparations on the variants without fertilizers almost completely leveled this effect, and on medium and high levels of fertilizers, it significantly reduced the negative effect of herbicides on the activity of phosphatase in the soil.

Key words: ordinary chernozem, phosphorus, phosphatase activity, humic preparations, herbicides

Фосфор – один из основных элементов питания растений, отвечающий за рост и развитие корневой системы, синтезе белков и углеводов, созреванию урожая и его качество. В

черноземах часто фосфор оказывается лимитирующим фактором, поскольку, накапливаясь в основном в виде сложных органических соединений, он не может быть использован растениями без предварительного их расщепления и перевода в растворимое состояние. В связи с этим фосфорное питание растений зависит не только от общих запасов фосфора в почве, но и от активности ферментов, участвующих в трансформации нерастворимых фосфатов в подвижные, доступные для растений формы.

Процесс перевода фосфора в доступное состояние выполняется в основном группой гидролитических ферментов – фосфатаз [1]. Фосфатаза катализирует гидролиз фосфорорганических соединений, составляющих около 80% всех запасов фосфора в почве, с образованием минеральных соединений этого элемента.

Активность фосфатазы, как и других почвенных ферментов, зависит не только от естественных факторов (температуры, водно-воздушного режима, агрохимических и физических свойств), но и от антропогенного воздействия на почвы (механической обработки, внесения удобрений, биопрепаратов, гербицидов, мелиорантов).

Большинство химических средств защиты растений и биопрепаратов физиологически и химически более активны, чем естественные компоненты почвы. Поэтому, поступая в почву даже в небольших концентрациях, они оказывают влияние на ферментативную активность почвы от полного ингибирования до сильного активирования [1, 2].

Цель исследования – изучение влияния совместного применения гербицидов и гуминовых препаратов на фосфатазную активность чернозема обыкновенного при выращивании подсолнечника.

Объекты и методы исследования.

Исследования проводились в Аксайском районе Ростовской области на опытных полях ФГБНУ ФРАНЦ. Почва – чернозем обыкновенный карбонатный под посевами подсолнечника.

В исследованиях использовали следующие гуминовые препараты:

1 – гумат калия жидкий торфяной «Флексом» с общим содержанием органического вещества 52 г/л;

2 – ВЮ-Дон (гумат натрия, получаемый из вермикомпоста путем щелочной экстракции) с содержанием органического вещества гуминовых и фульвокислот 10 г/л.

На посевах подсолнечника использовали до- и раннепослевсходовые гербициды:

1 – Гезагард, КС (действующее вещество прометрин – 500 г/кг) – 3 л/га.

2 – Гардо Голд, СЭ (действующее вещество с-метолахлор 312,5 г/л + тербутилазин 187,5 г/л) – 3 л/га.

Система удобрений подсолнечника включала варианты: контроль без удобрений, средний ($N_{40}P_{40}K_{40}$) и высокий ($N_{80}P_{80}K_{80}$) фоны минерального питания. Фосфорные удобрения вносились под основную обработку почвы, а азотные дробно под предпосевную и междурядную культивацию.

Образцы почв отбирались из пахотного горизонта до внесения удобрений и препаратов (апрель) и через 2 недели после обработки гуминовыми препаратами (июль). Агрохимические анализы проводились общепринятыми методами. Общую фосфатазную активность (фосфомоноэстеразную) определяли при естественном рН почвы. Почву высушивали до воздушно-сухого состояния, удаляли растительные остатки, измельчали и просеивали через сито 1 мм. Навеску почвы 1 г помещали в коническую колбу емкостью 50 мл, добавляли 2 мл 1 % раствора фенолфталеинфосфата натрия и 1-2 капли толуола. Закрытую корковой пробкой колбу выдерживали в термостате при температуре 30°C в течение 3 часов. После инкубации прибавляли 45 мл дистиллированной воды, 1 мл насыщенного раствора алюмокалиевых квасцов, 2 мл 10 % раствора NH_4OH , взбалтывали и фильтровали. Фильтрат розового цвета калориметрировали на спектроэлектрофотометре при длине волны 550 нм в кювете 1 см. Контроль – стерилизованная почва. Результат пересчитывали в мг P_2O_5 на 100 г почвы за 1 час [3, 4].

Результаты и обсуждение.

Исследованные почвы характеризуются невысоким содержанием гумуса в пахотном горизонте – от 3,72 до 4,21 %. В нижней части гумусового горизонта (60-80 см) оно снижается до 2,11 %.

Реакция среды изменяется вниз по профилю от нейтральной (6,73 – 7,05) до слабощелочной и щелочной (7,95 – 8,36). Почвы содержат карбонаты кальция и магния и вскипают от соляной кислоты с глубины 20-30 см. В нижней части гумусового и в переходном к почвообразующей к породе горизонтах карбонаты проявляются в виде мицелия, а в почвообразующей породе – в виде белоглазки, достигающей диаметра 2,0-3,5 см.

Распределение подвижного фосфора по профилю прогрессивно убывающее. Уровень содержания подвижного фосфора в пахотном слое по всем вариантам на неудобренном фоне варьирует в пределах 17,7-37,4 мг/кг почвы, на среднем фоне удобрений – 24,9-89,4 мг/кг. На высоком фоне – 53,5-110,7 мг/кг.

Особенности изменения уровня активности фосфатазы в пахотном горизонте изучаемого чернозема обыкновенного в зависимости от обработки гербицидами и гуминовыми препаратами рассмотрим по данным, представленным в таблице 1.

Ферментативная активность фосфатазы в пахотном горизонте в апреле составила на фоне без удобрений 1,97-3,99 мг P₂O₅ за 1 час на 100 г почвы; на среднем фоне – 2,36-4,00 мг P₂O₅ за 1 час на 100 г почвы; на высоком фоне – 2,29- 3,93 мг P₂O₅ за 1 час на 100 г почвы. В июле активность фосфатазы на соответствующих фонах колебалась в пределах 2,03-3,56; 2,16-3,73 и 1,88-3,30 мг P₂O₅ за 1 час на 100 г почвы. По шкале сравнительной оценки биологической активности почв Гапонюк-Малахова (1985) исследованные черноземы попадают в группу средней активности фосфатазы как в весенний, так и в летний период.

Как видно из таблицы, в июле на контрольных вариантах и вариантах обработки гербицидами Гезагард и Гардо Голд отмечается снижение активности фосфатазы на всех фонах. На контролях с гуминовыми препаратами наблюдаем повышение фосфатазной активности за исключением варианта с препаратом ВЮ-Дон на высоком фоне удобрений.

На неудобренном фоне применение гуминовых препаратов с гербицидами оказало положительное влияние на активность фосфатазы, величина которой превысила весенний уровень. На среднем и высоком уровне удобрений гуминовые препараты также оказали положительное влияние на активность фосфатазы, однако полностью нивелировать ингибирующее воздействие гербицидов не удалось.

Таблица 1 – Активность фосфатазы (мг P₂O₅ за 1 час на 100 г почвы) в черноземе обыкновенном под посевами подсолнечника

Вариант	Фон	апрель		июль		Δ
		среднее	ст. откл.	среднее	ст. откл.	
Контроль	Без удобрений	3,95	0,57	2,51	0,16	-1,44
Контроль + ВЮ-Дон		2,34	0,30	2,42	0,02	0,08
Контроль + Флексом		3,99	0,47	4,13	0,17	0,14
Гезагард		3,78	0,62	2,03	0,15	-1,75
Гезагард + ВЮ-Дон		3,40	0,78	3,56	0,06	0,16
Гезагард + Флексом		2,66	0,80	3,21	0,53	0,55
Гардо Голд		3,50	1,06	2,57	0,19	-0,93
Гардо Голд + ВЮ-Дон		1,97	0,02	2,33	0,15	0,36

Гардо Голд + Флексом		3,01	0,05	3,27	0,44	0,26
Контроль	Средний фон N ₆₀ P ₄₀ K ₄₀	3,11	0,59	2,16	0,09	-0,95
Контроль + ВЮ-Дон		3,64	0,46	3,73	0,03	0,09
Контроль + Флексом		2,95	1,14	3,14	0,10	0,19
Гезагард		4,00	0,05	2,72	0,26	-1,28
Гезагард + ВЮ-Дон		3,75	0,25	3,56	0,34	-0,19
Гезагард + Флексом		2,90	1,17	2,46	0,21	-0,44
Гардо Голд		2,36	0,16	2,17	0,14	-0,19
Гардо Голд + ВЮ-Дон		2,64	0,18	3,56	0,12	0,92
Гардо Голд + Флексом		3,77	0,43	3,03	0,02	-0,74
Контроль		Высокий фон N ₁₂₀ P ₈₀ K ₈₀	3,48	0,37	2,13	0,23
Контроль + ВЮ-Дон	3,75		0,63	2,58	0,92	-1,17
Контроль + Флексом	2,29		0,46	3,17	0,15	0,88
Гезагард	3,08		0,76	1,96	0,05	-1,12
Гезагард + ВЮ-Дон	2,73		0,94	2,42	0,02	-0,31
Гезагард + Флексом	3,09		0,48	3,06	0,19	-0,03
Гардо Голд	3,93		0,73	1,88	0,01	-2,05
Гардо Голд + ВЮ-Дон	2,41		0,15	3,30	0,37	0,89
Гардо Голд + Флексом	3,54		0,67	2,59	0,35	-0,95

Таким образом, обработка подсолнечника гербицидами Гезагард и Гардо Голд привела к снижению активности фосфатазы в исследованном черноземе обыкновенном. Применение гуминовых препаратов оказало положительный эффект на фосфатазную активность почвы, а следовательно, на лучшее обеспечение выращиваемой культуры подсолнечника доступным фосфором.

Список источников

1. Агробиологический цикл фосфора / А.Л. Иванов, В.Г. Сычѐв, Л.М. Державин, С.Н. Адрианов и др.; под ред. академика А.Л. Иванова. – Москва: Россельхозакадемия, 2012. – 512 с.
2. Хазиев Ф.Х. Системно-экологический анализ ферментативной активности почв. – М.: Наука, 1982. – 204 с.
3. Наими О.И., Безуглова О.С. и др. Фосфатный режим и активность фосфатазы в черноземе обыкновенном при возделывании нута // Агрехимический вестник. 2020. № 3. С. 25-29.
4. Хазиев Ф.Х. Методы почвенной энзимологии. М.: Наука, 1990. 286 с.

**Влияние микроудобрений на продуктивность и качество картофеля
в орошаемых агроценозах Саратовского Заволжья**

**Виктория Олеговна Пешкова
Юлия Алексеевна Лукашунас
Светлана Валерьевна Ененко**

Волжский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации, г. Энгельс

Аннотация. В статье представлено изучение эффективности применения микроудобрений на продуктивность и качество картофеля на орошаемых землях Саратовского Заволжья. Полевые опыты по оценке эффективности применения микроудобрений при возделывании картофеля проводились в опытно-производственном хозяйстве Волжского научно-исследовательского института гидротехники и мелиорации на темно-каштановых почвах. Вариантами опытов предусматривалось внесение микроудобрений по фазам роста и развития картофеля. Контрольными были производственные посевы без проведения подкормок. Оценка эффективности применения микроудобрений при возделывании картофеля на орошаемых землях показала положительное влияние на продуктивность и качество полученной продукции. Наиболее отзывчивыми сортами картофеля на внесение микроудобрений проявились – Мемфис, Фламинго с урожайностью 61 т/га и содержанием крахмала 17 %. Формирования продуктивности у сортов картофеля подтвердило эффективность применения микроудобрений (B, Zn, Cu, Mn) в течение роста и развития культуры. Микроудобрения усиливают устойчивость культуры к неблагоприятным условиям окружающей среды, увеличивают урожай картофеля, повышают содержание в клубнях сухое вещество, крахмал, аскорбиновую кислоту и белок, в результате повышаются качественные показатели урожая при орошении в Саратовском Заволжье.

Ключевые слова: картофель, сорт, микроудобрения, орошение, продуктивность, качество урожая

**The influence of micro fertilizers on potato productivity and quality in irrigated agrocenoses
of the Saratov Volga Region**

**Victoria Olegovna Peshkova
Yulia Alekseevna Lukashunas
Svetlana Valeryevna Enenko**

Volga Research Institute of Hydraulic Engineering and Land Reclamation, Engels

Annotation. The article presents the effectiveness of the use of micro fertilizers on the productivity and quality of potatoes on irrigated lands of the Saratov Volga region. Field experiments to assess the effectiveness of the use of micro fertilizers in potato cultivation were conducted in the experimental production farm of the Volga Research Institute of Hydraulic Engineering and Land Reclamation on dark chestnut soils. Variants of the experiments provided for the introduction of micro-fertilizers according to the phases of growth and development of potatoes. The control crops were industrial crops without fertilizing. Evaluation of the effectiveness of the use of micro fertilizers in potato cultivation on irrigated lands showed a positive effect on the productivity and quality of the products obtained. Memphis and Flamingo with a yield of 61 t/ha and a starch content of 17% were the most responsive potato varieties for the introduction of micro-fertilizers. The formation of productivity in potato varieties confirmed the effectiveness of the use of micronutrients (B, Zn, Cu, Mn) during the growth and development of the crop. Micro-fertilizers enhance the crop's resistance to adverse environmental conditions, increase potato yield, increase the content of dry matter, starch,

ascorbic acid and protein in tubers, as a result, the quality indicators of the crop during irrigation in the Saratov Volga region increase.

Введение. В России картофель выращивается во всех федеральных округах. Основные площади сосредоточены в средней и умеренной по климатическим условиям зонах, где за период вегетации выпадает 200-350 мм осадков на черноземных, каштановых и серых лесных почвах.

В настоящее время наблюдается расширение площадей возделывания картофеля в Саратовском Заволжье, вводятся новые орошаемые участки на темно-каштановых почвах.

Для возделывания картофеля на орошении дождеванием подобраны среднеспелые сорта с учетом особенностей климатической зоны и требований к почве.

Материалы и методы. Полевые опыты по оценке влияния микроудобрений при возделывании сортов картофеля проводились в 2022 г. на экспериментальном орошаемом участке в ОПХ «ВолжНИИГиМ». Полевой опыт в 3-кратной повторности закладывали методом делянок [1].

Посадку картофеля провели гребневым способом с внесением макроудобрений в дозе $N_{120}P_{120}K_{120}$ под планируемую урожайность 40-50 т/га [2].

Контрольный вариант имел аналогичные сорта картофеля без внесения микроудобрений по вегетации культуры.

Схема опыта по возделыванию картофеля на орошении включала следующие варианты: 1 – контроль – без внесения микроэлементов; 2 – внесение микроудобрений (B, Zn, Cu, Mn) по фазам вегетации роста и развития картофеля.

Исследования проводились в соответствии с общепринятой методикой опытного дела, календарным планом исследований и обработку полученных данных осуществляли в соответствии с общепринятыми методиками [3, 4, 5].

Результаты и обсуждение. Процесс формирования продуктивности картофеля зависит от обеспеченности элементами питания, так как культура отличается высокой отзывчивостью на улучшение минерального питания.

Среднеспелый сорт картофеля Мемфис является популярным представителем голландской селекции в Саратовской области. Этот сорт картофеля отличает большая выносливость к различным неблагоприятным погодным условиям и показывает отличную продуктивность. Сорт картофеля Фламинго является представителем московской селекции, часто высаживается производителями картофеля на орошаемых землях Поволжья.

Внесение микроудобрений на экспериментальных участках проводили после агрохимического анализа почвы в агрохимической лаборатории в ФГБНУ «ВолжНИИГиМ». Данные по содержанию макроэлементов в почве до посева картофеля, представлены в табл. 1.

Таблица 1 – Степень обеспеченности почвы элементами питания до посадки картофеля

№ п/п	N- NO_3 мг/100 г	P_2O_5 мг/100 г	K_2O мг/100 г	гумус	pH
1	3,40	5,50	38,00	2,54	8,20
2	3,22	4,95	33,80	2,49	7,90
3	3,50	5,20	35,40	2,48	8,10
среднее	3,37	5,22	35,70	2,50	8,06
-	достаточная	достаточная	высокая	средняя	щелочные

До посадки картофеля создали оптимальные условия для продуктивности культуры и внесли макроудобрение $NH_4H_2PO_4+NH_4NO_3+KCl$ нитроаммофоску ($N_{120} P_{120} K_{120}$) с расчетом 200 кг/га.

После посадки картофеля перед гребнеобразованием внесли вторую дозу нитроаммофоски – 200 кг/га. Внесенное макроудобрение (комплексное) – нитроаммофоска, содержит азот в

легкодоступной форме и применяется при культивации почвы и формирования гребней в период формирования надземной масса культуры.

В фазу начало бутонизации для активного формирования клубней картофеля внесли удобрение – Карбамид с расчетом 46 кг д. в. на 1 га.

Для восполнения элементов питания в течение вегетации картофеля применяли микроудобрения.

Микроудобрение Mn (из расчета 5 мл/л рабочего раствора на 10 м² площади) внесли сразу после посадки, а также на 7 день после всходов надземной массы из расчета 40 мл на 10 л рабочего раствора и внесен на 10 м² площади, обеспечивающий сбалансированное питание в хелатной форме. Дефицит марганца замедляет процесс начального развития культуры, снижает эффективности питательных веществ и подвергает высокому риску поражения паршой. Марганец повышает морозостойкость, крахмал в клубнях, усиливает процесс фотосинтеза и синтез белков, усиливает образование хлорофилла, повышает стрессоустойчивость при всходах.

Бор является востребованным микроэлементом картофеля, недостаток которого ухудшает его качество, возрастает риск повреждений, усиливает образование внутри клубней пустот и наблюдается изменения окраски при варке. Листовую подкормку бором провели в течение периода вегетации, 20 мл препарата разводили в 10 л воды с расчетом на 10 м² площади экспериментального участка. Внекорневую подкормку проводили при первых признаках дефицита бора каждые 15-20 дней.

Жидкое органоминеральное удобрение «Агрис» в состав которого входит Zn, применили до фазы цветения из расчета 5 мл/л на 10 м². Этот микроэлемент улучшает влагоудерживающую способность картофеля, увеличивает коэффициент усвояемости минеральных удобрений, усиливает биосинтез гормонов роста и хлорофилла. Дефицит цинка ухудшает образование клубней и затягивает передвижение продуктов ассимиляции, что в следствии повлияет на низкое содержание крахмала в клубнях.

Для повышения содержания Si в клубнях в течение вегетации картофеля вносили, как в виде корневой подкормки в начале вегетации – 30 мл на 10 л воды, так и внекорневой подкормки при формировании надземной массы, 10 мл развели в 10 л воды с расчетом на 10 м².

Дефицит меди замедляет процесс образования кожуры на клубнях, и она становится более тонкая. По этой причине клубни картофеля более подвержены различным болезням при хранении. Необходимо отметить, что медь и железо участвует в ферментативном разложении гербицидов. Необходимость проведения подкормок по фазам вегетации картофеля, показали данные по урожайности и качеству картофеля. Данные, по влиянию микроэлементов в виде подкормок на формирование урожая картофеля представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Влияние подкормки микроудобрениями на урожайность картофеля

Варианты опыта	Биологический урожай, т/га	
	сорт картофеля – Мемфис	сорт картофеля – Фламинго
1 – контроль	27,7	36,4
2 – применение микроудобрений	61,0	41,6
<i>HCP₀₅</i>	0,50	0,15

Наиболее отзывчивым сортом на внесение микроудобрений проявился сорт – Мемфис с биологической урожайностью 61 т/га. Сорт картофеля Фламинго – 41,6 т/га, тоже дал прибавку урожая в сравнении с контрольным вариантом – 36,4 т/га. Показателем качества картофеля является содержание крахмала в клубнях культуры. Наибольшее содержание крахмала 17% выявлено в клубнях сорта картофеля – Фламинго. Влияние подкормки микроэлементами в течение вегетации на качество клубней картофеля представлено в таблице 3.

Таблица 3 – Влияние подкормки на качество клубней картофеля

Варианты опыта	Содержание крахмала в клубнях картофеля, %	
	сорт картофеля – Мемфис	сорт картофеля – Фламинго
1– контроль	14,0	12,0
2 – применение микроудобрений	15,0	17,0
<i>HCP</i> ₀₅	0,40	0,35

Выводы. Проанализированные результаты по формированию продуктивности сортов картофеля подтвердили высокую эффективность применения в течение вегетации микроудобрений в виде подкормок. Внесенные микроудобрения повысили продуктивность и улучшили качественные показатели урожая картофеля.

Список источников

1. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учебник. Изд. 6-е. М.: Альянс, 2011. 350 с.
2. Кириенко А., Шадских В., Остроухов Г. Глубина посадки, окучивание и урожай картофеля // Картофель и овощи. 1975. № 4. С. 11.
3. Нарушев В.Б., Иванов Ю.А., Преймак С.А. Прогрессивная технология возделывания картофеля в Саратовской области: Практические рекомендации // Саратов. 2012. 52 с.
4. Минеев В.Г. Агрохимия: учеб. М.; Наука, 2004. 719 с.
5. Муха В.Д., Муха Д.В., Ачкасов А.Л. Практикум по агрохимическому почвоведению: учеб. пособие. 2-е изд. перераб. СПб.: Лань, 2013. 480 с.

© Пешкова В.О., Лукашунас Ю.А., Ененко С.В., 2022

Научная статья
УДК 929

Влияние различных видов удобрений и биопрепаратов и на продуктивность сои в условиях Саратовского Левобережья

Подсевалов П.В., Николайченко Н.В.

Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии
и инженерии имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов

Недостаток растительного белка в питании людей и в рационах кормления сельскохозяйственных животных является основной проблемой агропромышленного комплекса России. Решают эту проблему путем увеличения производства семян зернобобовых культур и в том числе сои, в её семенах содержится до 48 % белка полноценного по аминокислотному составу и около 25 % ценных жиров. За последние десять лет посевные площади под соей в России выросли в 2,3 раза. Её производство растет благодаря высокому экспортному потенциалу, благодаря ценовой конъюнктуре и росту мирового спроса на зерно сои и продукты переработки. Но урожайность сои в регионах ПФО на богаре за последние годы составляют в среднем 10-12 ц/га.

Связи с этим разработка высокоэффективных приемов повышения продуктивности посевов сои, в условиях Саратовского Заволжья, остается актуальной, что и явилось целью наших исследований.

Для решения этой задачи в 2022 году в производственных условиях К(Ф)Х «Подсевалов П. В.» Марковского района Саратовской области был заложен опыт по внесению минеральных удобрений и применением предпосевной обработки семян биопрепаратами и микроудобрениями.

Почвы хозяйства темно-каштановые, тяжелосуглинистые по гранулометрическому составу, с содержанием гумуса 2,5-3,5 %. Климат района характерный для Заволжья - резко континентальный, засушливый. За период вегетации сои было не равномерное распределение осадков по месяцам, за май выпало – 27 мм, за июнь – 55 мм, за июль – 101 мм, за август выпало всего лишь 3 мм, таким образом, погодные условия были благоприятными для возделывания.

Полевой производственный опыт закладывался по следующей схеме:

Фактор А. Фон минерального питания:

Вариант 1. Без удобрений;

Вариант 2. Внесение минеральных удобрений в дозе P₅₀;

Вариант 3. Внесение минеральных удобрений в дозе N₅₀P₅₀.

Фактор В. Биопрепараты и микроудобрения:

Вариант 1. Контроль – без обработки;

Вариант 2. Ризобакт (обработка семян 0,1 л/т);

Вариант 3. Фитоспорин М (обработка семян 1 л/т);

Вариант 4. Гумат (обработка семян 1 л/т);

Вариант 5. Фитоспорин М (обработка семян 1 л/т) + Гумат – (обработка семян 1 л/т);

Вариант 6. Ризобакт (обработка семян 0,1 л/т) + Фитоспорин М (обработка семян 1 л/т);

Вариант 7. Ризобакт (обработка семян 0,1 л/т) + Гумат (обработка семян 1 л/т);

Вариант 8. Ризобакт (обработка семян 0,1 л/т) + Фитоспорин М (обработка семян 1 л/т) + Гумат (обработка семян 1 л/т).

Закладка опыта производилась рендомизированным методом. Площадь опытной делянки – 100 м²; повторность – четырехкратная. Сорт сои Соер 7.

При проведении опыта выполнялись все необходимые наблюдения и учеты по общепринятым методикам.

В процессе проведения исследований в 2022 г. было установлено заметное влияние различных видов удобрений, биопрепаратов и микроудобрений на продуктивность посевов сои на темно-каштановых почвах степной зоны Саратовского Левобережья.

Наименьшая урожайность зерна сои отмечена на контрольном варианте первого фона питания без применения удобрений и обработки препаратами – 1,07 т/га в (таблица 1). При применении ризобакта для предпосевной обработки семян урожайность повысилась до 1,19 т/га или на 11,2 %. Все другие изучаемые препараты показали наивысший эффект при совместном применении – при обработке семян. При этом урожайность зерна сои на варианте ризобакт + Фитоспорин М повысилась до 1,39 т/га или на 29,9 %; ризобакт + Гумат – до 1,33 т/га или 24,3 %; ризобакт + Фитоспорин М + Гумат – до 1,47 т/га или 37,4 %.

Наивысшие показатели урожайности зерна сои, как на контроле, так и на вариантах обработки препаратами были получены во втором фоне минерального питания, где применялись фосфорные удобрения в дозе P₅₀. Здесь на контроле урожайность составила 1,37 т/га, т.е. прибавка от фосфорных удобрений составила 0,3 т/га или 28 %.

Самые большие прибавки урожайности зерна сои на фоне фосфорных удобрений были получены и от использования биопрепаратов и микроудобрений. На варианте ризобакт + Фитоспорин М урожайность повысилась до 1,78 т/га или на 29,9 %. На варианте ризобакт + Гумат урожайность повысилась до 1,76 т/га или на 28,5 %; на варианте ризобакт + Фитоспорин М + Гумат – до 1,89 т/га или на 37,9 %.

На вариантах третьего фона минерального питания, где применялись азотно-фосфорные удобрения в дозе N₅₀P₅₀, урожайность сои немного превышала показатели первого фона минерального питания, где минеральные удобрения не применялись, но значительно уступали показателям второго фона минерального питания, где применялась доза P₅₀. Здесь на контроле урожайность зерна сои составила 1,20 т/га или на 0,17 т/га (14,1 %) ниже контроля второго фона минерального питания.

При применении биопрепарата ризобакт урожайность повысилась до 1,28 т/га или на 6,6 %; на варианте ризобакт + Фитоспорин М урожайность повысилась до 1,48 т/га или на 23,3 %. На варианте ризобакт + Гумат урожайность повысилась до 1,39 т/га или на 15,8 %; на варианте ризобакт + Фитоспорин М + Гумат – до 1,55 т/га или на 29,2 %.

Таблица 1 – Влияние различных удобрений и биопрепаратов на урожайность сои в степной зоне Саратовского Левобережья, т/га

Фон минерального питания (А)	Биопрепараты и микроудобрения (В)	Урожайность
Без удобрений	Контроль	1,07
	Ризобакт	1,19
	Фитоспорин М	1,17
	Гумат	1,24
	Фитоспорин М + Гумат	1,25
	Ризобакт + Фитоспорин М	1,39
	Ризобакт + Гумат	1,33
	Ризобакт + Фитоспорин М + Гумат	1,47
P ₅₀	Контроль	1,37
	Ризобакт	1,52
	Фитоспорин М	1,40
	Гумат	1,56
	Фитоспорин М + Гумат	1,67
	Ризобакт + Фитоспорин М	1,78
	Ризобакт + Гумат	1,76
	Ризобакт + Фитоспорин М + Гумат	1,89
N ₅₀ P ₅₀	Контроль	1,20
	Ризобакт	1,28
	Фитоспорин М	1,23
	Гумат	1,31
	Фитоспорин М + Гумат	1,34
	Ризобакт + Фитоспорин М	1,48
	Ризобакт + Гумат	1,39
	Ризобакт + Фитоспорин М + Гумат	1,55
НСР ₀₅ (А)		0,06
НСР ₀₅ (В)		0,04
НСР ₀₅ (А+В)		0,09

В опыте выявлена важнейшая особенность в формировании урожая сои при применении различных удобрений - в результате проведенных исследований установлено, что действие азотно-фосфорных удобрений было менее эффективным, чем только фосфорных, в связи с тем, что внесение минерального азота излишне стимулировало нарастание биомассы, а заложение и завязываемость бобов при этом ухудшалось.

В результате исследований отмечено разное влияние применяемых видов удобрений, биопрепаратов и микроудобрений на качества зерна сои.

Наивысшее содержание белка в зерне сои, как на контроле, так и на вариантах обработки препаратами были получены во втором фоне минерального питания, где применялись фосфорные удобрения в дозе P₅₀. Здесь на контроле содержание белка в зерне составило 35,4%. В то же время при совместном применении биопрепаратов ризобакт и Фитоспорин М, а также микроудобрения Гумат белковистость значительно увеличивалась: на варианте ризобакт + Фитоспорин М - до 38,3; на варианте ризобакт + Гумат – до 38,2; на варианте ризобакт + Фитоспорин М + Гумат – до 38,5%.

Список источников

1. Гурьев, Г.П. Сравнительное изучение симбиотической азотфиксации у гороха и сои / Г.П. Гурьев, А.Г. Васильчиков, В.В. Наумкин // Земледелие. - 2016.
2. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). - М.: Колос, 1985. – 416 с.
3. Зинченко, В.Е. Возделывание сои на богаре в условиях Ростовской области / В.Е. Зинченко, А.В. Гринько, Н.Н. Вошедский // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. - 2017. - №4. - С.79-82
4. Овчаренко М.М. Гуматы – активаторы продуктивности сельскохозяйственных культур//Агрохимический вестник.-2002.-№ 3.- С.13-14.
5. Применение микробиологических препаратов при возделывании сои в Орловской области/ М.В Донская, .С.В Бобков, Т.С Наумкина др.// Земледелие. вып 4. 2015. 40-42.

© Подсевалов П.В., Николайченко Н.В., 2022

Научная статья
УДК 633.174

Влияние агрохимикатов на зерновую продуктивность сорго в степном Поволжье на черноземе южном

Кирилл Алексеевич Пронудин, Анатолий Федорович Дружкин
Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии
и инженерии имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов

Аннотация. В статье представлены результаты исследования влияния стимуляторов роста и гербицида на зерновую продуктивность зернового сорго в степном Поволжье на черноземе южном. Выявлено положительное влияние препаратов на формирование урожайности зерна. У сорта Аванс максимальные показатели получены при обработке стимулятором роста «Reasil Forte Carb-N-Humic». Сорт Гранат показал лучшие результаты с применением комплекса препаратов «Reasil micro Hydro Mix+ Reasil Forte Carb-N-Humic+Гербицид».

Ключевые слова: сорго, стимулятор роста, гербицид, продуктивность, урожайность, зерно

The influence of agrochemicals on the grain productivity of sorghum in the steppe Volga region on the southern chernozem

Kirill A. Pronudin, Anatoly F. Druzhkin
Saratov State University of genetics, biotechnology and engineering
named after N.I. Vavilov, Saratov

Annotation. The article presents the results of a study of the effect of growth stimulants and herbicide on the grain productivity of grain sorghum in the stem Volga region on the southern chernozem. The positive effect of drugs on the formation of grain yield was revealed. In the Advance variety, the maximum values were obtained when treated with the growth stimulant "Reasil Forte Carb-N-Humic". The Pomegranate variety showed the best results with the use of a complex of drugs "Reasil micro Hydro Mix+ Reasil Forte Carb-N-Humic+Herbicide".

Keywords. Sorghum, growth stimulant, herbicide, productivity, yield, grain

Сельское хозяйство Поволжья находится в зоне рискованного земледелия, где периодически влажные годы чередуются с засушливыми или сухими. Недостаток влагообеспеченности в Саратовской области отмечается более чем в 60% лет, в число которых входит 21% острозасушливых.

В этих условиях получение стабильных урожаев сельскохозяйственных культур и создание прочной кормовой базы животноводства неразрывно связана с селекцией на адаптационные свойства сортов и подбором таких кормовых культур, которые бы обеспечивали получение высоких, устойчивых и, самое главное, гарантированных урожаев независимо от погодных условий [1]. Для устойчивого и ускоренного развития животноводства необходимо развитие и совершенствование кормопроизводства как одной из главных составляющих в производстве животноводческой продукции. Увеличить производство и качество кормов можно за счёт расширения посевных площадей кормовых культур, подбора культур с высоким содержанием белка, углеводов и обменной энергии [2].

Важнейшим направлением стабилизации отрасли кормопроизводства является возделывание засухоустойчивых культур, в том числе сорго. Сорго – ценная пищевая и кормовая культура, имеющая исключительно большое значение для засушливых регионов РФ [3].

Наши исследования направлены на усовершенствование технологии возделывания сорго зернового. Получение высоких и устойчивых урожаев высококачественного зерна и биомассы в значительной степени зависит от научно обоснованных систем удобрений. Именно поэтому требуется глубокое изучение влияния новых препаратов на продуктивность и морфометрические показатели культур.

Цель исследования: выявление оптимальных агротехнологических приемов с применением удобрений, стимуляторов роста и гербицидов на зерновую продуктивность зернового сорго.

Материал и методика. Экспериментальная работа по изучению влияния стимуляторов роста и гербицидов на формирование урожайности зернового сорго проведена в 2021 году в условиях Правобережья Саратовской области на опытном поле ФГБНУ РосНИИСК «Россорго». Закладка и проведение полевых экспериментов проведена по общепринятым методикам [4, 5]. Посев опыта провели 18 мая 2021 г. широкорядным способом с шириной междурядий 70 см сеялкой СОН-4,2 с Первые всходы появились на 5-й день, а фаза полных всходов отмечена на 8-й день.

Результаты исследований.

Основными показателями хозяйственной ценности посевов однолетних культур являются величина и качество урожая. Установлено, что продуктивность посевов зависит от возделываемой культуры, уровня минерального питания и погодных условий.

Учет урожая показал, что в 2021 году, внесение стимуляторов роста (Reasil Forte Carb-N-Humic) повышало урожайность зерна сорго в сравнении с контролем на 11% у сорта Аванс, что составил 6,48 т/га (таблица 1). Также хорошую урожайность зерна показал вариант с применением (Reasil micro Hydro Mix+ Reasil Forte Carb-N-Humic+ Гербицид) – 6,41 т/га.

Во втором варианте с посевом зернового сорго сорта Гранат, наибольший показатель урожайности зерна показал вариант с комплексным применением стимуляторов роста и гербицида (Reasil micro Hydro Mix+ Reasil Forte Carb-N-Humic+ Гербицид) – 5,94 т/га, что на 10,8% больше, чем при посеве без использования агрохимикатов (контроль). Вторым по

урожайности зерна оказался вариант с применением полного комплекса удобрений и стимуляторов роста (NPK+ Reasil micro Hydro Mix+ Reasil Forte Carb-N-Humic) – 5,81 т/га.

Таблица 1 – Урожайность сортов зернового сорго 2021 г., т/га

Сорта	Препарат	Урожайность, т/га
Аванс	Контроль	5,84
	NPK	6,25
	Reasil micro Hydro Mix	6,12
	Reasil Forte Carb-N-Humic	6,48
	Гербицид	6,02
	NPK+Гербицид	6,22
	NPK+ Reasil micro Hydro Mix+ Reasil Forte Carb-N-Humic	6,35
	Reasil micro Hydro Mix+ Reasil Forte Carb-N-Humic+ Гербицид	6,17
	Reasil micro Hydro Mix+ Reasil Forte Carb-N-Humic	6,41
Гранат	Контроль	5,36
	NPK	5,67
	Reasil micro Hydro Mix	5,74
	Reasil Forte Carb-N-Humic	5,45
	Гербицид	5,41
	NPK+Гербицид	5,62
	NPK+ Reasil micro Hydro Mix+ Reasil Forte Carb-N-Humic	5,81
	Reasil micro Hydro Mix+ Reasil Forte Carb-N-Humic+ Гербицид	5,94
	Reasil micro Hydro Mix+ Reasil Forte Carb-N-Humic	5,65
Ффакт.		4,325*
НСР05		0,186

Заключение. Проведение внекорневых подкормок является эффективным способом применения удобрений. На участках, где проведены внекорневые подкормки, отмечена тенденция к росту урожайности в сравнении с контролем.

В результате проведённых исследований было установлено положительное влияние агрохимикатов на сорта зернового сорго. Наиболее эффективным вариантом применения стимуляторов роста для зернового сорго сорта Аванс в 2021 году является использование Reasil Forte Carb-N-Humic. Комплекс агрохимикатов (Reasil micro Hydro Mix+ Reasil Forte Carb-N-Humic+ Гербицид) оказал положительный результат на урожайность зернового сорго сорта Грант – 5,94/га.

Список источников

1. Батаева, С. В. Оценка продуктивности различных сортов зернового сорго в условиях Саратовского левобережья / С. В. Батаева, А. Г. Субботин // Вавиловские чтения - 2018 : Сборник статей Международной научно-практической конференции, посвященной 131-ой годовщине со дня рождения академика Н.И. Вавилова, Саратов, 28–29 ноября 2018 года. – Саратов:

2. Ярцев Г. Ф. Влияние приёмов обработки почвы на урожайность зернового сорго на южных чернозёмах Оренбургского Предуралья / Г. Ф. Ярцев, В. В. Безуглов, Р. К. Байкасанов

[и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2019. – № 3(77). – С. 79-82.

3. Старчак, В. И. Изучение сортообразцов зернового сорго и создание исходного материала для селекции в засушливом Поволжье / В. И. Старчак, Е. А. Жук // Вестник Вятской ГСХА. – 2020. – № 1(3). – С. 5

4. Казанцев В.П. Полевой опыт и основные методы статистического анализа. – Омск: изд-во ФГОУ ВПО ОмГАУ, 2010. – 209 с.

5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М.: Книга по Требованию, 2012. – 352 с.

© Пронудин К.А., Дружкин А.Ф., 2022

Научная статья
УДК 633.31/37

Влияние способа посева кормовых трав на плодородие почвы степной зоны РСО-Алания

Альбина Арсеновна Сабанова

Горский государственный аграрный университет,
г. Владикавказ

Диана Олеговна Дзарахохова

Санкт-Петербургский государственный экономический университет,
г. Санкт-Петербург

Аннотация. В статье представлена динамика накопления органического вещества амарантом и бобовыми травами в одновидовых и бинарных посевах. Установлено преимущество смешанных посевов как способ повысить массу корневых и стерневых остатков. Выявлены компоненты (амарант+донник желтый, амарант+люцерна синяя), максимально обогащающие почву органическим веществом.

Ключевые слова: амарант, клевер луговой, люцерна синяя, лядвенец рогатый, донник желтый, вязель пестрый, одновидовые посевы, бинарные посевы, корневые остатки, стерневые остатки

The influence of the method of sowing fodder grasses on the soil fertility of the steppe zone of RSO-Alania

Albina Arsenovna Sabanova

Gorsky State Agrarian University,
Vladikavkaz

Diana Olegovna Dzarakhokhova

St. Petersburg State University of Economics,
Saint Petersburg

Annotation. The article presents the dynamics of organic matter accumulation by amaranth and legumes in single-species and binary crops. The advantage of mixed crops as a way to increase the mass of root and stubble residues has been established. The components (amaranth + yellow clover, amaranth + blue alfalfa) that enrich the soil with organic matter as much as possible have been identified.

Keywords: amaranth, meadow clover, blue alfalfa, horned lyadvenets, yellow clover, variegated knotweed, single-species crops, binary crops, root residues, stubble residues

Увеличение количества и качества производства животноводческой продукции в современном сельском хозяйстве является одной из первостепенных задач, решение которой неразрывно связано с созданием прочной кормовой базы [2, 7].

Обеспечение животных высококачественными кормами должно осуществляться за счет посевов кормовых культур, которые обладают высокой урожайностью и питательными свойствами [6, 9].

Плодородие почвы и урожай зависят от органического вещества, содержащегося в почве. Возделывание многолетних трав можно рассматривать, в первую очередь, как агротехнический прием, улучшающий физические свойства почвы и повышающий ее плодородие. Более продуктивными и экономически выгодными являются смешанные посевы.

Наряду с высокими хозяйственно-ценными признаками смешанные посевы трав в большей степени утилизируют благоприятные факторы окружающей среды, экономно используют природные ресурсы – влагу и тепло на формирование урожая кормовой массы, а также, положительно влияют на показатели почвенного плодородия [4, 13].

Ряд ученых поддерживают мнение о том, что агробиоценозы бобовых и злаковых трав, построенные на использовании адаптированных к условиям выращивания видов, в максимальной степени используют биогенные составляющие [1, 5]. Также исследователи указывают на то, что бобовые травы наиболее полно реализуют свой биологический и почвенно-климатический потенциал в смесях со злаковыми травами, в которых лучше противостоят болезням и вредителям. При этом на производство органического вещества в виде наземной и корневой массы, которое формируется в течение ряда лет, затрачивается минимальное количество антропогенной энергии.

Применение биологического азота является одним из основных направлений органического сельскохозяйственного производства [3, 12].

Для здоровой почвы характерно равномерное распространение и глубокое проникновение корней растений. Чем больше мелких корешков и корневых волосков в корневой системе растений, тем здоровее почва и обитающие в ней организмы. Корни бобовых – отличный индикатор поступления атмосферного воздуха в почву: при его достаточном количестве образуются корневые клубеньки, в которых с участием бактерий происходит фиксация атмосферного азота [8, 11].

Органические остатки, участвуя в рециклинге, улучшают свойства почв, а почвенная микрофауна и флора способствуют выветриванию пород и высвобождают важные элементы, которые поглощаются растениями и поступают в экосистему почвы.

Основным критерием оценки почвенного плодородия служат содержание и запасы органического вещества в почвах, а в последние годы они все больше рассматриваются с точки зрения устойчивости почв как компонента биосферы [2, 10].

Таким образом, одним из методов органического сельского хозяйства является использование смешанных посевов трав.

Цель работы: изучить влияние способа посева (чистые и смешанные) амаранта и бобовых трав на количество корневых и стерневых остатков, а также на содержание питательных элементов, оставляемых в почве.

Исследования проводились в течение 2014-2016 гг. в степной зоне РСО-Алания на Моздокском госсортоучастке в богарных условиях. Почвы – каштановые, подтип каштановые. Содержание гумуса 2,5-3,2 %, $pH_{\text{сол}}$ – 7,2-7,5; легкогидролизуемого азота – 6,0-6,8 мг, подвижного фосфора по Мачигину – 0,8-1,8 мг, обменного калия по Протасову – 25-35 мг, сумма поглощенных оснований составляет 20-23 мг-экв на 100 г почвы.

Объекты исследований: одновидовые посевы амаранта, клевера лугового, люцерны синей, лядвенца рогатого, донника желтого, вяза пестрого; смешанные посевы амаранта и бобовых трав.

Учет количества корневых и стерневых остатков проводили методом рамочной выемки почвы по Н.З. Станкову (1964).

В результате проведенных исследований было установлено, что количество органического вещества, накапливаемого в почве, а, соответственно, и количество попадающих в нее питательных элементов менялось в зависимости от культуры и бобового компонента в смешанных посевах трав.

В одинарных посевах амаранта и бобовых трав в среднем за три года накапливалось от 3,62 т/га до 9,14 т/га корневых остатков (табл. 1). Минимальное их количество накапливалось в посевах лядвенца рогатого и вязеля пестрого. Остальные варианты значительно превосходили их.

Масса стерневых остатков в 4-5 раз была меньше корневых. При этом динамика накопления по вариантам была аналогичной. Максимальное количество стерневых остатков достигало 2,15 т/га в 5 варианте (донник желтый). Одинарные посевы амаранта и бобовых культур накопили от 4,40 до 11,29 т/га корневых и стерневых остатков. Максимальная их масса была в посевах донника желтого. Варианты с амарантом и люцерной синей накапливали органических остатков на 1,33 и 2,19 т/га меньше. Остальные культуры одинарных посевов значительно им уступали.

Анализируя показатели бинарных посевов, можно утверждать, что разрыв между вариантами был меньше, но количество органического вещества было больше. Так, масса корневых остатков составила от 10,31 т/га (амарант+вязель) до 14,15 т/га (амарант+донник). Немного меньше 4 варианта накопилось во 2 варианте – 12,79 т/га (амарант+люцерна). Амарант+клевер и амарант+лядвенец были примерно одинаковыми. Масса стерневых остатков бинарных посевов была в 3,1-3,5 раз меньше корневых. При этом, если в корневых остатках вариант амаранта с люцерной превосходил амарант с клевером, то в стерневых остатках – наоборот. Максимальное количество корневых и стерневых остатков достигало 18,35 т/га (амарант+донник), что на 1,93–4,92 т/га больше остальных вариантов.

Таблица 1 – Масса органических остатков, накапливаемая в почве одновидовыми и бинарными посевами бобовых трав и амаранта (в слое 0-50 см) (в среднем за три года)

№	Культура	Урожайность зеленой массы, т/га	Масса корневых остатков, т/га	Масса стерневых остатков, т/га	Масса корневых и стерневых остатков, т/га
Одновидовые посевы					
1.	Амарант	17,3	8,46	1,50	9,96
2.	Клевер луговой	10,7	6,29	1,09	7,38
3.	Люцерна синяя	16,0	7,93	1,17	9,10
4.	Лядвенец рогатый	6,8	3,62	0,78	4,40
5.	Донник желтый	23,3	9,14	2,15	11,29
6.	Вязель пестрый	7,3	3,72	0,89	4,61
Бинарные посевы					
1.	Амарант + клевер	26,0	11,72	3,75	15,47
2.	Амарант + люцерна	25,8	12,79	3,63	16,42
3.	Амарант + лядвенец	25,2	11,52	3,41	14,93
4.	Амарант + донник	34,1	14,15	4,20	18,35
5.	Амарант + вязель	21,0	10,31	3,12	13,43

Кроме количества, поступающего в почву органического вещества, большое значение имеет и его качество. Считается, что путем введения в севообороты бобовых трав можно достичь положительного баланса питательных веществ и обогатить почву биологическим азотом.

Из представленного в таблице 2 содержания питательных элементов в органических остатках одинарных и бинарных посевов трав видно, что чистые посевы амаранта и бобовых трав накопили больше всего азота – 49,8–225,8 кг/га. Минимальное его содержание было в посевах амаранта. Максимальное количество (более 200 кг/га) – в посевах люцерны синей и донника желтого. В 2-3 раза меньше накапливали лядвенец рогатый и вязель пестрый. Достаточно высокие значения были в варианте с клевером луговым – почти 170 кг/га.

Наибольшее количество фосфора, калия, кальция в среднем за 3 года поступало в почву также с органическими остатками донника желтого и люцерны синей: соответственно 40,6 и 30,9; 140 и 118,4; 158,0 и 100,2 кг/га.

Бинарные посевы кормовых трав значительно больше накапливали питательных веществ по сравнению с одновидовыми.

Так, азота содержалось в 1,2–1,9 раз больше, чем в соответствующих вариантах одновидовых посевов.

По средним данным за 3 года с корневыми и стерневыми остатками смешанных посевов почва обогащалась фосфором на 46,4–71,6 кг/га.

Калия накапливалось больше, чем в чистых посевах в 1,6–3,2 раза.

Кальция максимально накопилось 197,1 и 275,3 кг/га в лучших вариантах амаранта с люцерной и донником желтым.

Таблица 2 – Содержание питательных элементов в органических остатках одинарных посевов амаранта и бобовых трав (в среднем за три года)

№	Культура	Масса корневых и стерневых остатков, т/га	Азот, кг/га	Фосфор, кг/га	Калий, кг/га	Кальций , кг/га
Одновидовые посевы						
1.	Амарант	9,96	49,8	21,9	79,7	89,7
2.	Клевер луговой	7,38	169,7	22,1	95,9	88,5
3.	Люцерна синяя	9,10	218,4	30,9	118,4	100,2
4.	Лядвенец рогатый	4,40	79,1	21,9	59,3	57,1
5.	Донник желтый	11,29	225,8	40,6	140,0	158,0
6.	Вязель пестрый	4,61	97,0	23,1	63,2	55,4
Бинарные посевы						
1.	Амарант+клевер	15,47	232,2	46,4	216,7	170,3
2.	Амарант+люцерна	16,42	328,5	64,0	228,3	197,1
3.	Амарант+лядвенец	14,93	151,2	59,7	191,1	179,0
4.	Амарант+донник	18,35	275,3	71,6	220,2	275,3
5.	Амарант+вязель	13,43	174,6	53,7	167,8	174,6

Таким образом, было установлено, что при возделывании смешанных посевов амаранта с разными видами бобовых трав, такие агрофитоценозы по количеству органических остатков существенно превосходят чистые посевы данных кормовых культур. Соответственно накопленному количеству органического вещества увеличивается содержание питательных веществ в нем. Это объясняется улучшением азотного питания растений и положительным влиянием бобового компонента на амарант.

Лучшими вариантами бинарных посевов были амарант+донник амарант+люцерна, амарант+клевер, которые накапливали соответственно 18,35; 16,42 и 15,47 т/га корневых и стерневых остатков.

Следовательно, смешанные посевы бобовых трав и амаранта сильнее обогащают почву органическими остатками и питательными элементами.

Список источников

1. Алборова, П.В. Донник желтый в качестве предшественника сельскохозяйственных культур // Инновационные технологии производства и переработки с.х. продукции. – Владикавказ, 2019. – С. 11-13.
2. Басиева, Л.Ж. Накопление сухого вещества посевами люцерны // Вестник Алтайского ГАУ. – 2020. № 5(187). – С. 19-27.
3. Босиева, О.И. Загрязненность почв - антропогенный фактор деградации // Инновационные технологии производства и переработки с.х. продукции. – Владикавказ, 2019. – С. 105-107.
4. Джиоева, Г.Ф. Качественное состояние земельных ресурсов в РСО-Алания // Инновационные технологии производства и переработки с.х. продукции. – Владикавказ, 2019. – С. 103-104.
5. Дзанагов, С.Х. Почвоведение. – Владикавказ: ГГАУ, 2019. – 138 с.
6. Калицева, Д.Т. Роль трав в обогащении каштановых почв органическим веществом // Известия Горского ГАУ. – 2022. Т. 59-1. – С. 27-33.
7. Козырева, М.Ю. Агротехническая роль люцерны в предгорной зоне РСО-А // Проблемы развития АПК региона. – 2020. № 2(42). – С. 110-115.
8. Сабанова, А.А. Обогащение каштановых почв органическим веществом при возделывании бобовых трав и амаранта // Известия Горского ГАУ. – 2022. Т. 59-1. – С. 12-19.
9. Фарниев, А.Т. Микробиология и иммунология. – Владикавказ: ГГАУ, 2021. – 112 с.
10. Bekuzarova, S.A. Current method in the selection of legume grasses // IOP Conf. Series: Earth and Envir. Science. – Krasnoyarsk, 2021. – P. 042003.
11. Farniev, A.T. Natural growth and development stimulants of Lucerne plants // IOP Conf. Series: Earth and Envir. Science. – Omsk City, 2021. – P. 012005.
12. Kozyrev, V.A. Land fund and its use in agricultural production in the Russian Federation // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – Dushanbe, 2022. – P. 012085.
13. Tsoraeva, E.N. Rational use of land resources: regional aspect // E3S Web of Conferences : 22. – Voronezh, 2021. – P. 03018.

© Сабанова А.А., Дзарахохова Д.О., 2022

Научная статья
УДК 633.111.1/ 631.8

Урожайность озимой пшеницы на различных фонах минерального питания в условиях Саратовского Правобережья

Александр Геннадьевич Субботин¹, к. с.-х. наук, доцент
Сулейман Рафаэлевич Батраев¹, магистр 2 курса агрономического факультета

Александр Владимирович Летучий², к. с.-х. наук, доцент

Антон Михайлович Грипич²

¹кафедра растениеводства, селекции и генетики

²кафедра земледелия, мелиорации и агрохимии

Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии

и инженерии имени Н.И. Вавилова,

г. Саратов

Аннотация. Представлены результаты исследований по отзывчивости сортов озимой пшеницы на внесение различных доз минеральных удобрений в условиях Саратовского Правобережья. На опытных делянках с сортами озимой пшеницы Скипетр и Цефей наибольшая величина урожайности отмечена при внесении азотных удобрений в дозе N₆₀ – 7,43 – 8,04 т/га. Применение минеральных удобрений оказывает положительное влияние на качественные показатели зерна. Сравнительная оценка хозяйственно-ценных признаков выявила преимущество сорта Цефей.

Ключевые слова: озимая пшеница, минеральные удобрения, сорт, урожайность

The yield of winter wheat on various backgrounds of mineral nutrition in the conditions of the Saratov Right bank

Alexander Gennadievich Subbotin¹, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor

Suleiman Rafaelevich Batraev 1, 2nd year Master of the Faculty of Agronomy

Alexander Vladimirovich Letuchy², Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor

¹The Department of Plant Breeding, Breeding and Genetics

²The Department of Agriculture, Land Reclamation and Agrochemistry

Saratov State University of genetics, biotechnology and engineering

named after N.I. Vavilov, Saratov

Annotation. The results of studies on the responsiveness of winter wheat varieties to the application of various doses of mineral fertilizers in the conditions of the Saratov Right Bank are presented. On experimental plots with winter wheat varieties Scepter and Cepheus, the highest yield was noted when nitrogen fertilizers were applied at a dose of N₆₀ – 7.43 – 8.04 t/ha. The use of mineral fertilizers has a positive effect on the quality of grain. A comparative assessment of economically valuable traits revealed the advantage of the Cepheus variety.

Keywords: winter wheat, mineral fertilizers, variety, yield

Среди зерновых культур особое место в современном растениеводстве занимает озимая пшеница, которая принадлежит к числу наиболее ценных и высокопродуктивных полевых культур. Зерно пшеницы используется для продовольственных целей - в хлебопечении и кондитерской промышленности, а также для производства крупы, макарон, вермишели и других продуктов. Отходы мукомольного производства - пшеничные отруби являются ценным кормом для всех видов сельскохозяйственных животных. Кроме того, измельченную солому, в запаренном виде или обработанную химическими консервантами охотно поедают все виды домашних животных [5,6,7]. Современные сорта озимой пшеницы обладают высоким потенциалом продуктивности, но урожайность чаще всего остается на уровне 20 – 25 ц/га [1,4]. В связи с этим изучение продуктивности различных сортов на различных фонах минерального питания является актуальным направлением.

Цель исследований нашей работы является изучение продуктивности озимой пшеницы на различных фонах минерального питания в условиях Саратовского Правобережья.

Полевые эксперименты проводили на территории землепользования ИП Глава К(Ф)Х Батраев Р.А. расположенного в Базарно-Карабулакском района Саратовской области. По агроклиматической характеристике территория расположена в Северной Правобережной

микроне. Почва опытного участка представлена чернозёмом обыкновенным среднесуглинистым с содержанием гумуса 4,8%. Рн почвенного раствора 6,5 -6,8.

Объектом исследований в опыте являются растения различных сортов озимой пшеницы – Скипетр и Цефей. В ранневесенний период на изучаемых сортах применяли различные дозы минеральных удобрений: N₃₀, N₆₀, N₉₀.

Повторность опыта - четырехкратная. Размещение вариантов – рендомизированное. Площадь учетной делянки – 50 м²[2].

В результате проведенных исследований получены следующие данные по урожайности и качеству зерна озимой пшеницы. На опытном участке с сортом Скипетр без внесения удобрений урожайность зерна достигала величины 5,29т/га, а при внесении азотного удобрения в дозах N₃₀ и N₆₀, данный показатель увеличивался до 6,64 – 7,43т/га. Необходимо отметить, что применение максимальной дозы способствовало снижению данного показателя на 0,53т/га (таблица 1). Оценка качества зерна по содержанию белка так же выявила положительное влияние минеральных удобрений. На контрольном варианте содержание белка у данного сорта составило 9,3%, а при внесении удобрений увеличивалось до 12,2-13,0%. По содержанию сырой клейковины и величине натурной массы наибольшие показатели получены на вариантах с внесением удобрений в дозе N₆₀ и N₉₀, соответственно.

В наших исследованиях наибольшую величину урожайности сформировал сорт Цефей. На контрольном варианте урожайность составила 5,83т/га, что на 0,54т/га выше, чем у сорта Скипетр. С внесением минеральных удобрений увеличивалась продуктивность культуры до 8,04 т/га, но при внесении максимальной дозы снижалась до 7,22т/га. Качественные показатели зерна по сравнению с предыдущим сортом были выше и в целом приближались к 4 классу. При внесении удобрений в дозе N₆₀ – содержание белка достигало максимального значения в опыте – 13,8%, а по содержанию сырой клейковины наибольшее значение получено при применении в дозе N₉₀ – 23,4%. Наибольшая величина натурной массы зерна у озимой пшеницы получено при применении удобрений в дозе N₃₀ – 715г/л.

Таблица 1 – Урожайность и качество зерна озимой пшеницы

Вариант	Урожайность зерна, т/га	Содержание белка, %	Содержание сырой клейковины, %	Натура зерна, г/л
Скипетр				
Контроль	5,29	9,3	15,6	683
N ₃₀	6,64	11,6	17,9	702
N ₆₀	7,43	12,2	18,0	706
N ₉₀	6,90	13,0	18,0	704
Цефей				
Контроль	5,83	10,2	21,0	705
N ₃₀	7,68	13,5	23,2	715
N ₆₀	8,04	13,8	22,9	710
N ₉₀	7,22	13,6	23,4	708
НСР _{05ав}	0,32	0,62	0,95	37,16

Анализ урожайности и качества зерна в условиях 2022года показывает преимущество сорта озимой пшеницы Цефей при внесении минеральных удобрений в дозе N₆₀.

Список источников

1. Балашов, А.В, Влияние сроков посева на качественные характеристики зерновой массы сортов озимой пшеницы [Текст] / А.В. Балашов, Е.И. Крючков, А.А. Малахова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2013. – № 3(31). – С. 111-115.

2. Ещенко, В.Е. Основы опытного дела в растениеводстве / В.Е. Ещенко, М.Ф. Трифонова, П.Г. Копытко и др.; под редакцией В.Е. Ещенко и М.Ф. Трифоновой. - М.: КолосС, 2009. - 268 с.
3. Прогрессивные технологии посева сельскохозяйственных культур. Учебное пособие / А.Г. Субботин. - Типография ЦВП, «Саратовский источник», Саратов 2013. - 240 с.
4. Сарычев, А.Н. Агрэкологические условия возделывания озимой пшеницы под защитой лесных полос / А.Н. Сарычев, Д.Е. Михальков, А.В. Вдовенко, О.М. Воробьева // Аграрный вестник Урала. 2021. № 1 (204). С. 11-20.
5. Синьков, А. А. Влияние регуляторов роста на продуктивность и экономическую эффективность выращивания озимой пшеницы / А. А. Синьков, С. В, Емельянов, А. С. Савельев, Р. Ф. Баторшин // Ресурсосберегающие экологически безопасные технологии получения сельскохозяйственной продукции: материалы межд. науч.-практ. конф. – Саранск: Изд. Мордовского университета, 2010. – С. 273-275.
6. Хатламаджиян А.Л. Удобрение озимой пшеницы, высеваемой после озимой пшеницы и эспарцета на черноземе обыкновенном / А.Л. Хатламаджиян, Н.Ф. Климашевская // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2011. № 74. С. 754-766.
7. Шурганов, Б.В. Водопотребление озимой пшеницы в зависимости от применения минеральных удобрений на светло-каштановой почве / Б.В. Шурганов, А.И. Сорокин, // Сельскохозяйственный журнал. 2018. № 4 (11). С. 39-44.

© Субботин А.Г, Батраев С.Р., Летучий А.В., Грипич А.М., 2022

Научная статья

УДК 633.15:631.526.325:633.8(470.64)

Совершенствование технологии возделывания гибридов кукурузы в условиях предгорной зоны Кабардино-Балкарии

Ханиева Ирина Мироновна
Шогенов Юрий Мухамедович,
Джуртубаев Абдулкери Назирович,
Виндугов Тембот Сергеевич
Бекалдиева Нарсана Муратовна

Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В.М. Кокова,
Нальчик

Аннотация. Полевые эксперименты велись в 2020-2022 гг. в учебно-производственном комплексе ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ. Опыты закладывались на черноземе выщелоченном. В статье приводятся результаты исследований по применению комплексных удобрений на посевах гибридов кукурузы.

Ключевые слова: кукуруза, гибрид, удобрения, микроэлементы, початок, зерно, урожайность

Improving the technology of cultivation of corn hybrids in the conditions of the foothill zone of Kabardino-Balkaria

Khanieva Irina Mironovna
Shogenov Yuri Mukhamedovich,
Dzhurtubaev Abdulkери Nazirovich,
Vindugov Tembot Sergeevich
Bekaldieva Narsana Muratovna

Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokova, Nalchik

Annotation. Annotation. Field experiments were carried out in 2020-2022. in the training and production complex of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education of the Kabardino-Balkarian State Agrarian University. Experiments were laid on leached chernozem. The article presents the results of research on the use of complex fertilizers on crops of corn hybrids.

Key words: corn, hybrid, fertilizers, microelements, cob, grain, productivity

Введение. Кукуруза - одна из наиболее древних и распространенных в мире злаковых культур высокой продуктивности и универсального использования. В оптимальных условиях урожайность ее может достигать 100 и более ц/га. По посевным площадям она уступает лишь пшенице.

Основную часть (около 60%) производимого кукурузного зерна используют на корм, 20% - на продовольствие и 15-20% - на технические цели. Как силосная культура она занимает на Северном Кавказе первое место. Кукуруза в условиях юга Российской Федерации изучена достаточно широко. В исследование научных основ возделывания кукурузы на Северном Кавказе достойный вклад внесли многие ученые.

Разработанная ими технология возделывания этой культуры позволяла получать стабильные урожаи в пределах 60-70 ц/га. Однако, в 90-е и нулевые годы была тенденция на снижение площади и урожайность кукурузы на Северном Кавказе. Так, в Кабардино-Балкарии посевы этой культуры уменьшились в два раза, а урожайность - в 3-4 раза что неизбежно привело к сокращению поголовья скота.

В связи с этим на нынешнем этапе необходимо, для восстановления и увеличения прежнего уровня производства зерна кукурузы многие вопросы агробιοлогических и агротехнических приемов возделывания новых, потенциально высокопродуктивных гибридов кукурузы и их родительских форм. Одним из факторов, обеспечивающих увеличение урожайности зерна кукурузы, является применение комплексных водорастворимых удобрений с микроэлементами. Они оказывают влияние на хозяйственно-биологические, физиологические и биохимические процессы, протекающие в растениях, а, соответственно, и на продуктивность в целом. Растениям требуется небольшое количество микроэлементов, и, именно поэтому, их удобно вносить путем опрыскивания листьев. Это позволяет оперативно воздействовать на растения в критические периоды, когда растения нуждаются в микроэлементах. При внекорневой подкормке питательные элементы попадают непосредственно в ту или иную часть растения, в которой, как правило, наиболее интенсивно протекают жизненные процессы, и именно там чаще всего встречаются недостатки элементов питания. Одними из таких удобрений являются удобрения серии «Акварин», влияние их на формирование урожайности зерна кукурузы в условиях предгорной зоны Кабардино-Балкарии изучено недостаточно, что и определило цель исследований.

Методы исследований. Исследования проводили в 2020-2022 гг. на черноземе выщелоченном. Опытный участок характеризуется последующими агрохимическими показателями: содержание гумуса в пахотном горизонте 3,3%, общий азот – 0,28%, емкость поглощения – 34,4 мг. эквивалент на 100 грамм почвы, реакция почвенного раствора нейтральная (рН – 7). Содержание подвижного фосфора составляет 15,0 мг на 100 г почвы, то есть средняя обеспеченность (по Чирикову), обеспеченность обменным калием повышенная - 15-18 мг на 100 г почвы (по Чирикову). По механическому составу эта почва тяжелосуглинистая. Содержание в ней физической глины составляет 57%. Полевой опыт был заложен в соответствии с общепринятыми методиками в четырехкратной повторности по схеме: фактор А – гибрид: среднеспелый Краснодарский 385 МВ(ФАО 380), среднеспелый Краснодарский 315 МВ (ФАО 300); фактор В – удобрение: 1.Контроль; 2. Акварин 5; 3. Акварин 9; 4. Акварин 13; 5. Лигногумата; 6. Серноокислый цинк; 7. Гумат калия.

Опыт проводили на двух фонах: с подкормкой азотным удобрением (аммиачной селитрой) в фазе 5-7 листьев у кукурузы в дозе N45 и без подкормки. На этих фонах изучали 2

среднеспелых гибрида кукурузы Краснодарский 315 МВ и Краснодарский 385 МВ. Посев кукурузы проводили семенами

Посев кукурузы проводили семенами, обработанными из расчета 10 л раствора на тонну семян. Семена обрабатывали водой, акварины - 1 кг на 10 л раствора на тонну семян, лигногумат и гумат калия 100 г препарата литров раствора на одну тонну семян. Опыт состоял из 28 вариантов. Повторность четырёхкратная. Количество делянок 112 штук. Площадь делянки 10 м², общая уборочная площадь делянки 1120 м², общая площадь опытного участка 1500 м².

Посев кукурузы проведен в первую декаду мая. Уборка на зерно осуществлялась, соответственно в вторая- третья декады сентября. Комплексные удобрения с микроэлементами растворяли в воде (из расчета 200 л/га). Внекорневую обработку посевов комплексными удобрениями выполняли ранцевым опрыскивателем.

Погодные условия в годы исследований были достаточно благоприятными в период вегетации кукурузы.

Результаты исследований.

Результаты исследований показали, что в начальный период роста и развития кукурузы на фоне без азотной подкормки высота растений от обработки семян акваринами 5, 9 и 13, а также лигногуматом, гуматом калия и сернокислым цинком повышалась существенно. Однако повышение высоты растений по мере увеличения группы спелости у гибридов кукурузы было менее существенным.

В фазе цветения початка высота растений кукурузы от предпосевной обработки семян акваринами 5, 9 и 13 у среднеспелого гибрида Краснодарский 315 МВ на фоне без азотной подкормки повышалась по сравнению с контролем на 11, 16 и 11 см соответственно. Лигногума; и сернокислый цинк практически не влияли на величину признака, а влияние гумата калия было на уровне акваринов (табл.1, рис. 1). На фоне азотной подкормки в фазе 5-6 листьев у кукурузы высота растений на контроле повышалась на 15 см, в варианте посева кукурузы семенами, обработанными сернокислым цинком на 18 см, а наименьшее увеличение отмечено на варианте применения акварина 5 и составило 9 см.

Реакция на обработку семян перед посевом комплексными водорастворимыми удобрениями среднеспелого гибрида Краснодарский 385 МВ, была аналогична по формированию высоты растений на фоне без азотной подкормки вегетирующих растений. Общий уровень признака повышался с подкормкой N₄₅ на всех изучаемых вариантах. При этом максимальное увеличение у всех гибридов отмечено на варианте обработки семян гуматом калия, где максимальная высота у гибридов в среднем за 2020-2022 годы составляла без азотной подкормки соответственно 234,8 и 232,1 см, а при азотной подкормке 240 и 242,8 см.

Такими образом гибриды кукурузы проявляли неодинаковую отзывчивость на обработку семян комплексными водорастворимыми удобрениями. Это объясняется различными биологическими особенностями изучаемых гибридов кукурузы и погодными условиями, повлиявшими на величину признака.

Наши исследования показали, что диаметр стебля гибридов кукурузы в зависимости от посева их семенами обработанными комплексными водорастворимыми удобрениями варьировал незначительно, но отклонение у этих вариантов от необработанного варианта как в условиях без азотной подкормки, так и с ней было достаточно заметным и достигало в лучших вариантах у среднеспелого гибрида Краснодарский 315 МВ в среднем за 2020-2022 годы 0,4-0,5 см, у среднеспелого Краснодарский 385 МВ - 0,7-0,8 см. Такое увеличение толщины стебля обеспечивала обработка семян гуматом калия. Аналогичные данные получены при посеве кукурузы обработанными акварином 13 во все годы проведения исследований.

Таблица 1 – Высота стеблестоя и диаметр кукурузы в зависимости от внесения минеральных удобрений и внекорневой обработки

Гибрид, фактор А	Фон, фактор В	Вариант обработки, фактор С	Высота стеблестоя (см)	Откл. от контр., см	Откл. от контр., %	Диаметр стебля (см)	Откл. от контр., см	Откл. от контр., %
Краснодарский 315 МВ	N ₀	Контроль	212,0	0,0	0,0	3,0	0,0	0,0
		Акварин 5	227,3	15,3	7,2	3,1	0,1	2,0
		Акварин 9	229,7	17,7	8,3	3,2	0,2	5,5
		Акварин 13	231,5	19,5	9,2	3,2	0,2	5,8
		Лигногумат	227,9	15,9	7,5	3,2	0,2	5,9
		Сернокислый цинк	229,4	17,4	8,2	3,2	0,2	6,3
		Гумат калия	234,8	22,8	10,7	3,3	0,3	10,2
	N ₄₅	Контроль	219,5	7,5	3,5	3,2	0,2	7,6
		Акварин 5	236,3	24,3	11,4	3,4	0,4	13,0
		Акварин 9	238,1	26,1	12,3	3,5	0,5	16,5
		Акварин 13	236,9	24,9	11,7	3,4	0,4	14,2
		Лигногумат	229,4	17,4	8,2	3,4	0,4	13,7
		Сернокислый цинк	231,5	19,5	9,2	3,5	0,5	17,2
		Гумат калия	240,1	28,1	13,3	3,5	0,5	18,2
Краснодарский 385 МВ	N ₀	Контроль	217,1	5,1	2,4	3,3	0,3	10,7
		Акварин 5	227,9	15,9	7,5	3,4	0,4	12,7
		Акварин 9	230,0	18,0	8,5	3,4	0,4	13,9
		Акварин 13	230,9	18,9	8,9	3,4	0,4	13,4
		Лигногумат	231,2	19,2	9,0	3,5	0,5	15,8
		Сернокислый цинк	230,9	18,9	8,9	3,6	0,6	20,2
		Гумат калия	232,1	20,1	9,5	3,6	0,6	20,1
	N ₄₅	Контроль	225,2	13,2	6,2	3,5	0,5	15,4
		Акварин 5	237,8	25,8	12,1	3,6	0,6	20,9
		Акварин 9	239,8	27,8	13,1	3,8	0,8	25,7
		Акварин 13	241,0	29,0	13,7	3,7	0,7	24,1
		Лигногумат	239,5	27,5	13,0	3,6	0,6	21,0
		Сернокислый цинк	237,8	25,8	12,1	3,8	0,8	25,1
		Гумат калия	242,8	30,8	14,5	3,8	0,8	25,3

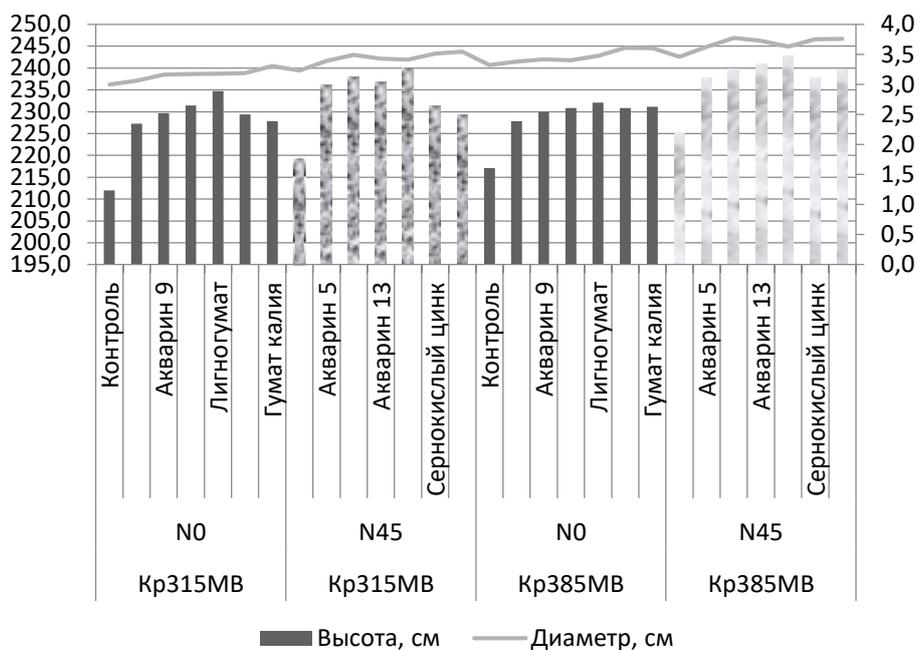


Рисунок 1. Высота стеблестоя и диаметр кукурузы в зависимости от внесения минеральных удобрений и внекорневой обработки

Выводы

1. Посев кукурузы семенами, обработанными акварином 5, акварином 9 и акварином 13, привел к увеличению высоты среднеспелых гибридов кукурузы. Так, для Краснодарского 315 МВ отклонение от контроля находилось в диапазоне 15,3-22,8 см или 7,2-10,7%. Эти показатели для гибрида Краснодарский 385 МВ составили по высоте растений 15,9-20,1 см или 7,5-9,5%. С внесением подкормки N45 эти показатели соответственно выросли для Краснодарского 315 МВ – 24,3-28,1 см и 11,4-13,3%, для Краснодарского 385 МВ – 25,8-30,8 см и 12,1-14,5%.

2. При внесении водорастворимых удобрений под кукурузу так же увеличивался диаметр стебля, но не особо значительно. Для гибрида Краснодарский 315 МВ без подкормки отклонение от контроля составляла 0,1-0,3 см или 2,0-10,2% и с подкормкой N45 соответственно 0,4-0,5 см или 13,0-18,2%, такая же картина наблюдалась по гибриду Краснодарский 385 МВ без подкормки 0,4-0,6 см или 12,7-20,1% и с подкормкой N45 0,6-0,8 см или 20,9-25,3 %.

Список источников

1. Гайсин, И. А. Микроудобрения в современной земледелии / И. А. Гайсин, Р. Н. Сагитова, Р. Р. Хабибуллин // *Агрохимический вестник*. – 2010. – № 4. – С. 13-14.
2. Микроудобрения на хелатной основе: опыт и перспективы использования / Е. Ю. Гейгер, Л. Д. Варламова, В. В. Семенов [и др.] // *Агрохимический вестник*. – 2021. – № 2. – С. 29-32.
3. Гяургиев А.Х. и др. Особенности применения микроудобрений на посевах кукурузы в условиях Кабардино-Балкарии/Гяургиев А.Х., Саболиров А.Р., Хакулов И.В., Кашуков М.В., Шогенов Ю.М.//В сборнике: Перспективные инновационные проекты молодых ученых. Материалы VIII Всероссийской конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. 2021. С. 147-151.
4. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований (5-е изд., доп. и перераб.) / Б. А. Доспехов. – (5-е изд., доп. и перераб.) – Москва: Агропромиздат, 1986. – 351 с.
5. Сотченко, В. С. Технология возделывания кукурузы / В. С. Сотченко, В. Н. Багринцева // *Вестник АПК Ставрополя*. – 2015. – Спецвыпуск № 2. – С. 79-84.

6. Ханиева И.М. и др. Эффективность применения микроудобрений на посевах кукурузы в условиях КБР/Ханиева И.М., Шогенов Ю.М., Саболиров А.Р., Виндугов Т.С., Харебашвили И.М.//В сборнике: Инновационные технологии в АПК: теория и практика. Сборник статей VIII Международной научно-практической конференции, посвященной 80-летию юбилею А.Н. Кшникаткиной, доктора сельскохозяйственных наук, профессора, Заслуженного работника сельского хозяйства РФ. 2020. С. 161-164.

7. Khanieva I.M. Bioindicators and environmental protection/Khanieva I.M., Abdulkhalikov R.Z., Boziev A.L., Shogenov Y.M., Bekuzarova S.A.//В сборнике: E3S Web of Conferences. Сер. "International Scientific and Practical Conference "Development of the Agro-Industrial Complex in the Context of Robotization and Digitalization of Production in Russia and Abroad", DAIC 2020" 2020. С. 5002.

© Ханиева И.М., Шогенов Ю.М., Джуртубаев А.Н., Виндугов Т.С., Бекалдиева Н.М., 2022

Научная статья

УДК 633.15:631.8(470.64)

Влияние применения комплексных удобрений на фотосинтетическую деятельность посевов кукурузы

**Шогенов Юрий Мухамедович,
Ханиева Ирина Мироновна,
Джуртубаев Абдулкерим Назирович
Таумурзаева Фарида Даутовна
Забаков Азамат Борисович**

Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В.М. Кокова, Нальчик

Аннотация. В статье представлены результаты применения современного ассортимента комплексных удобрений при возделывании кукурузы на зерно в условиях чернозема выщелоченного в предгорной зоне КБР. Актуальность изучения обусловлена повышением рентабельности производства фуражного зерна кукурузы за счёт оптимизации минерального питания посевов. Целью исследований являлось изучение продукционного процесса посевов раннеспелого гибрида кукурузы в зависимости от внесения комплексных минеральных удобрений на выщелоченном черноземе Кабардино-Балкарии в условиях предгорной зоны. Основная задача заключалась в оценке эффективности гранулированных и жидких комплексных удобрений в сочетании с микроэлементами, их влияние на онтогенез, урожайность, структуру урожая и качество кукурузы, возделываемой по зерновой технологии.

Ключевые слова: гибридная кукуруза, комплексные удобрения, площадь листовой поверхности, фотосинтетический потенциал

The influence of the use of complex fertilizers on the photosynthetic activity of corn crops

**Shogenov Yuri Mukhamedovich,
Khanieva Irina Mironovna,
Dzhurtubaev Abdulkерim Nazirovich
Taumurzaeva Farida Dautovna
Zabakov Azamat Borisovich**

Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokova, Nalchik

Annotation. The article presents the results of the use of a modern range of complex fertilizers in the cultivation of corn for grain in the conditions of leached chernozem in the foothill zone of the KBR. The relevance of the study is due to the increase in the profitability of the production of feed grain corn due to the optimization of the mineral nutrition of crops.

The aim of the research was to study the production process of sowing an early ripe maize hybrid depending on the application of complex mineral fertilizers on the leached chernozem of Kabardino-Balkaria in the conditions of the foothill zone. The main task was to evaluate the effectiveness of granular and liquid complex fertilizers in combination with microelements, their impact on ontogeny, yield, yield structure and quality of corn cultivated using grain technology.

Key words: hybrid corn, complex fertilizers, leaf surface area, photosynthetic potential.

Введение. Кукуруза (*Zea mays* L.) является важнейшей зерновой культурой в сельскохозяйственном производстве многих стран. Она употребляется населением в качестве продукта питания, используется на корм в животноводстве и является сырьём для перерабатывающей промышленности. Кроме продовольственных и кормовых целей, данную культуру широко применяют для переработки на биологическое топливо и биоэтанол. По данным Продовольственной и сельскохозяйственной организации при ООН (FAO) кукуруза стратегическая культура XXI века. Отмечается, что в настоящее время маис возделывается в 60 странах, на площади около 190 млн. га при средней урожайности зерна свыше 5,0 т/га и производстве 960 млн. тонн. В современном мировом земледелии кукуруза третья по значимости культура после пшеницы и риса. Она отличается высоким адаптивным и продуктивным потенциалом; благодаря широкой экологической пластичности способна продуктивно использовать почвенноклиматические факторы, хорошо отзываться прибавкой урожая на улучшение водного и питательного режимов почвы, достигать оптимального агротехнического состояния посевов.

Принимая во внимание эти обстоятельства, объективно ставится вопрос о возделывании на зерно кукурузы и в Кабардино-Балкарской республике, расположенной в центральной части Северного Кавказа. В данных агроландшафтных условиях нами на протяжении 10 лет производилось сортоиспытание гибридов кукурузы различных групп спелости отечественной и зарубежной селекции, разрабатываются приёмы их возделывания на зерно, силос. Кабардино-Балкарская республика со свойственными ей почвенно-климатическими условиями довольно благоприятна для возделывания стабильных и высоких урожаев зерна и зелёной массы гибридов кукурузы разных групп спелости [1-7].

В настоящее время производство зерна кукурузы является динамично развивающимся направлением растениеводства Кабардино-Балкарии. Под кукурузой на зерно в 2020-2022 гг. на территории КБР занято более 100 тыс. га.

Таким образом, разработка оптимальных агротехнологий перспективных гибридов кукурузы с высоким адаптивным потенциалом, обеспечивающих получение высоких урожаев зерна в условиях Кабардино-Балкарской республики, является актуальной задачей и имеет большое практическое значение.

Минеральные и комплексные удобрения, в первую очередь азотные и хелатные микроудобрения, играют решающую роль в получении высоких урожаев кукурузы и в улучшении качества её биомассы. Инновационным направлением в современном растениеводстве является тот факт, что для оптимизации питания растений более активно применяются листовые обработки с использованием удобрений нового поколения, содержащих макро и микроэлементы. Макроэлементы позволяют быстро обеспечить растения азотом, фосфором и калием в критические периоды развития, особенно в засушливые годы. Микроэлементы в хелатной форме усваиваются растением почти полностью и максимально быстро, они естественны по структуре и экологически безопасны, повышают устойчивость растений к грибным и бактериальным заболеваниям, к неблагоприятным погодным условиям.

В этой связи основа данной работы особенности формирования урожая биомассы и зерна среднеспелых гибридов Краснодарский 315 МВ и Краснодарский 385 МВ в зависимости от условий возделывания с применением современных минеральных удобрений.

Цель нашего исследования изучение продукционного процесса посевов раннеспелого гибрида кукурузы в зависимости от внесения комплексных минеральных удобрений на выщелоченных черноземах в предгорной зоне Кабардино-Балкарии. Основная задача заключалась в оценке эффективности гранулированных и жидких комплексных удобрений в сочетании с микроэлементами, их влияние на онтогенез, урожайность, структуру урожая и качество кукурузы, возделываемой по зерновой технологии.

Методы исследований. Исследования проводили в 2020-2022 гг. на черноземе выщелоченном. Опытный участок характеризуется последующими агрохимическими показателями: содержание гумуса в пахотном горизонте 3,3%, общий азот – 0,28%, емкость поглощения – 34,4 мг. эквивалент на 100 грамм почвы, реакция почвенного раствора нейтральная (рН – 7). Содержание подвижного фосфора составляет 15,0 мг на 100 г почвы, то есть средняя обеспеченность (по Чирикову), обеспеченность обменным калием повышенная - 15-18 мг на 100 г почвы (по Чирикову). По механическому составу эта почва тяжелосуглинистая. Содержание в ней физической глины составляет 57%. Полевой опыт был заложен в соответствии с общепринятыми методиками в четырехкратной повторности по схеме: фактор А – гибрид: среднеспелый Краснодарский 385 МВ(ФАО 380), среднеспелый Краснодарский 315 МВ (ФАО 300); фактор В – удобрение: 1.Контроль; 2. Акварин 5; 3. Акварин 9; 4. Акварин 13; 5. Лигногумата; 6. Серноокислый цинк; 7. Гумат калия.

Опыт проводили на двух фонах: с подкормкой азотным удобрением (аммиачной селитрой) в фазе 5-7 листьев у кукурузы в дозе N45 и без подкормки. На этих фонах изучали 2 среднеспелых гибрида кукурузы Краснодарский 315 МВ и Краснодарский 385 МВ. Посев кукурузы проводили семенами

Посев кукурузы проводили семенами, обработанными из расчета 10 л раствора на тонну семян. Семена обрабатывали водой, акварины - 1 кг на 10 л раствора на тонну семян, лигногумат и гумат калия 100 г препарата литров раствора на одну тонну семян. Опыт состоял из 28 вариантов. Повторность четырёхкратная. Количество делянок 112 штук. Площадь делянки 10 м², общая уборочная площадь делянки 1120 м², общая площадь опытного участка 1500 м².

Посев кукурузы проведен в первую декаду мая. Уборка на зерно осуществлялась, соответственно в вторая- третья декады сентября. Комплексные удобрения с микроэлементами растворяли в воде (из расчета 200 л/га). Внекорневую обработку посевов комплексными удобрениями выполняли ранцевым опрыскивателем.

Погодные условия в годы исследований были достаточно благоприятными в период вегетации кукурузы.

Результаты исследования. По данным агрометеорологической станции г.о. Нальчик погодные условия вегетационного периода кукурузы в 2020-2022 годы в целом были благоприятны для роста, развития и формирования высокопродуктивных посевов среднеспелых гибридов кукурузы Краснодарский 315 МВ (ФАО 300) и Краснодарский 385 МВ (ФАО 380) в условиях района исследования.

Проведён мониторинг эффективности комплексных удобрений на посевах кукурузы в период наступления основных фаз онтогенеза, данные которого приведены в таблице 1.

Многими учеными изучались влияние на величину площади листовой поверхности и фотосинтетического потенциала посевов кукурузы различных агроприемов, таких как удобрение, густота стояния растений и других факторов. Однако в условиях Кабардино-Балкарской республики изучение влияния предпосевной обработки семян и вегетирующих растений кукурузы комплексными водорастворимыми удобрениями до наших опытов не проводилось.

Таблица 1 – Площадь листовой поверхности и фотосинтетический потенциал в зависимости от применения комплексных удобрений

Гибрид, фактор А	Фон, фактор В	Вариант обработки, фактор С	Площадь листьев на 1 раст., дм ²	Откл. от контр., дм ²	Откл. от контр., %	Площадь листьев на 1 га, тыс.м ²	Откл. от контр., тыс.м ²	Откл. от контр., %	ФП, тыс.м ² /га*дней	Откл. от контр., тыс.м ² /га*дней	Откл. от контр., %
Кр315МВ	№ ₀	Контроль	62,8	0	0	34,5	0,0	0,1	2051	0,0	0,0
		Акварин 5	64,1	1,3	2,0	35,2	0,7	2,1	2199	147,7	7,2
		Акварин 9	66,3	3,5	5,5	36,4	1,9	5,6	2222	170,9	8,3
		Акварин 13	66,4	3,6	5,8	36,5	2,0	5,9	2239	188,3	9,2
		Лигногумат	66,5	3,7	5,9	36,6	2,1	6,0	2271	220,2	10,7
		Сернокислый цинк	66,8	4,0	6,3	36,7	2,2	6,4	2219	168,0	8,2
		Гумат калия	69,2	6,4	10,2	38,1	3,6	10,3	2205	153,5	7,5
	№ ₄₅	Контроль	67,6	4,8	7,6	37,2	2,7	7,8	2123	72,4	3,5
		Акварин 5	71,0	8,2	13,0	39,0	4,5	13,1	2286	234,6	11,4
		Акварин 9	73,2	10,4	16,5	40,2	5,7	16,6	2303	252,0	12,3
		Акварин 13	71,7	8,9	14,2	39,4	4,9	14,3	2291	240,4	11,7
		Лигногумат	71,4	8,6	13,7	39,3	4,8	13,8	2323	272,3	13,3
		Сернокислый цинк	73,6	10,8	17,2	40,5	6,0	17,3	2239	188,3	9,2
		Гумат калия	74,2	11,4	18,2	40,8	6,3	18,4	2219	168,0	8,2
Кр385МВ	№ ₀	Контроль	69,5	6,7	10,7	38,2	3,7	10,9	2100	49,2	2,4
		Акварин 5	70,8	8,0	12,7	38,9	4,4	12,9	2205	153,5	7,5
		Акварин 9	71,6	8,8	13,9	39,4	4,9	14,1	2225	173,8	8,5
		Акварин 13	71,2	8,4	13,4	39,2	4,7	13,5	2234	182,5	8,9
		Лигногумат	72,7	9,9	15,8	40,0	5,5	16,0	2245	194,1	9,5
		Сернокислый цинк	75,5	12,7	20,2	41,5	7,0	20,4	2234	182,5	8,9
		Гумат калия	75,4	12,6	20,1	41,5	7,0	20,2	2236	185,4	9,0
	№ ₄₅	Контроль	72,5	9,7	15,4	39,9	5,4	15,5	2178	127,5	6,2
		Акварин 5	75,9	13,1	20,9	41,8	7,3	21,1	2300	249,1	12,1
		Акварин 9	79,0	16,2	25,7	43,4	8,9	25,9	2320	269,4	13,1
		Акварин 13	78,0	15,2	24,1	42,9	8,4	24,3	2332	281,0	13,7
		Лигногумат	76,0	13,2	21,0	41,8	7,3	21,2	2349	298,4	14,5
		Сернокислый цинк	78,5	15,7	25,1	43,2	8,7	25,2	2300	249,1	12,1
		Гумат калия	78,7	15,9	25,3	43,3	8,8	25,5	2318	266,5	13,0

Наши исследования по изучению формирования ассимиляционного аппарата кукурузы в зависимости от обработки семян кукурузы комплексными водорастворимыми удобрениями, лигногуматом и гуматом калия, а также сернокислым цинком показали, что все изучаемые варианты превосходили контрольный с посевом необработанными семенами, так, на фоне без азотной подкормки величина площади листовой поверхности на одно растение к фазе цветения початков составила при обработке семян акваринами 5, 9 и 13 у среднеспелого гибрида Краснодарский 315 МВ – 64,1, 66,3 и 66,4 дм², что выше, чем на контроле на 1,3; 3,5 и 3,6 дм² соответственно.

При обработке лигногуматом, гуматом калия и сернокислым цинком увеличение площади листьев по сравнению с контролем составило 3,4: 4,4 и 1,8 дм². На фоне применения азотной подкормки общий уровень величины листовой поверхности был выше, чем без подкормки, но при этом закономерность различия между контрольным вариантом и вариантами посева кукурузы семенами, обработанными комплексными водорастворимыми удобрениями сохранялась.

Схожую отзывчивость на формирование площади листовой поверхности одного растения проявили гибриды кукурузы Краснодарский 385 МВ и Краснодарский 507 АМВ как на фоне без азотной подкормки, так и с подкормкой N45 в фазе 5-6 листьев.

Проведенные нами в 2020-2022 годах исследования по изучению влияния комплексных водорастворимых удобрений — акваринов, лигногумата, гумата калия и сернокислого цинка на фотосинтетический потенциал посева показало, что все обработки примерно одинаково увеличивают величину изучаемого признака. Так, у среднеспелого гибрида Краснодарский 315 МВ на фоне без азотной подкормки все три вида удобрений повышали ФП примерно одинаково на — 2199-2271 тыс. м²/га * дней. На фоне азотной подкормки влияние удобрений имело аналогичную закономерность при повышении общего уровня признака.

Анализ данных показывает, что у среднеспелого гибрида Краснодарский 385 МВ в 2021 наиболее благоприятном году от обработки семян перед посевом акварином 5, 9 и 13, величина рассматриваемого признака повышалась по сравнению с контролем примерно одинаково, но более существенно, чем у среднераннего гибрида Краснодарский 295 МВ. Существенное увеличение фотосинтетического потенциала от азотной подкормки и менее значительное от обработки семян комплексными водорастворимыми удобрениями прослеживалось у среднеспелого гибрида Краснодарский 385 МВ в 2020 и 2021 годах и в среднем за годы исследований.

Выводы. Обработки семян акваринами, лигногуматом, гуматом калия и сернокислым цинком повышали площадь листовой поверхности растений среднеспелых гибридов кукурузы на фоне без азотной подкормки с 34,5-40,5 тыс.м²/га соответственно. При этом фотосинтетического посева повышался на вариантах с обработкой семян с 2123-2349 тыс. м²/га * дней. Наиболее высокие получены по вариантам акварин 9, 13, гумат калия и сернокислый цинк.

Список источников

1. Гайсин, И. А. Микроудобрения в современной земледелии / И. А. Гайсин, Р. Н. Сагитова, Р. Р. Хабибуллин // *Агрехимический вестник*. – 2010. – № 4. – С. 13-14.
2. Микроудобрения на хелатной основе: опыт и перспективы использования / Е. Ю. Гейгер, Л. Д. Варламова, В. В. Семенов [и др.] // *Агрехимический вестник*. – 2021. – № 2. – С. 29-32.
3. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований (5-е изд., доп. и перераб.) / Б. А. Доспехов. – (5-е изд., доп. и перераб.) – Москва: Агропромиздат, 1986. – 351 с.
4. Сотченко, В. С. Технология возделывания кукурузы / В. С. Сотченко, В. Н. Багринцева // *Вестник АПК Ставрополя*. – 2015. – Спецвыпуск № 2. – С. 79-84.
5. Ханиева И.М. и др. Эффективность применения микроудобрений на посевах кукурузы в условиях КБР/Ханиева И.М., Шогенов Ю.М., Саболиров А.Р., Виндугов Т.С., Харебашвили

И.М.//В сборнике: Инновационные технологии в АПК: теория и практика. Сборник статей VIII Международной научно-практической конференции, посвященной 80-летию юбилею А.Н. Кшникаткиной, доктора сельскохозяйственных наук, профессора, Заслуженного работника сельского хозяйства РФ. 2020. С. 161-164.

6. Khanieva I.M. Bioindicators and environmental protection/Khanieva I.M., Abdulkhalikov R.Z., Boziev A.L., Shogenov Y.M., Bekuzarova S.A.//В сборнике: E3S Web of Conferences. Сер. "International Scientific and Practical Conference "Development of the Agro-Industrial Complex in the Context of Robotization and Digitalization of Production in Russia and Abroad", DAIC 2020" 2020. С. 5002.

© Шогенов Ю.М., Ханиева И.М., Джуртубаев А.Н., Таумурзаева Ф.Д., Забаков А.Б., 2022

СЕКЦИЯ 8. УПРАВЛЕНИЕ ОБЪЕКТАМИ НЕДВИЖИМОСТИ, РАЗВИТИЕ ТЕРРИТОРИЙ И ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В АПК

Научная статья
УДК 51-74.519.677

Методы прикладной математики при статистической обработке эмпирически полученных данных массы клубней картофеля

В.Н. Буйлов, С.В. Чумакова, А.В. Косарев, Н.В. Лексин, Р.Д. Норкулиев

Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии
и инженерии имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов

Р.В. Чумаков

Саратовский государственный технический университет имени
Гагарина Ю.А.

Аннотация. При изучении свойств сортов картофеля одной из важнейших его характеристик является вес, таким образом, изучение сорта именно с позиции весовых данных представляет определенный интерес, как для научных исследований, так и для практического применения пользователями, так как является одним из основных показателей качества. В данной работе представлен вариант обработки данных, использующий методы математической статистики. Эмпирические данные, подвергшиеся сравнительному анализу, получены при взвешивании клубней картофеля различных раннеспелых и среднеспелых сортов, таких, как «Гала», «Импала», «Королева Анна», «Синеглазка», «Луговской».

Ключевые слова. Математические методы, статистическая обработка данных, картофель, вес, интервальный ряд, вариационный ряд

Methods of applied mathematics in statistical processing of empirically data of the mass of potatoes

V.N. Buylov, S.V. Chumakova, A.V. Kosarev, N.V. Leksin, R.D. Norkuliev

Saratov State University of genetics, biotechnology and engineering
named after N.I. Vavilov, Saratov

R.V. Chumakov

Saratov State Technical University named after Gagarina Yu.A.

Abstract. When studying the properties of potato varieties, one of its most important characteristics is weight, thus, studying a variety precisely from the standpoint of weight data is of particular interest, both for scientific research and for practical use by users, since it is one of the main indicators of quality. This paper presents a variant of data processing using methods of mathematical statistics. Empirical data subjected to comparative analysis were obtained by weighing potato tubers of various early and mid-ripening varieties, such as Gala, Impala, Koroleva Anna, Sineglazka, Lugovskoy. Keywords. Mathematical methods, statistical data processing, potatoes, weight, interval series, variational series.

Keywords. Mathematical methods, statistical data processing, potatoes, weight, interval series, variational series

Для сравнительного анализа были выбраны различные сорта картофеля, такие, как «Гала», «Импала», «Королева Анна», «Синеглазка», «Луговской», отличающиеся формой, размерами, сроками созревания и массой [1].

Постановка задачи заключалась в обработке данных (г) взвешивания 31–90 клубней картофеля, представленных в таблице 1 и в заключении относительно выбора методов статистики [2].

Таблица 1 – Распределение отбора клубней картофеля, г.

X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
60	146	117	180	156	116	181	203	188	81
120	135	220	144	152	150	110	118	140	125
208	134	214	259	195	85	136	53	181	256
59	59	142	122	177	160	114	183	199	197
101	202	142	218	209	79	206	137	148	180
209	65	82	88	117	180	68	117	181	202

Дальнейшая обработка показана в пошаговом представлении [6].

1) Составим интервальный ряд для признака X [1].

Для этого найдём размах варьирования значений признака по формуле: $R_x = X_{max} - X_{min}$.
 $X_{max} = 259$; $X_{min} = 53$ и $R_x = 259 - 53 = 206$.

Число интервалов m , на которые следует разбить интервал значений признака, найдём по формуле Стерджеса: $m = 1 + 3,322 \cdot \lg n$, где n - объём выборки, то есть число единиц наблюдения.

В нашем примере $n=60$. Получим: $m = 1 + 3,322 \cdot \lg 60 = 1 + 3,322 \cdot 1,778 = 6,9 \approx 7$.

Теперь рассчитаем шаг (длину частичного интервала) h по формуле:

$h = \frac{R_x}{m} = \frac{206}{7} \approx 29,4$. Округление шага производится, как правило, в большую сторону. Таким образом, принимаем $h=30$.

За начало первого интервала принимаем такое значение из интервала, чтобы середина полученного интервала оказалась удобным для расчетов числом $[x_{min} - \frac{h}{5}; x_{min}]$. В нашем случае за нижнюю границу интервала возьмём $x_{min} - 3 = 53 - 3 = 50$. В результате получим следующие границы интервалов: 50-80-110-140-170-200-230-260.

Подсчитаем частоту каждого интервала, то есть число вариантов, попавших в этот интервал. Варианты, совпадающие с границами частичных интервалов, включают в правый интервал.

Таблица 2 – Распределение частот отбора клубней картофеля

i	Интервалы	Средины интервала, x_i	Частоты, N_i	$n_i^{нак.}$
1	50-80	65	7	7
2	80-110	95	5	12
3	110-140	125	14	26
4	140-170	155	10	36
5	170-200	185	12	48
6	200-230	215	10	58
7	230-260	245	2	60
-	Σ	-	60	-

В табл. 2 указаны интервалы, середины интервалов, частоты, накопленные частоты, равные сумме частот, попавших в предшествующие интервалы.

Интервалы и их частоты представляют собой интервальный ряд.

Средины интервалов и соответствующие частоты дают вариационный ряд (табл.3).

Таблица 3 – Вариационный ряд

Вариант, x_i	65	95	125	155	185	215	245
Частота, n_i	7	5	14	10	12	10	2

Графически интервальный ряд изображают с помощью гистограммы. Для её построения в прямоугольной системе координат на оси абсцисс откладывают отрезки, соответствующие интервалу вариационного ряда. На этих отрезках строят прямоугольники с высотами, равными частотам. Полученная ступенчатая фигура, состоящая из прямоугольников, и есть гистограмма. Для признака X гистограмма изображена на рис. 1.

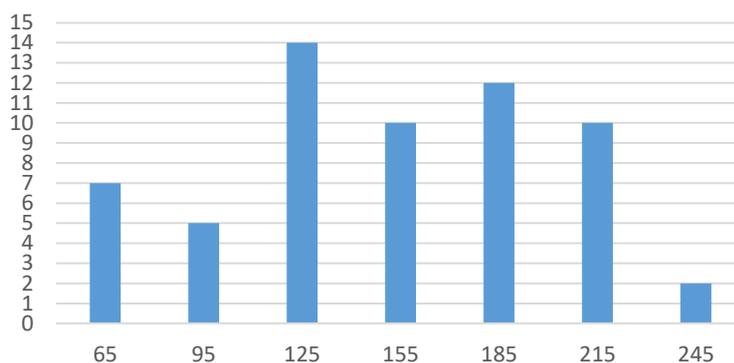


Рисунок 1. Гистограмма распределения отбора клубней картофеля

Для графического изображения дискретного ряда служит многоугольник (полигон) [1]. Для его построения на оси абсцисс откладываются варианты, а на оси ординат их частоты. Полученные точки соединяют отрезками. Полигон вариационного ряда признака X изображён на рис. 2.

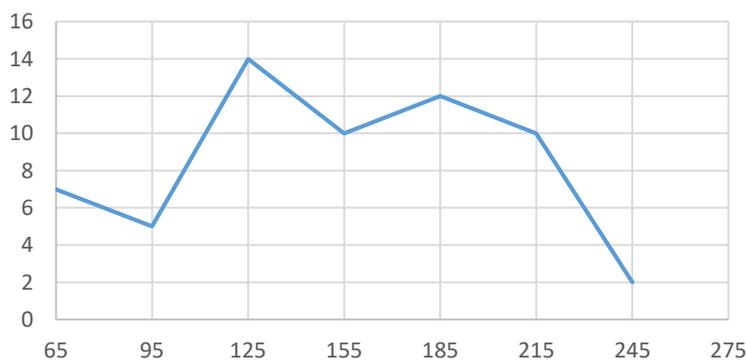


Рисунок 2. Полигон отбора клубней картофеля

Для интервального ряда распределения выборочная средняя вычисляется по формуле: $\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i n_i}{n}$, где x_i - середина i -го интервала, n_i - частота i -го интервала, n – объём выборки [2].

Используя данные табл. 3. [6], вычислим среднюю выборочную: $\bar{x} = \frac{65 \cdot 7 + 95 \cdot 5 + 125 \cdot 14 + 155 \cdot 10 + 185 \cdot 12 + 215 \cdot 10 + 245 \cdot 2}{60} = 151,5$.

Низшая и высшая частные средние находятся по формулам: $\bar{x}_H = \frac{\sum x_j n_{j_{x_j < \bar{x}}}}{\sum n_j}$ и $\bar{x}_B = \frac{\sum x_j n_{j_{x_j > \bar{x}}}}{\sum n_j}$, причём, в знаменателе суммируются частоты тех же групп, что и в числителе.

$$\bar{x}_H \approx 103,1.$$

$$\bar{x}_B \approx 188,5.$$

Для интервального ряда (с равными интервалами) мода определяется

по следующей формуле: $M_o = x_{M_o} + h \frac{n_{M_o} - n_{M_o-1}}{(n_{M_o} - n_{M_o-1}) + (n_{M_o} - n_{M_o+1})}$, где h - шаг, n_{M_o} - частота

модального (содержащего моду) интервала; n_{M_o-1} - частота домодального интервала; n_{M_o+1} - частота послемодального интервала; x_{M_o} - начало модального интервала.

$$M_o = 110 + 30 \frac{14-5}{(14-5)+(14-10)} \approx 130,8.$$

Для интервального ряда медиану определяют по формуле: $M_e = x_{M_e} + h \frac{0,5n - n_{M_e-1}^H}{n_{M_e}}$, где x_{M_e} - начало медианного интервала (содержащего медиану), $n_{M_e-1}^H$ - накопленная частота интервала, предшествующего медианному, n_{M_e} - локальная частота медианного интервала.

$$M_e = 140 + 30 \frac{30-26}{10} = 152.$$

Дисперсия вычисляется по формуле:

$$S_X^2 = \frac{\sum_{i=1}^m (x_i - \bar{x})^2 n_i}{n}.$$

Для удобства вычислений дисперсии признака X составим рабочую таблицу (см. табл. 4) [6].

Таблица 4 – Основные параметры для вычисления дисперсии признака X

I	x_i	n_i	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$	$(x_i - \bar{x})^2 n_i$
1	65	7	-86,5	7482,25	52375,75
2	95	5	-56,5	3192,25	15961,25
3	125	14	-26,5	702,25	9831,5
4	155	10	3,5	12,25	122,5
5	185	12	33,5	1122,25	13467
6	215	10	63,5	4032,25	40322,5
7	245	2	93,5	8742,25	17484,5
Σ		60			149565

Таким образом, $S_X^2 = \frac{149565}{60} = 2492,75$.

Среднее квадратическое отклонение (стандарт) S_X - это арифметическое значение квадратного корня из дисперсии.

$$S_X = \sqrt{2492,75} = 49,9.$$

$$V_X = \frac{S_X}{\bar{x}} 100\%$$

Для признака X : $V_X = \frac{49,9}{151,5} 100\% \approx 32,9\%$

2) Проверим гипотезу о соответствии данных ряда (табл. 3) по нормальному закону распределения [1], сначала по критерию Пирсона χ^2 . Для этого сравним наблюдаемые n_i и теоретические n_i^t (вычисленные в предположении нормального распределения) частоты.

Таблица 5 – Характеристика основных показателей

Характеристика	Обозначение	Значение
Выборочная средняя	\bar{X}	151,5
Размах варьирования	R_x	206
Высшая средняя	$\bar{x}_в$	188,5
Низшая средняя	$\bar{x}_н$	103,1
Мода	M_o	130,8
Медиана	M_e	152
Дисперсия, кв.	S_x^2	2492,75
Стандарт	S_x	49,9
Коэффициент вариации, %	V_x	32,9

Теоретические

частоты рассчитываются по формуле: $n_i^t = \frac{nh}{S_x} \varphi(u_i)$, где n_i^t - теоретические частоты, n — объём выборки, h — шаг (длина) частичного интервала, $u_i = \frac{x_i - \bar{x}}{S_x}$ — нормированное отклонение, x_i — середины частичных интервалов, \bar{x} — выборочная средняя, S_x — стандарт, $\varphi(u_i)$ — дифференциальная функция Лапласа.

Таблица 6 – Основных показатели

X_i	N_i	$u_i = \frac{x_i - \bar{x}}{S_x}$	$\varphi(u_i)$	n_i^t	$n_i - n_i^t$	$\frac{(n_i - n_i^t)^2}{n_i^t}$
65	7	-1,73	0,0893	3,2	3,8	4,51
95	5	-1,13	0,2107	7,6	-2,6	0,89
125	14	-0,53	0,3467	12,5	1,5	0,18
155	10	0,07	0,3980	14,4	-4,4	1,34
185	12	0,67	0,3187	11,5	0,5	0,02
215	10	1,27	0,1781	6,4	3,1	1,08
245	2	1,87	0,0694	2,5		
Σ	60			58,1		8,02

Критерий Пирсона применяется при условии, что все группы ряда включают частоты не меньше 5 (т.е. $n_i \geq 5$). Если частота группы ряда менее 5, то эту группу следует объединить с соседней. Расчёты проверки критерия Пирсона поместим в табл. 6, вычислив предварительно $\frac{nh}{S_x} = \frac{60 \cdot 30}{49,9} = 36,07$, и используя, что $\bar{x} = 151,5$.

Поскольку частота крайней группы $n_7 = 2 < 5$, то объединяем её с соседней группой.

Сумма последнего столбца определяет фактическую величину критерия Пирсона $\chi_{\phi}^2 = 8,02$. Эта величина сравнивается с предельным значением $\chi_{кр}^2$, значения которой даны в таблице (приложение 4) в зависимости от уровня значимости α и числа степеней свободы $k = v - 3$, где v — число групп вариационного ряда.

В условиях задачи, принимая надёжность результатов равной 95%

($p=0,95$), уровень значимости расчётов будет равен $\alpha = 1 - p = 1 - 0,95 = 0,05$.

Число групп вариационного ряда, после объединения шестой и седьмой групп, равно $v = 6$, следовательно, число степеней свободы $k = 6 - 3 = 3$. Предельное значение критерия $\chi_{кр}^2$ при $\alpha = 0,05$ и $k=3$, находим по таблице приложения 4.

$$\chi_{кр}^2(3) = 7,8$$

Сравнение фактического и критического значений даёт:

$$\chi_{ф}^2 = 8,02 > \chi_{кр}^2 = 7,8.$$

Выводы. По результатам обработки экспериментальных данных обнаруживается большой разброс в весе клубней картофеля различных сортов, что привело к выводу о том, что с надёжностью $p=95\%$ можно принять гипотезу, что разность частот между фактическим и нормальным распределением существенна и получена за счёт больших отклонений [4]. Данное распределение вариант можно считать не подчиняющимся закону нормального распределения, а это в свою очередь говорит о нарушениях параметрических тестов, и, следовательно, дальнейшие исследования должны использовать непараметрические методы статистики [3]. Таким образом, при обработке эмпирических данных важно учитывать моносортность [5].

Список источников

1. Гмурман, В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика : учебник для вузов / В. Е. Гмурман. — 12-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 479 с.
2. Чумакова, С.В., Попов, Д.А. Математические методы и компьютерные технологии в исследовании компонентов природной среды // В сборнике: Специалисты АПК нового поколения. Сборник статей Всероссийской научно-практической конференции. Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова. 2016. С. 872-875
3. Чумакова, С.В., Абдразакова, Я.Р. Применение математического моделирования к задачам прикладного характера // В сборнике: СОВРЕМЕННАЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ. Материалы III международной научно-практической конференции. 2020. С. 147-150.
4. Буйлов, В.Н. Математическое моделирование тепломассообменных процессов при обработке деталей в электродной печи-ванне / В.Н. Буйлов, С.А. Пронин // Вестник СГАУ. — 2011. — №7. — С. 46–49.
5. Буйлов, В.Н. Моделирование процесса электроискрового наращивания изношенных поверхностей / В.Н. Буйлов, И.В. Люляков, В.С. Еременко // Вестник Саратовского ГАУ им. Н.И. Вавилова. — 2013. — № 8. — С. 47–50.
6. Камышова Г.Н., Чумакова, С.В., Терехова, Н.Н. и др., Методические указания и контрольные задания для студентов заочной формы обучения сельскохозяйственных высших учебных заведений // Учебно – методическое пособие. – Саратов, 2012.- 185 с.

© Буйлов В.Н., Чумакова С.В., Косарев А.В., Лексин Н.В., Норкулиев Р.Д., Чумаков Р.В., 2022

Автоматизация методов и алгоритмов информационно-аналитических систем

Виктор Степанович Артемьев
Сергей Дмитриевич Савостин

Московский государственный университет пищевых производств,
г. Москва

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы аналитики в аграрном секторе экономики, которая уже давно стала областью информатики и информатизацией большей части процессов, где цифры, статистика и машинное обучение, а также большая часть вопросов кибернетики может быть использованы для поиска значимых закономерностей в получении данных в сельском хозяйстве. Всё это можно использовать для поиска по огромным объемам данных, чтобы получать, оценивать и обмениваться новыми перспективными моделями.

Ключевые слова: аналитика, исследования, испытания, бизнес-модель, компании

Automation of methods and algorithms of information and analytical systems

Victor Stepanovich Artemiev
Sergey Dmitrievich Savostin

Moscow State University of Food Production,
Moscow

Annotation: The article deals with the issues of analytics in the agricultural sector of the economy, which has long become the field of computer science and informatization of a large part of the processes, where numbers, statistics and machine learning, as well as most of the issues of cybernetics can be used to search for significant patterns in data acquisition. All this can be used to search through huge amounts of data to receive, evaluate and share new promising models.

Key words: analytics, research, testing, business model, companies

Использование программного обеспечения для бизнес-аналитики сегодня часто делает разницу между победителями и проигравшими. Существующий сектор экономики в АПК используют аналитику для мониторинга и оптимизации всех аспектов своей деятельности — от маркетинга до цепочки поставок — в режиме реального времени. Они полагаются на аналитику для принятия быстрых решений, основанных на данных, увеличения доходов, разработки новых бизнес-моделей, предоставления лучшего в своем классе обслуживания своим клиентам, поддержки сотрудников, получения конкурентного преимущества и многого другого. Экономика в АПК без аналитики — или без хорошей аналитики — вынуждены принимать решения, основанные исключительно на интуиции и опыте.

Целью данного исследования контроля и испытаний выступает корпоративная аналитика, которая и является одним из самых быстрорастущих рынков корпоративного программного обеспечения. Этот рост был ускорен вопросами цифровизации, что заставило многие существующие решения исследовать новые возможности для бизнеса, сократить расходы и ориентироваться в турбулентной «новой нормальности». Аналитика, бизнес-аналитика и наука о данных являются наиболее распространенными вариантами использования, которые стали еще более важными в результате пандемии, обогнав интернет вещей и облачные приложения. Возможности решения проблем и прогнозная аналитика помогают организациям решать неотложные проблемы, связанные с пандемией, такие как точное прогнозирование спроса, защита уязвимых работников и выявление потенциальных сбоев в цепочке поставок [2].

Четыре типа анализа, проиллюстрированные преимуществами и сложностью:

Эта простая форма анализа использует основные математические расчеты, такие как средние и процентные изменения, чтобы показать, что уже произошло в нашем секторе. Описательный анализ, также известный как бизнес-аналитика, является первым шагом в процессе анализа, который служит отправной точкой для дальнейших исследований.

Но продолжая описательный анализ, выявление, изучение и корреляции между имеющимися данными, чтобы добраться до их сути и определить причины событий и поведения.

Эта субдисциплина расширенного анализа использует результаты описательного и диагностического анализа — наряду со сложными прогностическими моделями, машинным обучением и методами глубокого обучения — для прогнозирования того, что произойдет дальше.

Эта современная форма анализа основывается на результатах описательного, диагностического и прогностического анализа и использует современные инструменты и методы для оценки влияния возможных решений и определения наилучшего курса действий в ситуации.

Бизнес-аналитика включает в себя множество различных компонентов и инструментов. К наиболее распространенным компонентам относятся:

Агрегирование данных: прежде чем данные могут быть проанализированы, они должны быть собраны, организованы и очищены из множества различных источников. Надежная стратегия управления данными и современное хранилище данных имеют важное значение для аналитики [1].

Интеллектуальный анализ данных использует алгоритмы статистического анализа и машинного обучения для поиска в больших базах данных, анализа данных под разными углами и поиска ранее неизвестных тенденций, закономерностей и связей.

Аналитика больших данных использует сложные методы, такие как интеллектуальный анализ данных, прогнозная аналитика и машинное обучение, для анализа больших объемов структурированных и неструктурированных данных в базах данных, хранилищах данных и системах Hadoop.

Интеллектуальный анализ текста проверяет неструктурированные текстовые наборы данных, такие как документы, электронные письма, сообщения в социальных сетях, сообщения в блогах, сценарии колл-центра и другие текстовые источники для качественного и количественного анализа.

Прогнозы используют исторические данные для прогнозирования возможных результатов. Предиктивная аналитика использует передовые методы для прогнозирования вероятности возникновения этих результатов.

Моделирование и анализ «что-если»: Использование прогнозов и прогнозов, моделирования и анализа «что, если» может выполнять различные сценарии и оптимизировать потенциальные решения до их принятия.

Визуализация данных и рассказывание историй: с помощью визуализаций данных, таких как диаграммы и графики, тенденции, выбросы и закономерности в данных могут быть лучше захвачены и сделаны понятными. Эти визуализации, взятые вместе в контексте, могут обеспечить более полную картину и поддержать принятие решений [3].

Аналитика используется компаниями всех размеров во всех отраслях — розничными торговцами, здравоохранением и даже спортивными клубами. Многие аналитические решения адаптированы к конкретной отрасли, цели или бизнес-области. Программное обеспечение для анализа используется сегодня, например, для:

Ранее финансовый анализ обычно использовался для создания стандартных отчетов. Сегодня, когда финансы играют центральную роль в бизнесе, финансовая аналитика эволюционировала, чтобы объединить финансовые и операционные данные с внешними источниками данных, чтобы ответить на множество бизнес-вопросов: таких как «Инвестируем

ли мы в правильные возможности?», «Как наша будущая маржа будет зависеть от решений, которые мы принимаем сегодня?» и многих других.

Маркетинговая аналитика использует данные из различных каналов, таких как социальные сети, Интернет, электронная почта и мобильные приложения, чтобы помочь маркетологам понять успех своих программ. Пользователи могут оценивать миллионы записей, чтобы оптимизировать эффективность своих кампаний, точно обращаться к маркетинговым сообщениям, анализировать настроения в социальных сетях, ориентироваться на потенциальных клиентов в нужное время и многое другое [5].

Взрывной рост электронной коммерции, растущая волатильность рынка, глобализация и другие факторы сделали цепочки поставок еще более сложными. С помощью аналитики цепочки поставок компании могут предотвратить сбои в поставках, обеспечить устойчивый поток товаров и оптимизировать стабильность и гибкость цепочки поставок. Они используют данные из различных источников, таких как датчики IoT, в режиме реального времени для оптимизации всего: от закупок до производства и инвентаризации до транспорта и логистики.

С искусственным интеллектом и машинным обучением почти неограниченное хранение данных и высокоскоростная обработка также закрепились. Эти технологии улучшают аналитику и делают ее более мощной, чем когда-либо прежде.

Анализ ИИ и машинного обучения может обнаруживать закономерности, обнаруживать выбросы и устанавливать отношения в больших данных гораздо быстрее и с гораздо большей точностью, чем раньше. Благодаря облаку они также могут получать доступ к еще большему количеству данных из нескольких источников, включая социальные сети и датчики IoT, и выявлять идеи, возможности и риски, которые в противном случае были бы скрыты.

Алгоритмы машинного обучения также могут автоматизировать некоторые из самых сложных этапов в процессе аналитики, позволяя относительно неподготовленным бизнес-пользователям, а не только специалистам по обработке и анализу данных, создавать сложную и прогнозную аналитику. Обработка естественного языка — тип искусственного интеллекта — идет еще дальше и позволяет пользователям задавать бизнес-вопросы о своих данных и получать ответы — как если бы они что-то гуглили или спрашивали Siri, все это также возможно на мобильных устройствах. Пользователи получают ответы на специальные запросы, где и когда захотят.

Список источников

1. Абросимова М. С. Повышение устойчивости развития региональной экономики России / М. С. Абросимова, В. С. Артемьев // Современная аграрная экономика: проблемы и перспективы в условиях развития цифровых технологий: Материалы Всероссийской научно-практической конференции, Чебоксары, 20 мая 2019 года. – Чебоксары: Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, 2019. – С. 4-11.

2. Артемьев В. С. Риски в контексте обеспечения устойчивого развития региона / В. С. Артемьев, М. С. Абросимова // Молодежь и инновации: Материалы XV Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, Чебоксары, 14–15 марта 2019 года. – Чебоксары: Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, 2019. – С. 462-466.

3. Алексеев, В. А. Снижение энергоёмкости ОАО "Промтрактор" / В. А. Алексеев, В. С. Артемьев, С. П. Колосов // Современные материалы, техника и технологии. – 2017. – № 1(9). – С. 21-26.

4. Алексеев, В. А. Энергосберегающие технологии для автотранспортной отрасли / В. А. Алексеев, В. С. Артемьев ; Алексеев В. А., Артемьев В. С. ; М-во образования и науки РФ, Гос. образовательное учреждение высш. проф. образования Московский автомобильно-дорожный гос. технический ун-т, Волжский фил., Каф. электроники и электрооборудования. – Чебоксары: Волжский филиал МАДИ, 2012. – 186 с.

5. Петров К. М. Современные энергосберегающие технологии - резерв снижения энергоёмкости в АПК / К. М. Петров, Ю. Л. Александров, В. С. Артемьев // Актуальные

проблемы энергетики АПК : материалы VII международной научно-практической конференции, Саратов, 18 апреля 2016 года / Под общей редакцией Трушкина В.А.. – Саратов: ООО "Центр социальных агроинноваций СГАУ", 2016. – С. 178-179.

6. Тихонов, В. А. Анализ базовых моделей транспортного потока / В. А. Тихонов, В. В. Белов, В. С. Артемьев // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2017. – № 3-2. – С. 175-177.

7. Ушаков М. В. Статистические методы сбора данных в информационно-технологической среде путем снижения энергозатрат для аграрного сектора / М. В. Ушаков, В. В. Панков // Здоровьесберегающие технологии, качество и безопасность пищевой продукции: Сборник статей по материалам Всероссийской конференции с международным участием, Краснодар, 19 ноября 2021 года. – Краснодар: трубилин, 2021. – С. 115-118.

8. Мокрушин С.А., Охапкин С.И., Хорошавин В.С. Исследование процесса стерилизации консервной продукции с целью дальнейшей автоматизации // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». 2015. №4. с. 62–72.

9. Мокрушин С.А. Система управления процессом стерилизации на основе ПЛК // Естественные и технические науки. – М.: Издательство «Спутник+», 2010 г. - №4 (48). - с.309-314.

10. Якунин С. П. Формирование групп энергосберегающих технологий с учетом технико-экономической целесообразности / С. П. Якунин, Д. А. Басманов, В. С. Артемьев // Студенческая наука - первый шаг в академическую науку : Материалы Всероссийской студенческой научно-практической конференции с участием школьников 10-11 классов, Чебоксары, 14–15 марта 2018 года. – Чебоксары: Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, 2018. – С. 137-140.

© Артемьев В.С., Савостин С.Д., 2022

Научная статья
УДК 681.5

Моделирование организационно-технологических систем и комплексов при генерации новых потоков

Виктор Степанович Артемьев

Сергей Дмитриевич Савостин

Московский государственный университет пищевых производств,
г. Москва

Аннотация. В данной статье рассматриваются вопросы цифровизации в системах генерации потоков, а также их недостатки в существующих решениях Industrial Ethernet которые были рассмотрены при помощи нового подхода в АПК отрасли.

Ключевые слова: безопасность ресурсов, модифицированный протокол, цифровизация

Modeling organizational and technological systems and complexes when generating new flows

Victor Stepanovich Artemiev

Sergey Dmitrievich Savostin

Moscow State University of Food Production,
Moscow city

Annotation. This article discusses the issues of digitalization in stream generation systems, as well as their shortcomings in existing Industrial Ethernet solutions, which were considered using a new approach in the agro-industrial complex.

Key words: resource security, modified protocol, digitalization

Уже сегодня для реализации вопросов управления в сфере автоматизации требуется дополнительное специализированное оборудование, чтобы гарантировать надежную работу в режиме реального времени. Кроме того, такие решения часто ограничены в своей гибкости. Однако эти аспекты приобретают все большее значение в будущем. Вывод состоит в том, что ни один из существующих решений не подходит для решения задач будущего, касающихся масштабируемости, гибкость или надежность. С другой стороны, P2P-сети предпосылкой метода временного интервала на основе TDMA является единая временная база для всех участвующих узлов. Следовательно, все узлы в сети САПР должны быть синхронизированы.

Это может быть сделано с помощью протокола NTP или PTP или непосредственно в Kad. После запуска алгоритма IDST и синхронизации всех узлов каждый узел может определять, когда ему разрешено обмениваться данными (доступ к общей среде связи Ethernet).

Рекомендуется экспортировать алгоритм IDST непосредственно после алгоритма DST, поскольку отличается только критерий прерывания, и предыдущие вычисления идентичны. Таким образом, можно сэкономить значительную часть времени на экспорт.

Необходимо установить корреляцию между диапазонами хеширования сети Kad и периодом времени, чтобы сформировать связь между хэш-значениями узлов и временными интервалами. Как правило, решения IE имеют центральный экземпляр, представляющий собой SPoF или fl-a-shenhal, поскольку в большинстве случаев используется подход мастер-подчиненный или сервер-клиент.

Поскольку представленный подход предназначен для сценариев автоматизации, необходимо не только гарантировать детерминированный обмен данными между узлами. Скорее, также необходимо обеспечить поведение узлов САПР в режиме реального времени в отношении обработки данных.

В этих условиях выбранная форма целевой платформы должна поддерживаться операционной системой реального времени. В соответствии со сценарием использования в промышленной автоматизации была выбрана встроенная система. В качестве целевой платформы ZedBoard будет использоваться процессор ARM с тактовой частотой 653 МГц Avn. С помощью разработанного прототипа для цифровизации безопасности ресурсов можно все время определять, что соответствует TDel, в отношении создания, отправки, приема и обработки обмененных UDP-пакетов. Программный стек: в качестве основы для программного обеспечения ZedBoard служит системой на базе ARM. FreeRTOS была выбрана в качестве операционной системы, поскольку она позволяет жестко контролировать узлы САПР в режиме реального времени Rea.

В частности, LwIP используется как часть FreeRTOS в качестве облегченной реализации стека TCP / IP для обеспечения связи через Ethernet Free. На девятом уровне находится приложение для цифровизации безопасности ресурсов, которое управляет доступом к мультимедиа и, таким образом, обеспечивает связь в режиме реального времени за счет реализации временных интервалов. На этом уровне реализуется новый подход. При этом цифровизация безопасности ресурсов понимается не только как приложение, но и как промежуточное программное обеспечение для других приложений, не связанных с цифровизацией безопасности ресурсов [1].

После запуска других потоков он переходит в состояние ожидания. Внешнему контролю уделяется второе место по приоритетности в реагировании на внешние триггеры, такие как пожарная сигнализация, сработавшая по вине человека. Внешние триггеры могут также представлять собой выделенные линии / устройства, используемые для выполнения высококритичных процессов, таких как подключенные датчики на узле цифровизации для дальнейшего обеспечения безопасности наших ресурсов. Поток для связи с САПР имеет n-ой более низкий

приоритет и отвечает за обработку пакетов SAIP. Ниже приведены не более трех потоков, которые отслеживают объекты поиска Kad и удаляют их, когда выполняются соответствующие условия. Поскольку активно поддерживаются три объекта поиска, в этом отношении может существовать не более трех потоков. Сетевой поток буферизует пакеты из сетевого интерфейса и направляет их в приложение для цифровизации безопасности ресурсов. Три потока обслуживания отвечают за поддержание сети в актуальном состоянии. Наконец, идет поток ожидания, который служит для генерации новых потоков.

Использование модифицированного протокола Kademlia и узлов SAIP с поддержкой реального времени позволяет создавать приложения с жесткими требованиями к работе в режиме реального времени на основе технологии P2P.

Для определения производительности системы необходимо создать прототип сценария с использованием узлов цифровизации безопасности ресурсов. Два узла точно отображают дискретный период временного интервала, в течение которого они обладают эксклюзивным доступом к носителю. Таким образом, можно сделать вывод, что из временных интервалов NSLOT для всей системы лучше всего подходят два экземпляра на дискретный временной интервал. Таким образом, можно определить все n различных параметров. В этой настройке поддерживаются две операции между двумя реборами. Это операции чтения и записи, которые могут выполняться в приложении цифровизации безопасности ресурсов.

Операция чтения: когда пользователь выполняет операцию чтения, запрашивается ряд целых значений. Количество значений указывается пользователем в пакете UserRequest. Кроме того, указывается хэш-значение узла, который должен предоставлять интегральные значения. Первый ZedBoard принимает и обрабатывает пакет пользовательских запросов. Поскольку первая плата ZedBoard не предназначена для запроса на чтение, она ищет в сети Kad узел, который, согласно хэш-значению в пакете запросов пользователя, отвечает за запрос. Следовательно, первая ZedBoard связывается со второй с помощью запроса kad, потому что она предназначена для запросов, и проверяет, существует ли этот узел.

Второй ZedBoard отвечает пакетом ответов Kad. Когда первая плата ZedBoard получит ответный пакет kad, она сможет снова связаться со второй платой и выполнить действие считывания. Действие выполняется с помощью пакета запроса на действие, который в данном случае представляет собой пакет запроса на чтение. После получения первого пакета ответов на действия чтения ZedBoard пересылает целочисленные значения пользователю с помощью пакета ответов пользователя [3].

Операция записи: при выполнении операции записи в пакете пользовательского запроса передается некоторое количество целых значений. Как и в случае с описанной ранее операцией чтения, в сети Kad выполняется поиск ответственного узла для операции записи. В данном случае это также второй ZedBoard. Теперь он получит пакет запроса на действие, который представляет собой пакет запроса на запись действия с первого ZedBoard. В пакет включены целые значения, которые будут сохранены на второй ZedBoard. Вторая панель ZedBoard отправляет пакет Write ActionResponse в качестве подтверждения в usk, который передается от первой панели ZedBoard пользователю в виде пакета ответа пользователя [2].

Время было измерено для обеих операций, включая операции с кадром и его обработку пакетов. Первая точка измерения берется, когда первая плата ZedBoard получает пакет запросов пользователя. Второе значение времени принимается, когда пакет пользовательского ответа отправляется обратно на ПК. Очевидно, что результаты могут быть достигнуты менее чем за миллисекунду. Кроме того, существует линейное поведение в зависимости от количества запрашиваемых и запрашиваемых данных соответственно. для распознавания целых значений, отправленных [5].

Результаты представляют собой TDel, что соответствует созданию объекта поиска, этапу поиска и обмену целыми значениями. Эти результаты могут быть использованы для дальнейшего рассмотрения. Также была исследована альтернатива кедровой доске. В приложении в качестве альтернативы ZedBoard описан Raspberry Pi для дальнейшего его использования.

Список источников

11. Абросимова М. С. Повышение устойчивости развития региональной экономики России / М. С. Абросимова, В. С. Артемьев // Современная аграрная экономика: проблемы и перспективы в условиях развития цифровых технологий: Материалы Всероссийской научно-практической конференции, Чебоксары, 20 мая 2019 года. – Чебоксары: Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, 2019. – С. 4-11.
12. Алексеев, В. А. Влияние коммутации вентилях на работу систем импульсно-фазового управления / В. А. Алексеев, В. С. Артемьев, Е. Л. Белов // Научно-образовательная среда как основа развития агропромышленного комплекса и социальной инфраструктуры села : материалы международной научно-практической конференции (посвященной 85-летию ФГБОУ ВО Чувашская ГСХА), Чебоксары, 20–21 октября 2016 года / ФГБОУ ВО "Чувашская государственная сельскохозяйственная академия". – Чебоксары: Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, 2016. – С. 358-362.
13. Алексеев, В. А. Перспективы и способы внедрения энергосберегающих технологий в АПК / В. А. Алексеев, В. С. Артемьев, С. П. Колосов // Научно-образовательная среда как основа развития агропромышленного комплекса и социальной инфраструктуры села : материалы международной научно-практической конференции (посвященной 85-летию ФГБОУ ВО Чувашская ГСХА), Чебоксары, 20–21 октября 2016 года / ФГБОУ ВО "Чувашская государственная сельскохозяйственная академия". – Чебоксары: Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, 2016. – С. 366-370.
14. Артемьев, В. С. Производственное энергосбережение с регулируемым использованием энергоресурсов / В. С. Артемьев // Перспективы развития технического сервиса в агропромышленном комплексе : Материалы Всероссийской научно-практической конференции, Чебоксары, 22 марта 2018 года / Чувашская государственная сельскохозяйственная академия. – Чебоксары: Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, 2018. – С. 26-29.
15. Артемьев В. С. Риски в контексте обеспечения устойчивого развития региона / В. С. Артемьев, М. С. Абросимова // Молодежь и инновации: Материалы XV Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, Чебоксары, 14–15 марта 2019 года. – Чебоксары: Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, 2019. – С. 462-466.
16. Елисеева С. А. Методологические подходы и процессы внедрения электронного машинного обучения в агропромышленных комплексах / С. А. Елисеева, В. В. Панков // Здоровьесберегающие технологии, качество и безопасность пищевой продукции: Сборник статей по материалам Всероссийской конференции с международным участием, Краснодар, 19 ноября 2021 года. – Краснодар: трубилин, 2021. – С. 70-73.
17. Петров К. М. Современные энергосберегающие технологии - резерв снижения энергоемкости в АПК / К. М. Петров, Ю. Л. Александров, В. С. Артемьев // Актуальные проблемы энергетики АПК : материалы VII международной научно-практической конференции, Саратов, 18 апреля 2016 года / Под общей редакцией Трушкина В.А.. – Саратов: ООО "Центр социальных агроинноваций СГАУ", 2016. – С. 178-179.
18. Ушаков М. В. Статистические методы сбора данных в информационно-технологической среде путем снижения энергозатрат для аграрного сектора / М. В. Ушаков, В. В. Панков // Здоровьесберегающие технологии, качество и безопасность пищевой продукции: Сборник статей по материалам Всероссийской конференции с международным участием, Краснодар, 19 ноября 2021 года. – Краснодар: трубилин, 2021. – С. 115-118.
19. Колупаев С. С. Совершенствование воспроизводственной и информационных структур в государственном и муниципальном управлении / С. С. Колупаев, В. В. Панков // Инновационные идеи молодых исследователей для агропромышленного комплекса: Сборник материалов Международной научно-практической конференции, Пенза, 24–25 марта 2022 года. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2022. – С. 74-76.

20. Мокрушин С.А. Система управления процессом стерилизации на основе ПЛК // Естественные и технические науки. – М.: Издательство «Спутник+», 2010 г. - №4 (48). - с.309-314

21. Мокрушин С.А., Охапкин С.И., Хорошавин В.С. Исследование процесса стерилизации консервной продукции с целью дальнейшей автоматизации // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». 2015. №4. с. 62–72.

© Артемьев В.С., Савостин С.Д., 2022

Нучная статья

УДК [664.161.33] : 681.518

Разработка интеллектуальной АСУТП низкотемпературной сушильной установки

Игорь Алексеевич Бакин

Российский государственный аграрный университет — МСХА им. К.А. Тимирязева, г. Москва

Шилов Сергей Викторович

ООО «Технологии Без Границ», г. Бийск

Мустафина Анна Сабирдзяновна

Кемеровский государственный университет, г. Кемерово

Аннотация. Рассмотрен опыт разработки системы управления на базе программируемых логических контроллеров. Исследованы кинетика вакуумной сушки плодового сырья. Нагрев сырья в камере реализован кондуктивным энергоподводом при 35°C. Понижение давления реализовано в два этапа до 0,2 кПа. Продукт сохранял характерные окраску, вкус и аромат. Результатом явились рекомендации и параметры сушки ягод черной смородины в щадящих режимах. Разработана информационная система управления вакуумным сушильным процессом.

Ключевые слова: вакуумная сушка, параметры управления, пищевые системы

Development of an intelligent process control system for a low-temperature drying plant

Igor A. Bakin

Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow

Sergei V. Shilov

LLC «Technologies without Borders», Biysk

Anna S. Mustafina

Kemerovo State University, Kemerovo

Abstract. The experience of developing a control system based on programmable logic controllers is considered. The kinetics of vacuum drying of fruit raw materials has been studied. Heating of raw materials in the chamber is implemented by conductive energy supply at 35°C. The pressure reduction was implemented in two stages up to 0.2 kPa. The product retained its characteristic color, taste and aroma. The result was recommendations and parameters for drying blackcurrant berries in sparing modes. An information system for controlling the vacuum drying process has been developed.

Keywords: vacuum drying, control parameters, food systems

Создание систем контроля процессами переработки сельскохозяйственного сырья имеет важное значение для обеспечения требований к качеству, доступности и ценности продуктов для потребителей [1]. Технология вакуумной сушки позволяет регулировать широкий

диапазон температур для сохранности формы, цвета, аромата и качественных показателей растительного сырья. Поскольку подвод энергии в условиях вакуума должен быть равномерным, без локальных перегревов, в работе изучен кондуктивный нагрев поверхностей полок сушильной камеры. В условиях вакуумирования может происходить деформация формы сырья, т.к. увеличение локального нагрева от поверхности материала может вызвать повышение паропроницаемости и разрыв оболочек сырья, например ягодного [2]. Актуальным является отработка параметров кондуктивного нагрева и вакуумирования для сушки термолабильного сырья.

С целью разработки системы управления для автоматизации процессами сушки ягодного сырья в условиях ООО "Технологии Без Границ" г. Бийск проведены исследования для ягод смородины черной. Использована установка вакуумно-импульсной сушки [3]. Отрабатывалась технология сушки с понижением давления в два последовательных этапа, при вакуумировании до 0,2 кПа.

Мониторинг и управление параметрами сушки влияет на качество продукта. Современные системы, разработанные на промышленных программируемых логических контроллерах позволяют создать установку, работающую при минимальном человеческом вмешательстве [4]. Разработана информационная система, для решения следующих задач: мониторинг текущих значений параметров процесса сушки, установки новых значений параметров, сохранения заданных параметров режимов сушки, чтения и просмотра сохранённых ранее режимов. Предусмотрено оперативное управление и переход в режим ручного управления с использованием панели оператора (НМІ). В ручном режиме с помощью кнопок "Вакуум", "Вакуум+" и "Атмосфера" можно управлять клапанами (клапан вакуум от водокольцевых насосов, клапан вакуум от бустерного насоса и клапан соединяющий внутреннюю полость крышки с атмосферой). В ручном режиме можно также с помощью кнопок "Крышка Вверх" и "Крышка Вниз" управлять пневматическими цилиндрами осуществляющими подъём (открывание) и опускание (закрывание) крышки.

На информационных панелях реализовано отображение прогресс-индикаторов процесса, прогнозируемую длительность процесса в формате "минуты:секунды", индикаторов защитных функций. Также расположены кнопки: "Пуск" и "Стоп" - которые запускают процесс сушки и останавливают его. На других экранах оператора отображается таблица для задания параметров процесс сушки и просмотра сохраненных записей технологического процесса. Для ягод черной смородины изучен процесс сушки при 35°C, в условиях прогрева длительностью 6 минут и основного процесса сушки до 25 минут. Остаточное содержание влаги составляло менее 8 %. Технология сушки является альтернативой для атмосферной, позволяет сохранить ценные компоненты, ускорить процесс при сохранении цвета и аромата ягодного сырья.

Таким образом, с использованием разработанной АСУТП отработаны параметры температура и давления для сушки ягод черной смородины в щадящих режимах. Предложены параметры управления низкотемпературной сушкой ягодного сырья и информационная система управления вакуумным сушильным процессом. Управление реализовано контроллерами на информационных панелях оператора с функциями мониторинга и управления.

Список источников

1. Bakin, I., Panfilov, V., Popov, A. Synergy of a complex of complex technologies of the future agro-industrial complex / E3S Web Conf. Volume 262, 2021, 1st International Scientific and Practical Conference "Innovative Technologies in Environmental Engineering and Agroecosystems" (ITEEA 2021). doi.org/10.1051/e3sconf/202126201009.

2. Короткий И. А., Сахабутдинова Г. Ф. Совершенствование и анализ процессов низкотемпературной обработки овощных смесей // Холодильная техника. - 2019. - № 9. - С. 51-55.

3. Патент № 200436 U1 РФ, МПК F26B 9/06. Сушильная камера / Платицын А.А., Шилов С.В.; патентообладатель: ООО «Технологии без границ». – № 2020125238; заявл. 29.07.2020; опубл. 23.10.2020, Бюл. № 30.

4. Применение возобновляемых источников энергии для переработки и сушки дикорастущего растительного сырья / И. В. Алтухов, С. М. Быкова, Г. В. Лукина [и др.] // Вестник КрасГАУ. – 2019. – № 11(152). – С. 158-164. – DOI 10.36718/1819-4036-2019-11-158-164.

© Бакин И.А., Шилов С.В., Мустафина А.С., 2022

Научная статья
УДК 005.95

Трансформация сельского хозяйства: цифровые возможности развития

Асият Султановна Батова, Милана Муратовна Малухова, Камилла Тимуровна Тлупова, Зухра Мустафировна Хочуева

Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет
имени В.М. Кокова

Аннотация. Цифровые технологии все активнее входят во все сферы деятельности человека, и сельское хозяйство, ключевой для нашей страны сектор экономики, не является исключением. В статье рассказывается о том, что даст "цифра" аграриям, какие наработки уже имеются в этой области, какие проблемы надо решить и каких результатов можно ожидать.

Ключевые слова: Цифровые технологии, сельское хозяйство, агропромышленный комплекс, цифровизация

Transformation of agriculture: digital development opportunities

Asiyat Sultanovna Batova, Milana Muratovna Malukhova, Kamilla Timurovna Tlupova, Zukhra Mustafirovna Khochuyeva

Kabardino-Balkar State Agrarian University named after V.M. Kokov

Annotation. Digital technologies are increasingly entering all spheres of human activity, and agriculture, a key sector of the economy for our country, is no exception. The article describes what the "figure" will give to farmers, what developments are already available in this area, what problems need to be solved and what results can be expected.

Keywords: Digital technologies, agriculture, agro-industrial complex, digitalization

Современные цифровые технологии распространяются быстрыми темпами, сегодня очень трудно найти устройства без встроенных цифровых сервисов. Эти технологии и искусственный интеллект применяются в решении различных задач, "цифра" становится неотъемлемой частью нашей повседневной жизни, особенно в ситуации, когда условия подталкивают к более интенсивному ее использованию.

Пандемия COVID-19 ускорила процессы внедрения "безлюдных" и им подобных технологий для сохранения производственных процессов и оказания услуг, в том числе на фоне стремительного роста вычислительных мощностей компьютеров, позволяющих эффективно обрабатывать данные. Передовые технологии становятся одним из ключевых сегментов экономики, что имеет по-настоящему революционные последствия, а рост числа санкций в том числе стимулирует производство цифровых сервисов из российских комплектующих.

Новые перспективы для сельского хозяйства

Цифровизация быстро меняет возможности взаимодействия в рамках бизнес-процессов, в том числе всех участников агропродовольственной системы, всячески сглаживая факторы, препятствующие повышению эффективности производства. Сервисы позволят получать информацию технического характера, что будет способствовать повышению продуктивности, укреплению невосприимчивости к внешним воздействиям и доступу к рынкам.

Кроме того, мобильные технологии и интернет-сервисы способны обеспечить связь отдельных фермеров с товаропроводящими цепочками – таким образом открывается доступ к более качественным семенам и удобрениям, позволяющим существенно нарастить производство и наладить сбыт производимой продукции непосредственно потребителям, минуя посредников. безусловно, цифровизация агропромышленной системы играет все большую роль в обеспечении продовольственной безопасности и укреплении источников средств к существованию, в особенности в сельских районах.

Что дает цифровизация аграрной сфере

Ключевой задачей цифровой трансформации сельского хозяйства является извлечение ценности из собираемых больших данных о внутренней и внешней среде. Основой для этого являются облачные платформы и решения в области обработки больших данных, а также технологии предиктивной аналитики и системы поддержки принятия решений.

Применение сенсорного оборудования (полевые датчики, датчики контроля состояния производственных помещений, сельхозоборудования и техники, датчики контроля здоровья скота и пр.) позволяют большому числу сельхозпредприятий перейти к непрерывному сбору и анализу информации и интегрировать три уровня мониторинга агросистем (наземный, воздушный и космический) на уровне отдельных фермерских хозяйств, регионов и страны.

Цифровые технологии способствуют снижению экологической нагрузки в сельском хозяйстве, повышают эффективность использования природных ресурсов, формируя основы ESG-стратегии (экологическое, социальное и корпоративное управление – англ. Environmental, Social, and Corporate Governance, ESG. – Прим. ред.), которая, вероятно, не исключена из повестки развития аграрной отрасли нашей страны.

Цифровизация аграрного сектора нивелирует его недостатки, связанные с потерями урожая при непредсказуемой погоде, выращивании, сборе и хранении, позволяет оперативно проводить мониторинг посевных площадей, уменьшать хищения материальных ценностей, топлива, средств защиты растений и посевных материалов, а также оперативно реализовать продукцию или оформить меры государственной поддержки.

Стоит подчеркнуть, что даже при имеющихся сложностях с инфраструктурой, которая может обеспечить полноценное использование цифрового оборудования, крупный и средний бизнес предпринимает усилия для цифровой трансформации, поскольку в условиях в том числе пандемии или меняющихся предпочтений потребителей развитие зеленой экономики, "цифра", искусственный интеллект помогают решать эти задачи, анализируя маркетинговые предпочтения, обеспечивая заказ и доставку продукции, а также отвечая за качество и безопасность сырья и продукции, в том числе снижая издержки углеродный след.

Передовые технологии в России

Технологиями, позволяющими осуществить переход к цифровой трансформации земледелия, являются дистанционное зондирование земли с помощью спутниковых систем для формирования электронных карт полей и применение БПЛА с мультиспектральными и гиперспектральными камерами для удаленного мониторинга состояния полей, плодородия почвы, экологической ситуации, роста сельскохозяйственных культур, определения вегетационного индекса, ранней диагностики заболеваний растений, управления ирригацией и др.

Цифровые технологии для сельского хозяйства

Отметим некоторые активно используемые цифровые российские технологии и отечественные компании, разрабатывающие их либо успешно применяющие на практике:

- ExactFarming – платформа, объединяющая решения цифровой агрономии для сельхозпроизводителей, производителей и продавцов удобрений, агрохимии и семян, финансовых институтов и других участников сельскохозяйственной отрасли и позволяющая им эффективно управлять агробизнесом, своевременно принимать решения, снижать риски и увеличивать прозрачность взаимодействия друг с другом.
- "Агротроник" – агрономические сервисы (точное земледелие, позиционирование техники, уборка и обработка почвы, работа ночью на основе видеосистем и т.д.), производитель ГК "Ростсельмаш".
- Cognitive Technologies – агрономический сервис (точное земледелие, позиционирование техники, уборка и обработка почвы, работа ночью на основе видеосистем и т.д.).
- "АгроМон" – мобильное приложение и веб-сервис для управления хозяйством. Организация осмотра посевов, планирование сезона, управление полевыми работами, обмен данными с командой, производителями семян, средств защиты растений и дистрибьюторами.
- SmartAGRO – система управления предприятием со встроенным модулем агроаналитики. автоматизирует до 90% бизнес-процессов агропредприятия.
- Облачный сервис от ООО "Геомир": история поля для управления сельскохозяйственными предприятиями.
- NeuroPlant – ассистент сбора, хранения и оперативной аналитической обработки данных в целях поддержки принятия решения с использованием ИИ.
- "СкайСкаут" – единая система управления агрономической службой предприятий сельского хозяйства. Обеспечивает полноту картины состояния культур на основе данных, собранных как вручную, так и автоматически. Помогает принимать решения по хозяйству.
- DigitalAgro – платформа, объединяющая решения цифровой агрономии для сельхозпроизводителей, производителей и продавцов удобрений, агрохимии и семян, финансовых институтов и других участников сельскохозяйственной отрасли и позволяющая им эффективно управлять агробизнесом, своевременно принимать решения, снижать риски и увеличивать прозрачность взаимодействия друг с другом.
- "Агросигнал" – платформа и мобильное приложение для эффективной работы всех подразделений предприятий на каждом этапе полевых работ, от планирования севооборота и формирования годового бюджета до мониторинга работы техники и сотрудников и учета готовой продукции. Учет транспортных работ. Ведение оперативных планов и графиков смен, создание индивидуальных и групповых отчетов, привязка информации о перевозимом грузе.
- "ЦентрПрограммСистем" – информационное решение в сфере управления агропромышленным бизнесом.
- Green Growth – платформа для картирования урожайности в режиме реального времени.
- "Полидон Агро" – мобильное приложение с актуальной информацией о продукции и калькулятором смешивания.
- "Свое фермерство" – сервис от Россельхозбанка с упором на e-commerce. Позволяет купить семена, удобрения, СЗР, агрохимию и даже сельхозтехнику. Кроме товаров, здесь можно получить и услуги.
- Компания Avroga Robotics разрабатывает комплексную беспилотную систему управления для трактора (Агробот).
- Magrotech – компания, собирающая информацию о характеристиках поля и предоставляющая прогноз урожайности на основе математической модели.
- ООО "Ассистагро" – применение БПЛА для сбора, хранения и оперативной аналитической обработки данных в целях поддержки принятия решения с использованием ИИ.
- ООО "Кайпос" – производитель систем мониторинга погоды, моделей заболеваний растений, систем оптимизации полива и технологии идентификации вредных объектов.

Вертикальное фермерство

Существенное развитие в последние годы в России получило направление вертикального фермерства, которое предполагает выращивание продукции в закрытых помещениях в ограниченном пространстве (например, в городских условиях) с контролируемой средой и применением современных цифровых технологий – датчиков, сенсоров, фотоники и т.д., часто совмещенных с системами гидро-, аэро и аквапоники, позволяющих автоматизировать производственные процессы. Это направление активно развивают компании GreenBar, "УрбаниЭко", "Местные корни", "Сити-фермер", OverGrower, EVAfarm, "ФИТО", "Алан-ИТ" умные теплицы и др.

Законодательная база

Агропродовольственные системы России неотложно нуждаются в отечественных инновационных решениях и полноценной инфраструктуре, которые обеспечат увеличение объемов продукции и достижение глобальной цели укрепления продовольственной безопасности страны, а также возможность увеличить экспорт сельскохозяйственной продукции в страны-партнеры.

Цифровые технологии способны упрочить взаимосвязанность агропродовольственной системы и устранить факторы, снижающие ее эффективность. Интернет обеспечивает доступ к технической информации, стимулирует сотрудничество и взаимосвязь на всех звеньях производственно-сбытовой цепочки, формируя прослеживаемость производства сельскохозяйственной продукции. Для достижения этих целей формируется соответствующее законодательство.

Будущее: риски и перспективы

Внедрение цифровых технологий может нести с собой определенные сложности, стать причиной увеличения "цифровых преступлений", связанных с несанкционированным использованием цифровых данных. Вероятно, инфраструктура и стандарты использования искусственного интеллекта в АПК позволят снизить и устранить риски, которые влияют на уровень цифровизации, сдерживая развитие цифровой трансформации, обеспечат безопасные структуры обработки и хранения данных, гарантирующие защиту накопленных данных и производственных процессов. Это позволит и минимизировать возможности влияния на владельцев производственных предприятий посредством внесения изменений в производственные процессы за счет использования удаленного доступа. Накапливаемые в данный момент большие данные могут быть использованы для формирования полноценных систем прослеживаемости производства в АПК и создания основы для повышения эффективности принятия управленческих решений.

Преодоление глобальных вызовов

Цифровая трансформация российского сельского хозяйства способна помочь преодолеть ряд глобальных вызовов, таких как:

- увеличение потребности в продовольствии (на 60% к 2050 г.) в результате роста численности населения и повышения качества жизни;
- истощение продуктивных сельскохозяйственных земель рост экологической нагрузки (70% потребления водных ресурсов и 30% выбросов углекислого газа в настоящее время приходится на мировое сельское хозяйство) и сокращение площадей, пригодных для ведения сельского хозяйства;
- изменение агроклиматических условий и рост частоты природных катаклизмов, повышающих волатильность на сельскохозяйственных рынках;
- трансформации потребительских предпочтений и развитие модели устойчивого и экологичного потребления.

В этих целях в России наряду с прочими мерами национальной технологической инициативой направления "Фуднет" разрабатывается дорожная карта развития сельскохозяйственного рынка как минимум до 2030 г. Внедрение цифровых технологий в сельском хозяйстве направлено на обеспечение технологического прорыва и достижение стратегических целей развития АПК. Сельское хозяйство в России за счет внедрения цифровых решений способно достичь этой цели и в рамках климатической повестки

предложить другим странам решение стоящих перед ними климатических вызовов, в том числе продовольственных.

Проблемы трансформации сельского хозяйства

Рассматривая этапы трансформации сельского хозяйства, можно отметить, что благодаря развитию технологий интернета вещей этот процесс идет стремительно, в том числе благодаря появлению российских технологий и разработок. Для эффективной цифровизации сельского хозяйства необходимо решить следующие проблемы:

- отсутствие цифровой инфраструктуры, позволяющей полноценно использовать цифровые решения в полях;
- отсутствие интернета на ряде территорий (за рубежом для этих целей наращивают отдельные группировки спутников на более низкой орбите для удешевления услуги; в наших условиях реализация проекта "Сфера" Роскосмосом, вероятно, решит эту задачу);
- медленное обновление законодательства, сохранение зарегулированности в части стандартов и требований (только в октябре 2021 г. принято решение интегрировать БПЛА в воздушное пространство РФ);
- отсутствие унификации стандартов и регламентов передачи данных и созданных баз данных для анализа с помощью цифровых технологий, ИИ;
- отсутствие технологических площадок (полигонов) и опытно-производственных хозяйств (предприятий) для апробации новых технологий;
- дефицит квалифицированных кадров и медленное удовлетворение потребности в переподготовке специалистов.

Особо следует отметить необходимость создания эффективных систем защиты информационных систем и технологий, безопасного использования цифровых технологий.

Мы ожидаем, что результатом решения отмеченных задач будет прорыв во внедрении высоких технологии в российском АПК – это обеспечит его трансформацию, позволит значительно повысить его эффективность и качество, а также безопасность производственных процессов.

Список источников

1. Бражниченко Д.В., Гайдук В.И., Глущенко О.С., Калитко С.А. Совершенствование механизмов управления инновационной деятельностью в АПК // Московский экономический журнал. 2019. № 9. С. 59.

2. Официальный сайт «Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации» Проект «Цифровая экономика РФ». URL: <https://digital.gov.ru/ru/activity/directions/858/>.

3. Варич М.И. Цифровизация сельского хозяйства в рамках проекта развития сельского хозяйства в Российской Федерации до 2025 года // Молодой Экономика предприятий агропромышленного комплекса : учебник для вузов / Р. Г. Ахметов ; под ред. Р. Г. Ахметова. – Москва : Издательство Юрайт, 2020. – 431 с. – ISBN 978-5-534-03363-2.ученый. 2020. № 2 (292). С. 354-357.

4. Шахмурзова, А. Состояние и перспективы производительности труда в сельском хозяйстве Кабардино-Балкарии [Текст] / А. Шахмурзова // Известия КБГАУ им. В. М. Кокова. - 2017. - №2(16). - С.113-118.

5. Рахаев Х., Энеева М., Иванова З. Производительность труда в сельском хозяйстве СКФО // АПК: Экономика, управление. - 2018. - № 7. - с. 23-34.

6. Малухова М.М., Батова А.С., Тлупова К.Т., Ашинова Ф.А., Иванова З.М. Роль цифровизации в АПК и перспективы развития / Наука, образование и бизнес: новый взгляд или стратегия интеграционного взаимодействия // Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции, посвященной 80-летию со дня рождения первого Президента Кабардино-Балкарской Республики Валерия Мухамедовича Кокова. Нальчик: ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ, 2021. Часть 1. С. 214-217.

7. Батова А.С., Абазова Ф.А., Иванова З.М. Значение цифровой экономики в развитии России В сборнике: Сельскохозяйственное землепользование и продовольственная безопасность. Материалы VI Международной научно-практической конференции, посвященной памяти Заслуженного деятеля науки РФ, КБР, Республики Адыгея, профессора Б.Х. Фиапшева. 2020. С. 286-289.

© Батова А.С., Малухова М.М., Тлупова К.Т., Хочуева З.М., 2022

Научная статья
УДК 332.1:347.214.2

Определение наиболее эффективных путей развития сухотского сельского поселения Моздокского района РСО-Алания в 2022 году

Алана Алановна Бесолова
Анжела Айваровна Салагаева
Артур Александрович Пех
Лариса Жураповна Басиева
ФГБОУ ВО Горский государственный аграрный университет,
г. Владикавказ

Аннотация. В статье представлены результаты исследований по анализу пространственного развития населенных пунктов в РСО-Алания (на примере Сухотского сельского поселения Моздокского района). Выявлены проблемы низкого уровня полноты сведений единого государственного реестра недвижимости о земельных участках (30,97 %), способствующая снижению поступающих доходов в местный бюджет на 9-12 % в год; демографического оттока, вызванного естественными процессами миграции и смертности. Приведены основные пути развития сельского поселения на ближайшую перспективу.

Ключевые слова: кадастр, землеустройство, межевание, населенный пункт, демография, экономика, ЕГРН

Determining the most effective ways to develop the sukhotsky rural settlement of the Mozdok district of RNO-Alania in 2022

Alana Alanovna Besolova
Salagaeva Anzhela Aivarovna
Pekh Artur Alexandrovich
Larisa Zhurapovna Basieva
FGBOU VO Gorsky State Agrarian University,
Vladikavkaz

Abstract. The article presents the results of studies on the analysis of the spatial development of settlements in North Ossetia-Alania (on the example of the Sukhotsky rural settlement of the Mozdok region). The problems of the low level of completeness of information on the unified state register of real estate on land plots (30.97%), which contributes to a decrease in incoming revenues to the local budget by 9-12% per year, have been identified; demographic outflow caused by natural processes of migration and mortality. The main ways of developing a rural settlement in the near future are given.

Keywords: cadastre, land management, land surveying, settlement, demography, economics, USRRE

Пространственное развитие населенных пунктов связано как с вопросами рационального использования земель в их границах (землеустройство), так и с процессами прироста населения, доходностью местных бюджетов, наличием резервных земельных ресурсов (под новое жилищное освоение или территорий, подлежащих трансформации) [1]. Существующие градостроительные регламенты и генеральные планы развития содержат сведения о потенциальных путях совершенствования сельских и городских населенных пунктов, а банк земельно-кадастровых данных Росреестра – Единый государственный реестр недвижимости (ЕГРН), информацию о прохождении границ населенных пунктов, объектов землеустройства, межселенных земель и другие [3].

На сегодняшний день в большинстве регионах Российской Федерации существует проблема эффективного пространственного развития территорий сельских населенных пунктов. Внутренние процессы миграции, протекавшие последние десятилетия, оставили сёла практически без населения [2]. Активизация темпов импортозамещения, интенсификация государственных и частных инвестиций в сельское хозяйство за последние несколько лет частично решила эту проблему за счет трудовой миграции [7]. Однако так называемые сезонные жители сельских поселений – проживающие на время работы на сельскохозяйственных предприятиях, не способствуют существенному улучшению социально-экономического климата.

Поскольку наибольшую ценность в муниципальных образованиях, с сельскими населенными пунктами в качестве административных центров, представляют земли сельскохозяйственного назначения, процессы пространственного развития самих сёл, в том числе расширения застроенной территории, освоения новых земель за счет перевода из одной категории в другую, крайне непопулярны среди органов государственной и местной власти, частных лиц [4]. Несмотря на это решение о необходимости выделения новых земельных площадей под развитие населенных пунктов решаются не по прихоти органов власти и частных лиц, а согласно нормативам (жилищной обеспеченности, численности населения, повышением качества жизни людей, самодостаточностью местного бюджета, наличием в градостроительных документах соответствующих гипотез и другие) [5].

В РСО-Алания, как одной из малоземельных республик Северо-Кавказского Федерального Округа, земли сельскохозяйственного назначения являются стратегическими, поэтому развитие ряда сельских (и городских) населенных пунктов за счет земель данной категории, обсуждается и анализируется в том числе специалистами в области землеустройства, кадастров, архитектуры и градостроительства, представителей органов местной власти и министерства сельского хозяйства [6]. Это и многое другое вызывает производственную необходимость работы в части выявления наиболее эффективных путей развития сельских населенных пунктов, определяет высокий уровень актуальности и научной новизны темы исследований.

Целью исследований является анализ пространственного развития Сухотского сельского поселения (СП) Моздокского муниципального района РСО-Алания в 2022 году.

Для достижения поставленной цели следовало изучить пространственное положение, демографические и территориальные особенности сельского поселения, эффективность земельно-кадастрового деления и формирования земельных участков, как объектов государственного кадастрового учета.

В основу методики исследований легли общепринятые методы оценки состояния и использования земельных ресурсов, а также авторский метод, разработанный А.А. Пех, Л.М. Хугаевой, Л.Ж. Басиевой и А.Х. Козырев на базе кафедры землеустройства и экологии Горского ГАУ. Сущность данной методики состоит в сопоставлении земельных участков в зависимости от наличия или отсутствия установленной межи.

При соотношении земельных участков с установленной границей (и ранее учтенных) к земельным участкам без установленной границы менее 15-30 %, полнота сведений ЕГРН считается низкой, при соотношении в 30-45 % – недостаточной, при соотношении в 45-65 % – средней, при соотношении в 65-80 % – высокой, при соотношении выше 80-90 % –

достаточной. Также существует параметр «абсолютная полнота», при котором соотношение земельных участков с установленной границей преодолевает показатель в 99 %.

Объект исследований – Сухотское СП, расположено на правом берегу р. Терек, в западной части муниципального района (Моздокский), недалеко от границы с КБР. Находится в 95 км к северо-западу от г. Владикавказ и в 22 км к юго-западу от районного центра г. Моздок (рис. 1а). С 2018 по 2022 гг. численность проживающих сократилась на 2,44 % и составила 801 человек, что свидетельствует о демографическом оттоке (рис. 1б).



Рисунок 1. Сухотское сельское поселение на спутниковом снимке (а) и численность населения за 2018-2022 гг. (б)

Кадастровым делением территории Моздокского района сформирован блок 15:01:23 «Сухотский», состоящий из массива 01, в границах которого располагается 12 кадастровых кварталов, из которых кадастровый квартал с кадастровым номером 15:01:2301009 является наибольшим (достоверно выявлено 63 земельных участка в его границах) (рис. 2а). При этом соотношение земельных участков с установленными границами к земельным участкам без установленной границы составляет 30,97 %, что свидетельствует о низком уровне полноты сведений ЕГРН в сельском поселении (рис. 2б).

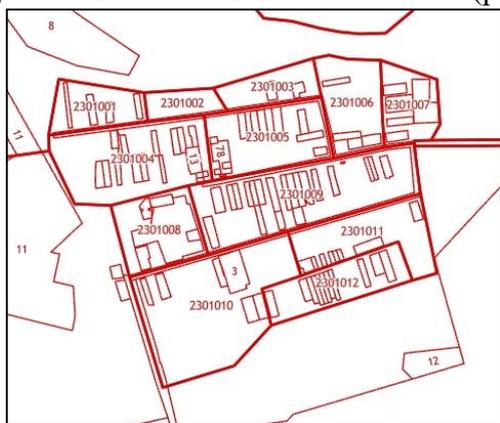


Рисунок 2. Кадастровое деление территории Сухотского СП (а) и оценка полноты сведений ЕГРН о земельных участках в 2022 году (б)

Всего в границах населенного пункта существует 310 земельных участков, 93,55 % из которых имеют вид разрешенного использования – личное подсобное хозяйство. Как известно, развитие населенного пункта напрямую связано с тремя показателями: демографией (прирост числа проживающих людей), экономикой (наличием в границах муниципального образования предприятий, способных обеспечить рабочие места) и налогами

(платежеспособностью собственников и пользователей (на праве аренды) земельными участками (и объектами капитального строительства), их частями).

Для Сухотского сельского поселения существует проблема по двум из трех приведенных выше показателей: демография (за последние 5 календарных лет наблюдается отток из числа проживающих людей) и взыскание индивидуально-безвозмездных выплат для формирования местного бюджета (расчет справедливого размера земельного налога).

Из 310 земельных участков 214 не имеют установленной границы, что не гарантирует факта установления справедливого размера как земельного налога, так и арендной платы за использование, и заведомо приводит к занижению величины фискального обременения. Это, с одной стороны, благоприятно сказывается на кошельках собственников (и пользователей), а с другой – снижает экономическую эффективность системы управления земельными ресурсами муниципального образования.

Если произвести расчет и определить приблизительную величину доходов бюджета от земельного налога, то можно сделать вывод, что местный бюджет пополняется, по нашим расчетам, от всей площади земель населенного пункта в размере 589 тыс. рублей ежегодно, а с учетом исключительно земель личного подсобного хозяйства (усадебного типа – классификатор 2.2), не менее 455 тыс. рублей ежегодно (табл. 1).

Таблица 1 – Расчет доходов местного бюджета от земельного налога на 1.01.2022 гг.

№	Объект	УПКС, руб./м ² [7]	Площадь земель ЛПХ	Кадастровая стоимость, руб.	Ставка в % к кадастровой стоимости [8]	Земельный налог, руб.
1	Нас. пункт	204,68	960000	196492800	0,3	589478,4
2	Земли к. 2.2	204,68	741500	151770220	0,3	455310,6

С учетом того, что более 69,03 % земельных участков личного подсобного хозяйства в границах сельского поселения не имеют установленной, в органе кадастрового учета, границы, показатели доходности местного бюджета будут заметно отличаться от приведенных в таблице 1. С учетом погрешности, доходы местного бюджета будут меньше на 9-12 % и составят около 518 и 384 тыс. рублей в год соответственно (т.е. снижение доходности составляет более 70 тыс. рублей в год).

Решение данной проблемы заключается в привлечении собственников незарегистрированных земельных участков к проведению процедуры постановки их на государственный кадастровый учет. Участие органов местной власти допустимо в случае предложения на замену индивидуальных кадастровых работ – комплексных, которые экономически выгодны для собственников земельных участков, организационно привлекательны для кадастровых инженеров.

В то же время, какими бы высокими не были доходы местного бюджета, без соответствующей динамики численности населения развитие сельского населенного пункта ставится под вопрос. Если рассматривать промежуток времени с 2012 по 2022 гг., то показатели численности проживающих составляют 784 и 801 человек соответственно за указанные календарные годы, что, напротив сведений рисунка 1б., свидетельствуют о приросте численности населения на 2,17 %.

Жилищная обеспеченность в 2018-2021 гг. по РСО-Алания равна 27,3 м² на человека [8], при этом в Сухотском СП составляет около 29,3 м² на человека (согласно нашим расчетам, при учете того, что застройка земельных участков ЛПХ в сельском поселении возможна на 30 % площади наделов по ПЗЗ). При этом с учетом потенциального прироста населения к 2030 году показатель жилищной обеспеченности снизится на 0,3 м² и составит 29,0 м². Т.е.

колебания незначительные, а жилищная обеспеченность превышает общереспубликанскую норму на 2 м² на человека.

Наиболее вероятными путями пространственного развития населенного пункта являются: расширение территории на юго-восток (земли сельскохозяйственного назначения) и восток (также земли первой из семи категорий земельного фонда) (рис. 3а). На запад, северо-запад и север территориальное развитие ограничивают: река Терек и приток реки Терек – ручей Курп (местность неровная, размытая водой и подверженная подтоплению) (рис. 3б).

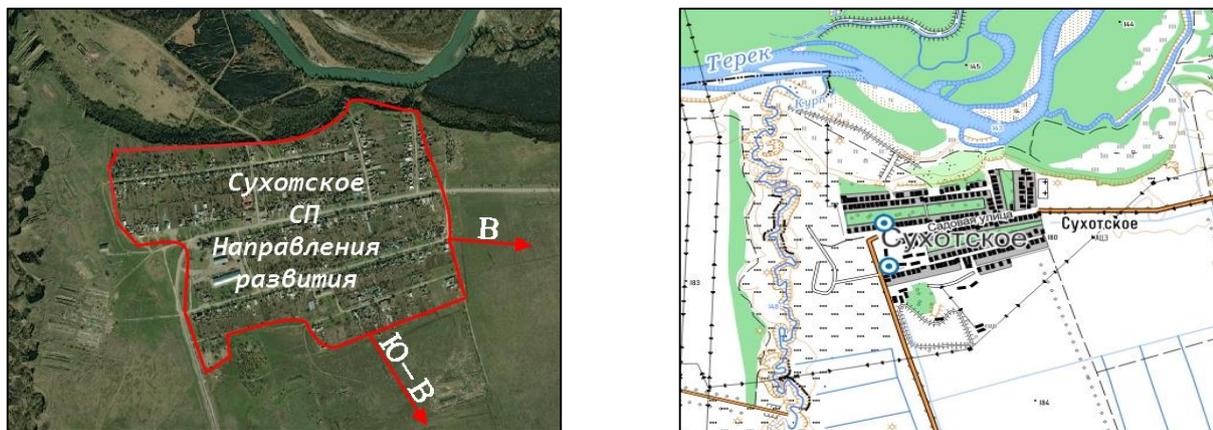


Рисунок 3. Вероятные направления пространственного развития Сухотского СП (а); фрагмент топографической карты Моздокского района РСО-Алания (б)

Развитие на восток и юго-восток будет сопровождаться созданием фондов перераспределения земель и выводом земель сельскохозяйственного назначения из оборота, трансформацией их в земли категории поселения. При средней площади кадастровых кварталов в черте поселения в 73,1 тыс. м², максимально разрешенной площадью земель личного подсобного хозяйства в 3,0 тыс. м² (согласно ПЗЗ Сухотского СП), формирование одного кадастрового квартала позволит образовать от 24,3 до 48 земельных участков классификатора 2.2 кадастровой стоимостью 14,9 млн. рублей и налоговой – 44,9 тыс. рублей ежегодно (табл. 2).

Таблица 2 – Расчет доходов местного бюджета от земельного налога за формируемый кадастровый квартал

№	Площадь земель ЛПХ, м ²	Общая площадь земель в границах квартала	Количество участков	Кадастровая стоимость, руб.	Земельный налог, руб.
1	1500	73150	48	14972342	44917,026
2	3000	73150	24,3		

Коэффициент к кадастровой стоимости при определении арендной платы за земли сельскохозяйственного назначения составляет 3,63, что соответствует арендной стоимости гектара земель, варьирующей от 2105 до 3086 рублей [9]. Таким образом, доходы местного бюджета от аренды земель сельскохозяйственного назначения, потенциально трансформируемых в земли поселений, находятся в границах от 15,3 до 22,5 тыс. рублей ежегодно (в среднем – 18947,15 рублей). Результаты проведенного исследования свидетельствуют о том, что освоение на юго-восточном направлении позволит повысить доходность местного бюджета в 2,3 раза (более чем на 26,0 тыс. рублей в год). С одной стороны, это повысит самодостаточность муниципального образования, экономическую эффективность системы управления земельными ресурсами сельского поселения, а с другой –

позволит сформировать новые земельные участки под застройку усадебными (жилими) домами.

Список источников

1. Басиева, Л. Ж. Региональное землеустройство: Учебно-методическое пособие по выполнению курсовой работы для студентов направления подготовки 21.03.02 "Землеустройство и кадастры" / Л. Ж. Басиева и другие. – Владикавказ: Горский ГАУ, 2021. – 48 с. – EDN QZPENV.
2. Пех, А. А. Оценка полноты сведений единого государственного реестра недвижимости в Дарг-Кохском сельском поселении Кировского района РСО-Алания в 2022 году / А. А. Пех и другие. // Современные проблемы и перспективы развития земельно-имущественных отношений: Сб. ст. по мат. IV Всеросс. н.-п. конф., Краснодар, 22 апреля 2022 года. – Краснодар: КубГАУ имени И.Т. Трубилина, 2022. – С. 250-254. – EDN ZKQEAD.
3. Пех, А. А. Перспективы территориального развития Ардонского городского поселения РСО-Алания / А. А. Пех и другие. // Перспективы развития АПК в современных условиях: Мат. 9-й Межд. н.-п. конф., Владикавказ, 20–24 апреля 2020 года. – Владикавказ: Горский ГАУ, 2020. – С. 91-93. – EDN SNILGT.
4. Рогова, Т. А. Оценка объектов недвижимости: Учебно-методическое пособие / Т. А. Рогова и другие. – Владикавказ: Горский ГАУ, 2020. – 44 с. – EDN UEPJJO.
5. Хугаева, Л. М. Социально-экономические предпосылки устойчивого развития сельских территорий в Правобережном районе Республики Северная Осетия-Алания / Л. М. Хугаева и другие. // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. – 2022. – № 2. – С. 110-115. – DOI 10.33920/sel-04-2202-05. – EDN LMNHEU.
6. Приложение 1 к постановлению Правительства Республики Северная Осетия-Алания от 13 октября 2020 года № 338.
7. Решение Собрании представителей Сухотского сельского поселения Моздокского района Республики Северная Осетия-Алания от 27 ноября 2019 г. N 19.
8. Министерство строительства и архитектуры РСО-Алания. Официальный сайт [Электронный ресурс]. URL: <http://minstroy-rsoa.ru/providing-affordable-and-comfortable-housing-and-communal-services-of-citizens-in-north-ossetia-alania.html>.
9. Постановление Правительства республики Северная Осетия-Алания от 15 марта 2016 года N 79. Официальный сайт [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/432980245>.

© Бесолова А.А., Салагаева А.А., Пех А.А., Басиева Л.Ж., 2022

Научная статья

УДК 632.914:632.92:632.4.01/.08

Применение картирования территорий в цифровых системах поддержки принятия решений

Константин Викторович Боровский, Ольга Игоревна Якушева, Александр Николаевича Рогожин, Мария Алексеевна Кузнецова
Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии (ФГБНУ ВНИИФ),
Московская область

Аннотация. За последние 30 лет производство картофеля в России сократилось более чем в 2 раза, а его урожайность остаётся на уровне в 2 - 3 раза ниже, чем в технологически развитых странах Западной и Восточной Европы. Это связано с целым комплексом факторов, но одной из основных причин является то, что данная культура является чрезвычайно сложной с

агрономической точки зрения, восприимчивой ко множеству болезней, многие из которых могут привести к существенной или даже полной потере урожая. Поэтому картофель предъявляет очень высокие требования к агрономической культуре производства и технологической дисциплине в хозяйствах. В статье рассматриваются возможности применений цифровых технологий в картофелеводческих хозяйствах для повышения культуры производства и эффективности защиты картофеля, в том числе с использованием результатов картирования территорий в цифровых системах поддержки принятия решений.

Ключевые слова: картирование, фитофтороз, альтернариоз, системы поддержки принятия решений (СППР), фунгициды, антирезистентные стратегии

Application of territory mapping in digital decision support systems

Konstantin Viktorovich Borovskiy, Olga Igorevna Yakusheva, Alexander Nikolaevich Rogozhin, Maria Alekseevna Kuznetsova

All-Russian Research Institute of Phytopathology,
Moscow region

Abstract. Over the past 30 years, potato production in Russia has decreased by more than 2 times, and its yield remains at the level of 2-3 times lower than in technologically developed countries of Western and Eastern Europe. This is due to a whole complex of factors, but one of the main reasons is that this crop is extremely complex from an agronomic point of view, susceptible to a variety of diseases, many of which can lead to a significant or even complete loss of yield. Therefore, potatoes place very high demands on the agronomic culture of production and technological discipline in farms. The article discusses the possibilities of using digital technologies in potato farms to increase the production culture and the effectiveness of potato protection, including using the results of mapping territories in digital Decision Support Systems.

Key words: mapping, late blight, early blight, decision support systems (DSS), fungicides, anti-resistance strategies

Применение цифровых систем для повышения эффективности защиты картофеля

Основными экономически значимыми болезнями картофеля, приводящими к наибольшему потерям урожая во всём мире, являются фитофтороз и альтернариоз. Одной из основных особенностей фитофтороза и альтернариоза является то, что в отличие от других патогенов (ризоктониоз, антракноз, фомоз, питиоз и т.д.), от фитофтороза и альтернариоза невозможно гарантированно защититься исключительно при помощи рутинных агротехнических приёмов на этапах подготовки к посадке и посадки - длинных схем севооборота, правильной подготовки почвы, использования здорового посадочного материала, предпосадочной и/или припосадочной обработки и т.д. В дополнение к вышеперечисленным мероприятиям для надёжной защиты от фитофтороза и альтернариоза необходимо проводить фунгицидные обработки в период вегетации растений.

Наибольшую сложность для агрономов представляет борьба с фитофторозом, что обусловлено особенностью данного патогена - его чрезвычайно высокой агрессивностью и патогенностью. Именно поэтому для борьбы с фитофторозом используются рутинные схемы защиты, основанные на регулярных превентивных фунгицидных обработках - обработки проводятся регулярно через определённые интервалы времени, при этом обработке подвергаются здоровые растения с целью недопущения их последующего заражения.

Рутинная схема защиты картофеля от фитофтороза подтвердила свою эффективность и в настоящий момент является отраслевым стандартом во всех промышленно развитых странах. Но несмотря на все преимущества, она обладает рядом недостатков, связанных с большим количеством фунгицидных обработок:

1. Высокая стоимость защитных мероприятий;

2. Большая пестицидная нагрузка на окружающую среду;
3. Снижение экологических характеристик выращиваемой продукции.

Для сокращения количества обработок и снижения негативного влияния рутинных схем защиты (при одновременном сохранении надёжности защиты картофеля) необходимо внедрять адаптивные подходы, базирующиеся на тщательном анализе всего комплекса биотических и абиотических факторов, влияющих на вероятность заражения растений и развития инфекционного процесса, в том числе:

1. Погодные и климатические условия;
2. Фенологическая фаза развития картофеля;
3. Устойчивость сорта;
4. Наличие/отсутствие источников фитофтороза на близлежащих полях;
5. Ранее проведённые обработки - сроки и использованные действующие вещества и т.д.

Таким образом, решение о проведении защитных обработок необходимо принимать при условии отсутствия на растениях симптомов болезни и прочих явных признаков рисков появления болезни, базируясь на анализе множества косвенных биотических и абиотических факторов.

Помимо даты проведения обработки, не менее важным вопросом для адаптивных схем является правильный выбор препарата. При выборе препарата необходимо учитывать:

1. Фенологическую фазу развития растения:
 - a. Для подбора действующего вещества с оптимальной мобильностью;
 - b. Для соблюдения санитарных ограничений;
2. Применение полива дождеванием - для выбора препаратов с допустимой устойчивостью к смыванию;
3. Все ранее проведённые обработки - для предотвращения формирования резистентности у патогена.

Всего при формировании адаптивных рекомендаций о проведении защитных мероприятий по защите картофеля необходимо учитывать около 15 факторов, свидетельствующих о рисках появления заболевания или развития инфекционного процесса. Именно поэтому внедрение адаптивных схем защиты картофеля является сложной технической задачей, требующей от агронома постоянного анализа множества факторов для принятия правильного решения.

В настоящий момент в решении этих задач агрономам помогают цифровые Системы Поддержки Принятия Решений (СППР), способные:

1. Осуществлять мониторинг фитосанитарной обстановки на поле в режиме 24/7;
2. Работать с внешними источниками информации и базами данных:
 - a. Метеорологические данные;
 - b. Данные дистанционного зондирования земли;
 - c. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешённых к применению на территории Российской Федерации;
 - d. Государственный реестр селекционных достижений и т.д.;
3. При помощи заложенных алгоритмов обрабатывать большой объём полученных данных для формирования научно обоснованных адаптивных рекомендаций.

По такому принципу работает разработанная в ФГБНУ ВНИИФ СППР по защите картофеля от фитофтороза и альтернариоза "Агродозор" - <https://agrodozor.ru/>. Практика показала, что использование данных технологий позволяет сократить количество защитных обработок в 1.5-2 раза без повышения риска заражения растений.

Картирование территорий

Для формирования максимально эффективных адаптивных программ защиты необходимо стремиться учитывать максимально возможное количество факторов, влияющих на фитосанитарную обстановку на поле, в том числе климатические особенности местности. Поэтому одним из важных элементов, используемых в современных СППР, должны являться

данные картирования территорий по рискам реинфекции патогенов - информация о естественном климатическом фоне и рисках реинфекции фитофтороза.

Для проведения картирования территорий необходимы:

1. Достоверные математические модели, позволяющие связать почвенно-климатические особенности региона с рисками реинфекции патогена и потерь урожая, включая:

a. Набор абиотических факторов, влияющих на развитие патогена;

b. Критически важные значения и комбинации данных факторов;

c. Влияние факторов на различных этапах развития растений и их распределение в течение вегетационного периода;

2. Данные метеорологических наблюдений за продолжительный период времени.

В 2017-2018 годах в ФГБНУ ВНИИФ была разработана модель, позволяющая оценить уровень потерь от фитофтороза на основе данных о погодных условиях, сложившихся в исследуемый сезон. Эта модель имеет следующий вид:

$$\omega_1 = 0,8 \times (2,37 + 0,48 a + 67 b); \text{ при } a > 8 \quad (1);$$

$$\omega_2 = 0,8 \times (0,95 a + 0,02); \text{ при } a \leq 8 \quad (2),$$

где:

ω - расчётный уровень потерь урожая картофеля от фитофтороза (%);

a - количество пятисуточных интервалов, благоприятных для реинфекции фитофтороза в вегетационный период;

b - доля таких интервалов в период быстрого роста ботвы (от смыкания ботвы в рядке до начала бутонизации) относительно их суммарного числа в течение всего сезона.

Пятисуточный интервал, благоприятный для реинфекции фитофтороза, вычисляется при помощи модуля ВНИИФ Блайт, как разница двух переменных y_1 и y_2 :

$$y_1 = -32,47 + 0,75x_1 + 0,41x_2 + 0,41x_3 + 0,27x_4 + 0,74x_5 + 0,30x_6 - 0,07x_7 - 0,16x_8 + 0,06x_9 + 0,01x_{10} + 2,88x_{11} + 1,98x_{12} + 1,98x_{13} + 1,79x_{14} + 0,53x_{15};$$

$$y_2 = -31,34 + 0,63x_1 + 0,37x_2 + 0,42x_3 + 0,22x_4 + 0,65x_5 + 0,24x_6 - 0,06x_7 - 0,15x_8 - 0,13x_9 + 0,15x_{10} + 4,88x_{11} + 3,55x_{12} + 3,34x_{13} + 2,50x_{14} + 2,29x_{15},$$

где:

x_1, x_2, \dots, x_5 - прогноз дневных (максимальных) температур воздуха в ближайшие 5 дней соответственно ($^{\circ}\text{C}$);

x_6, x_7, \dots, x_{10} - прогноз ночных (минимальных) температур воздуха в ближайшие 5 дней соответственно ($^{\circ}\text{C}$);

$x_{11}, x_{12}, \dots, x_{15}$ - прогноз осадков на ближайшие 5 дней (осадки ожидаются - 1, осадки не ожидаются - 0).

Период считается благоприятным для реинфекции фитофтороза в случае если $y_1 < y_2$.

Используя данную модель для анализа потерь от фитофтороза за длительный период времени можно определить средний уровень расчётных потерь от фитофтороза для данной местности. И таким образом определить зоны, обладающие различным уровнем рисков развития фитофтороза - провести картирование территорий. Причём картирование можно провести для различных интервалов времени и различных регионов.

Например:

В 2019-2020 годах в ФГБНУ ВНИИФ было проведено картирование территорий азиатской части РФ за период 2004-2018 (см.

Рисунок 1. Карта-схема расчётных потерь картофеля от фитофтороза

в азиатской части РФ в 2004-2018 годах).

Также был определён расчётный уровень потерь от фитофтороза на всей территории страны за отдельно взятый год (см. Рисунок 2. Карта схема расчётных потерь урожая картофеля от фитофтороза в РФ в 2019 году).

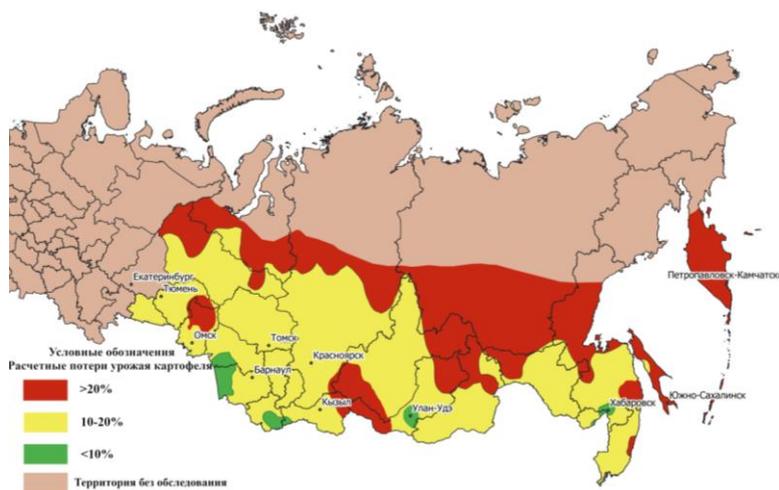


Рисунок 1. Карта-схема расчётных потерь картофеля от фитофтороза в азиатской части РФ в 2004-2018 годах

Анализ потерь урожая в азиатской части РФ, сделанный на основе данных метеорологических наблюдений за 15 лет, подтвердил, что разработанную методику можно использовать для картирования территорий. А сопоставление данных по расчётным потерям урожая в 2019 году с фактической урожайностью и количеством проведённых обработок на полях в различных регионах страны в этот год подтвердил достоверность разработанной модели. При моделировании использовались данные 315 метеорологических станций, в т.ч. 200 станций на азиатской части РФ.

При этом для получения более достоверных карт необходимо проанализировать больший временной интервал и использовать данные с большего количества метеорологических станций.

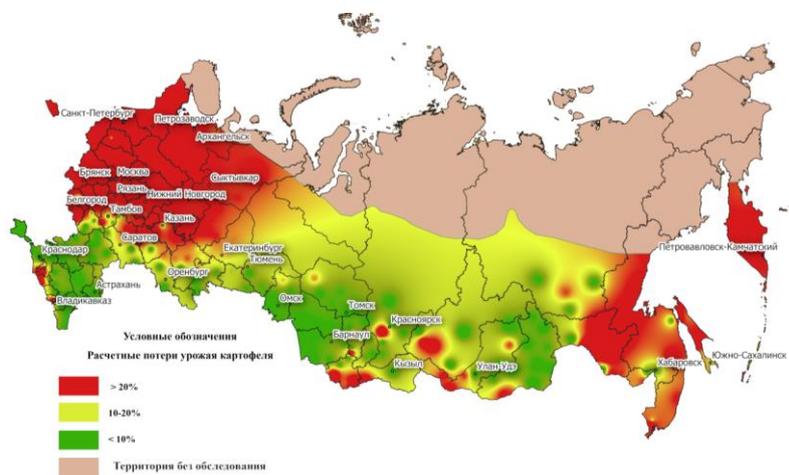


Рисунок 2. Карта-схема расчётных потерь урожая картофеля от фитофтороза в РФ в 2019 году

Использование большего массива исходных данных позволяет не только увеличить достоверность и точность карт, но и провести более детальную разбивку расчётных потерь урожая.

Заключение

Картирование территорий является важной задачей, способной повысить эффективность работы агрономических служб.

При этом основной задачей картирования является повышение точности работы цифровых СППР, а информация о климатических особенностях разных зон должна использоваться в математических алгоритмах, заложенных в системах. Таким образом региональные климатические особенности будут учитываться в результатах работы СППР.

Но в данном случае карты с результатами зонирования используются алгоритмами информационной системы и не видны конечным пользователям (агрономам). Вместе с тем, данные картирования территорий могут применяться не только для решения оперативных задач формирования адаптивных программ защиты, но для решения других агрономических задач стратегического и тактического уровня. Например:

1. Определение профиля картофелеводческого предприятия - продуктовый картофель, семенной или органический;
2. Целесообразность использования систем полива;
3. Определение нормативов складских запасов средств защиты растений (фунгицидов) и т.д.

Для того, чтобы предоставить агрономам эти возможности, результаты картирования территорий должны быть визуализированы. Например, представлены в СППР виде отдельных слоёв на карте.

Современные цифровые технологии позволяют решить все перечисленные выше задачи:

1. Провести картирование территорий;
2. Использовать результаты картирования в алгоритмах СППР;
3. Провести визуализацию результатов картирования для использования агрономами при решении задач тактического и/или стратегического планирования.

Список источников

1. H.Schepers. Epidemics and control of early and late blight, 2015 and 2016 in Europe/ H.Schepers, H.Hausladen, J.G. Hansen, B. Nielsen, I. Abuley, B. Andersson, ..., and P. Vanhaverbeke/ PAGV Spec. Rep., no. 18, pp. 11-32, 2017.
2. I.Y. Grichanov. Maps of areas and zones of harmfulness of potato and sunflower pests and diseases/ I.Y. Grichanov, V.I. Yakutkin, E.I. Ovsyannikova, M.I. Saulich/ Vestnik zashchity rastenii (Supplement), no. 21, pp. 1-63, 2017.
3. A.V. Filippov. A new approach to the design of the VNIIFBlight decision support system used in the potato late blight and early blight management practice/ A.V. Filippov, A.N. Rogozhin, M.A. Kuznetsova, T.I. Smetanina, V.N. Demidova, K.V. Borovsky, and V.M. Kononov/ PAGV-Spec. Rep., no. 18, pp. 67-76, 2017.
4. A. Filippov. Development and testing of a weather-based model to determine potential yield losses caused by potato late blight and optimize fungicide application"/ A. Filippov, M. Kuznetsova, A. Rogozhin, O. Iakusheva, V. Demidova, and N. Statsyuk/ Front. Agr. Sci. Eng., vol. 5, pp. 462-468, 2018, doi: 10.15302/J-FASE-2018239.
5. A. Filippov. Efficiency of a computerized decision support system as a tool to reduce fungicide input for the control of potato late blight/ A. Filippov, A. Rogozhin, M. Kuznetsova, N. Statsyuk, A. Ronis, H.W.B. Platt/ Zemdirbyste, 2015. T. 102. # 4, pp. 449-456. 2018, doi: 10.13080/z-a.2015.102.058
6. А.В. Филиппов. Сроки обработки картофеля для защиты от фитофтороза/ А.В. Филиппов, М.А. Кузнецова, А.Н. Рогожин/ Защита и карантин растений. 2005, №5, стр.30.
7. М.А. Кузнецова, Болезни картофеля/ Защита и карантин растений/ 2007, №5, стр.1-
8. М.А. Кузнецова. Мониторинг и изучение фитофтороза картофеля на территории РФ - картирование регионов РФ по степени угрозы развития эпифитотий и затратам на проведение защитных обработок картофеля/ М.А. Кузнецова, А.В. Филиппов, А.Н.Рогожин, Н.В.Стацок, В.Н.Демидова.../ Большие Вязёмы, ФГБНУ ВНИИФ 2019 г.
9. М.А. Кузнецова. Оценка риска развития эпифитотий фитофтороза картофеля на территории РФ в 2019-2020 гг с использованием цифровых технологий/ М.А. Кузнецова, О.И.

Якушева, А.Н. Рогожин, Н.В.Стацюк, К.В. Боровский, В.Н. Демидова/ Достижения науки и техники АПК. 2020. Т. 34. № 12. Стр.. 28-32. doi: 10.24411/0235-2451-2020-11204

10. Сайт Европейской ассоциации учёных и других специалистов по защите картофеля Евроблайт [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://agro.au.dk/forskning/internationale-platforme/euroblight/>;

11. Официальная статистика - сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство, Федеральная служба государственной статистики Российской Федерации [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://rosstat.gov.ru/enterprise_economy

© Боровский К.В., Якушева О.И., Рогожин А.Н., Кузнецова М.А., 2022

Научная статья
УДК 338.43

Развитие сельских территорий и создание бизнес-плана

**Наталья Алексеевна Бородина,
Екатерина Александровна Ходарева,
Анастасия Валерьевна Шевцова**
Донской государственной аграрный университет,
п. Персиановский

Аннотация. В статье рассматривается развитие сельских территорий России. Показаны условия и факторы, влияющие на сельское хозяйство. Особое внимание уделяется повышению производительности агропромышленного комплекса путем реализации государственных программ. Указаны примеры некоторых востребованных направлений деятельности. Описаны действия необходимые для создания и реализации бизнес-проекта.

Ключевые слова: сельское хозяйство, сельские территории, бизнес-план, АПК, агропромышленный комплекс, КФХ, крестьянско-фермерское хозяйство

Development of rural areas and creation of a business plan

**Natalia Alekseevna Borodina,
Ekaterina Alexandrovna Khodareva,
Anastasia Valerievna Shevtsova**
Donskoy State Agrarian University,
Persianovsky

Abstract. The article discusses the development of rural areas in Russia. The conditions and factors influencing agriculture are shown. Particular attention is paid to increasing the productivity of the agro-industrial complex through the implementation of state programs. Examples of some popular areas of activity are indicated. The actions necessary for the creation and implementation of a business project are described.

Key words: agriculture, rural areas, business plan, agroindustrial complex, agro-industrial complex, peasant farming, peasant farming

В современном мире сельские территории являются важным элементом жизни нашей страны, которые обладают мощным природным, демографическим, экономическим, историческим и культурным потенциалом и при их рациональном использовании могут обеспечить устойчивое развитие многих отраслей, полную занятость, высокий уровень и качество жизни сельского населения.

Российское сельское хозяйство одно из крупнейших в мире и включает в себя растениеводство (земледелие) и животноводство. Их активизация и использование во многом определяет темпы развития того или иного региона. Поэтому сельские территории необходимо развивать для увеличения производства не только сельскохозяйственной продукции, но и для роста валового продукта в целом.

Главной особенностью сельского хозяйства является то, что это практически единственная отрасль хозяйства, которая зависит от условий природной среды. Природные условия нашей страны очень разнообразны, и поэтому для сельского хозяйства характерна зональная специализация.

В настоящее время на территории Российской Федерации реализуются множество государственных программ, призванных увеличить количество фермерских хозяйств и привлечь молодых специалистов работать на селе, что повысит производительность агропромышленного комплекса. Особое внимание уделяется созданию новых ферм и увеличению количества и доли КФХ в агропромышленном комплексе.

В каждом регионе оказывается помощь гражданам в открытии своего дела на селе и ведении бизнеса. Для этих целей созданы центры компетенций. В них можно обратиться, для получения ответов на интересующие вопросы об открытии бизнеса и для решения проблем работающих ферм, а также получить юридическую и материальную помощь [1]. Например, поддержка государства осуществляется для начинающих фермеров в виде получения гранта «Агростартап». Средства гранта можно использовать [5]:

- на приобретение и аренду земли сельскохозяйственного назначения;
- на формирование проектно-сметной документации;
- на приобретение, строительство, ремонт, и переустройство производственных и складских зданий, помещений для производства, хранения и переработки сельскохозяйственной продукции;
- на подключение к электрическим, водо-, газо- и теплопроводным сетям;
- на приобретение сельскохозяйственных животных (кроме свиней) и птицы, рыбопосадочного материала;
- на приобретение сельскохозяйственной техники, грузового автотранспорта, специального автотранспорта для транспортировки сельскохозяйственной;
- на приобретение посадочного материала для закладки многолетних насаждений;
- на погашение основного долга по кредитам, но не более 20 % стоимости проекта.

На сегодняшний день в связи с импортозамещением, развитием рынка сбыта и информационных технологий существует много новых и востребованных направлений деятельности в сельском хозяйстве [2]. Перечислим некоторые из них [6]:

1. Агротуризм - посещение сельской местности или небольших по численности городов, в целях отдыха, знакомства с традиционным укладом жизни, деятельностью сельскохозяйственных товаропроизводителей и участия в сельскохозяйственных работах без материальной выгоды с возможностью временного размещения, организации досуга и экскурсионных услуг.

2. Пчеловодство - отрасль сельского хозяйства, которая занимается разведением, содержанием и использованием пчел для производства продуктов пчеловодства и опыления растений. Стоимость дополнительной продукции, получаемой производителями в результате опыления растений пчелами, часто в 10–12 раз превышает доходы, получаемые от реализации прямой продукции пчеловодства.

3. Выращивание и продажа рассады - характеризуется минимальными вложениями и высокой прибылью. В данном бизнесе на прибыль влияет сезонность, поэтому необходимо запускать бизнес перед началом посадочного сезона для быстрого старта и окупаемости вложений.

4. Производство молока - один из основных видов деятельности на селе, который всегда пользуется спросом. Из молока можно произвести сметану, творог, кефир и различные

кисломолочные продукты. При правильной организации молочное производство достаточно прибыльное.

5. Выращивание кур - также один из прибыльных видов бизнеса на селе, так как для их разведения не нужно много земли, а достаточно пары соток, чтобы построить курятник и загон для выгула птицы. Вложения быстро окупятся, потому что мясо и яйца птицы покупает практически каждый россиянин.

Чтобы начать свой бизнес, нужно иметь земельный участок в собственности или арендовать его. На основании права собственности на землю или документов об аренде земельного участка уже можно оформить либо статус личного подсобного хозяйства (ЛПХ), либо крестьянское (фермерское) хозяйство (КФХ), стать индивидуальным предпринимателем (ИП) или открыть юридическое лицо. Выбор зависит от масштабов планируемого бизнеса, от того, что вы хотите производить и кому поставлять [3].

Бизнес-план - это подробное описание будущего предприятия, в котором четко прописываются цели, источники финансирования и показатели, которые должны быть достигнуты в результате реализации проекта. Бизнес-план обязательно должен содержать [4]:

- резюме проекта - краткое описание с основными показателями (вид деятельности, срок реализации, источники финансирования, финансовые показатели, возможные меры поддержки от государства);
- информацию об инициаторах проекта;
- сущность проекта - местонахождение, описание технологии производства продукции и готовой продукции с расчетом себестоимости;
- анализ конкурентов и отрасли в целом;
- анализ рынка сбыта продукции с расчетом его примерной емкости;
- маркетинговую стратегию продвижения продукции на рынке;
- организационный план реализации проекта - план-график от идеи до старта производства и выхода на проектную мощность;
- финансовый план - план расходов, план доходов, бюджет доходы/расходы и т.д.

Таким образом, сельское хозяйство является постоянно развивающейся многоотраслевой частью экономики России. Для его дальнейшего усовершенствования государству необходимо поддерживать уже существующие хозяйства и способствовать реализации новых бизнес-проектов, которые позволят обеспечить сельское население регионов достаточной занятостью, высоким уровнем заработной платы, что приведет повышению их жизненного уровня.

Список источников

1. Артамонов, А.Д. Политика развития сельских территорий России: поселения XXI века / А.Д. Артамонов, О.И. Бетин, А.В. Гордеев – Тамбов: Изд-во «Юлиус», 2005. – 245 с.
2. Бородина, Н.А. Совершенствование бизнес-процессов на сельскохозяйственных предприятиях / Н.А. Бородина, Р.Г. Алиев // В сб.: Современное состояние и приоритетные направления развития аграрной экономики в условиях импортозамещения. матер. междунар. науч.-практ. конф. - 2017. - С. 68-71.
3. Козлов, В.В. Методические рекомендации по разработке планов и программ устойчивого развития сельских территорий. /А.В. Мерзлов – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2005. – 203 с.
4. Меренкова И.Н. Устойчивое развитие сельских территорий: теория, методология, практика / В.В. Козлов, И.Н. Меренкова. - Воронеж: ГНУ НИИЭОАПК ЦЧР России, 2011. - 302 с.
5. Меренкова, И.Н. Развитие агробизнеса на сельских территориях / И.Н. Меренкова, О.Ю. Савенкова. - Липецк-Тамбов: Изд-во Першина Р.В., 2010. - 159 с.
6. Скульская, Л.В. Современные условия развития сельских территорий России / Л.В. Скульская, Т.К. Широкова // Научные труды: Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН. – 2015. – №13.

Цифровизация сельского хозяйства в Ростовской области

Наталья Алексеевна Бородина

Донской государственный аграрный университет,
п. Персиановский

Аннотация. В статье рассматриваются возможности повышения эффективности предприятий сельского хозяйства путем внедрения цифровых технологий. Описаны цифровые технологии, которые предполагается внедрять в Ростовской области. Особое внимание уделяется повышению производительности агропромышленного комплекса путем реализации проекта «Цифровое сельское хозяйство». Указаны примеры некоторых востребованных направлений деятельности в регионе, подготовки специалистов для АПК, владеющих IT-инструментами на базе научно-образовательных центров.

Ключевые слова: сельское хозяйство, АПК, цифровая трансформация, данные, интеллектуальные системы, геоинформационная система, сельскохозяйственные IT-технологии

Digitalization of agriculture in the Rostov region

Natalia Alekseevna Borodina

Don State Agrarian University,
Persianovsky

Abstract. The article discusses the possibilities of increasing the efficiency of agricultural enterprises through the introduction of digital technologies. Digital technologies that are supposed to be implemented in the Rostov region are described. Particular attention is paid to improving the productivity of the agro-industrial complex through the implementation of the Digital Agriculture project. Examples of some popular areas of activity in the region, training of specialists for the agro-industrial complex, owning IT tools on the basis of scientific and educational centers are indicated.

Key words: agriculture, agro-industrial complex, digital transformation, data, intelligent systems, geoinformation system, agricultural IT technologies

Цифровизация сельского хозяйства необходима для повышения эффективности и устойчивости его функционирования путем кардинальных изменений качества управления как технологическими процессами, так и процессами принятия решений на всех уровнях иерархии, базирующихся на современных способах производства и дальнейшего использования информации о состоянии и прогнозировании возможных изменений управляемых элементов и подсистем, а также экономических условий в сельском хозяйстве.

Однако отечественные производители сельскохозяйственной продукции и продовольствия вследствие длительного отсутствия условий для инвестиций и сложившегося на текущий момент времени низкого уровня обеспеченности современными информационными технологиями отстают от сельскохозяйственных производителей стран с развитым АПК в таких значимых показателях, как производительность труда, урожайность и др.

В Ростовской области созданы предпосылки для более активной цифровизации АПК. При этом пока инвестиции аграриев в IT-решения не превышают 250 млн руб. в год. По мнению экспертов и представителей отрасли, изменить ситуацию смогут реализация профильных федеральных и региональных программ, активность отечественных предприятий в разработке

новых систем, повышение уровня информированности и образованности средних и мелких сельхозпроизводителей.

В 2019 году Министерство сельского хозяйства России презентовало проект «Цифровое сельское хозяйство». Среди целей проекта — удвоение производительности труда в хозяйствах благодаря внедрению цифровых технологий и платформенных решений, увеличение эффективности господдержки цифровизации отрасли, обеспечение взаимодействия федеральных органов власти в сфере передачи на платформу «Цифровое сельское хозяйство» данных о сельхозземлях, а также создание системы подготовки специалистов для АПК, владеющих ИТ-инструментами.

Согласно целевым показателям проекта «Цифровое сельское хозяйство», в общей структуре инвестиций предприятий АПК доля затрат на внедрение «умных» решений должна составлять сейчас не менее 7 %.

Например, в Ростовской области в прошлом году, по данным правительства региона, аграрии инвестировали в развитие 34,6 млрд руб. Это довольно скромно в сравнении с другими инвестиционными статьями. Работа по цифровой трансформации отрасли, которую проводит в последние годы донское правительство, призвана сделать вложения аграриев в «цифру» более серьезными.

С точки зрения внедрения цифровой трансформации сельское хозяйство в РФ - достаточно инертная отрасль. Например, по данным Фонда интернет-инициатив, в растениеводстве цифровизация охватывает не более 10 % посевных площадей, процент агропредприятий, активно использующих ИТ, не превышает 10 % от общего количества. Для сравнения: в США и странах Европы этот показатель намного больше — 60-80 %, по данным Института комплексных стратегических исследований.

Правительством РФ подписано распоряжение о стратегическом направлении цифровой трансформации агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов РФ до 2030 года. В числе технологий, которые предполагается внедрять, указаны моделирование и прогнозирование, «цифровые двойники», искусственный интеллект (ИИ, в том числе машинное обучение и компьютерное зрение), интернет вещей, беспилотные летательные аппараты (БПЛА) и беспилотная сельхозтехника, робототехнические решения, Big Data, спутниковые системы связи и позиционирования. При этом особый упор — на использование отечественных решений: их доля в цифровизации АПК должна увеличиться в четыре раза. В итоге такая доля в зависимости от сложности разработки и ее стратегической значимости для отрасли и страны должна составлять от 50 % до 100 %.

Цифровая трансформация сельского хозяйства – это изменения с применением цифровых технологий и их интеграцией во все сферы сельского хозяйства. Это переход от физических к цифровым процессам. Цифровая трансформация АПК в регионе активно идет на двух уровнях. Параллельно с применением решений в самих компаниях в сфере государственного управления все шире используются мониторинг земель сельхозназначения, электронный документооборот и оказание поддержки бизнесу в электронном виде. Создана цифровая платформа, которая позволяет накапливать данные, включая результаты агрохимического обследования почв (на наличие гумуса, фосфора, калия и т.д.). К 2024 году можно будет увидеть основной практический эффект от этого шага, который будет заключаться в выявлении оптимальных управленческих решений, касающихся использования земли, обработки почв, севооборота [1]. Искусственный интеллект определит, какая система и в каком году показала наилучший результат.

На Дону для внедрения интеллектуальных систем определяются принципы использования искусственного интеллекта в сельском хозяйстве региона – это сложная задача. Некоторые элементы искусственного интеллекта в Ростовской области были созданы еще в 2013 году и уже доказали свою эффективность [2]. Речь идет о геоинформационной системе мониторинга земель сельскохозяйственного назначения.

Система позволяет с помощью спутниковых технологий осуществлять мониторинг сева озимых и яровых культур, их состояния, выявлять неиспользуемые земли

сельскохозяйственного назначения и обеспечивать агропредприятия необходимой информацией. Проще говоря, донские фермеры получили шанс увеличить урожайность своих полей. Проанализировав информацию, хозяйственник сможет повысить показатели, применив, например, другие удобрения.

Спутниковый мониторинг полей помогает выявлять различные отклонения и оперативно реагировать на них. По световому и цветовому спектру проводится анализ состояния культур. В ГК «Прогресс Агро» начали масштабный переход на дифференцированное внесение минеральных удобрений. Для этого провели исследования, на основании которых составили карты полей. Их загрузили в информационную систему. Тестовые испытания полностью оправдали ожидания. А внедрение автоматической системы по управлению растениеводством (АСУР) позволило систематизировать работу. АСУР, за счет оперативного и достоверного информирования, способствует скорейшему принятию управленческих решений на всех уровнях.

В регионе в рамках проекта по цифровизации АПК создана геоинформационная система мониторинга полей. Для оцифровки их контуров используются снимки из космоса. Система содержит информацию более чем о 80 тыс. полей региона. Кроме того, стратегия цифровой трансформации экономики региона предусматривает, что к 2023 году количество сельскохозяйственной техники, оснащенной системами спутникового мониторинга, вырастет на треть — с 5,3 тыс. машин до 7 тыс.

Геоинформационная система позволяет контролировать сев озимых и яровых культур, оценивать состояние посевов по индексу NDVI (от англ. Normalized difference vegetation index — нормализованный вегетационный индекс, числовой показатель качества и количества растительности на участке поля), выявлять случаи сжигания стерни, неиспользуемые земли сельхозназначения и т.д.

В геоинформационную систему внедрен модуль «Личный кабинет», который позволяет агрономам прямо в поле вносить данные о состоянии посевов. Выгоду от использования цифровой технологии получают все. С одной стороны, министерство обладает актуальными данными о состоянии сельхозугодий в регионе, и теперь чиновникам не нужно поднимать бумажную отчетность и выезжать в поля. С другой стороны, предприниматели, фиксируя данные, создают электронную базу по всем своим участкам. С ее помощью можно проводить аналитику и более эффективно выстраивать рабочие процессы.

В Ростовской области региональные власти, научные центры и агрохолдинги также озаботились развитием сельскохозяйственных IT-технологий [3]. Ставится задача, чтобы часть работ выполнялась машинами без участия человека. В июле на уборку зерновых в Песчанокопском районе Ростовской области впервые в России вышли построенные на Дону два беспилотных комбайна. Однако для управления роботизированной техникой требуются не только IT-программы, но и специалисты, которые разбираются в АПК и технологиях искусственного интеллекта.

В августе 2021 года губернатор Дона Василий Голубев утвердил Региональную стратегию в области цифровой трансформации отраслей экономики, социальной сферы и госуправления. Срок действия стратегии - до 2024 года. Среди ключевых проблем АПК, которые призвана решить цифровизация, указан «дефицит высококвалифицированных кадров».

Для цифровизации сельского хозяйства в Ростове-на-Дону в прошлом году был открыт Южный научно-образовательный центр, который объединил 14 университетов, восемь научных организаций и около 30 индустриальных предприятий Юга, Северного Кавказа и Центральной России. Кроме того, в опорном университете региона появился уникальный на юге России учебный класс «Современное сельское хозяйство». Он рассчитан на 50 слушателей.

Осуществить потребность в фермерах новой формации – профессионально владеющих цифровыми технологиями, имеющих экспортоориентированные цели помогут образовательные программы для фермеров и желающих ими стать. В Ростовской области стартовал федеральный образовательный проект «Школа фермера», реализуемый совместно

областным минсельхозпродом, Россельхозбанком и Донским государственным аграрным университетом при поддержке Министерства сельского хозяйства России. Аграриев из Ростовской области пригласили получить профессиональные знания в «Школе фермера». Обучение в «Школе фермера» будет проводиться бесплатно по двум наиболее востребованным в регионе направлениям: сельскохозяйственная потребительская кооперация, организация и функционирование крестьянского (фермерского) хозяйства в современных условиях по профилю – молочное животноводство. В 2022 году выбрали актуальное для региона направление обучения - сельский агротуризм.

Занятия в «Школе фермера» будут проходить на базе Донского ГАУ. Лекции ведут преподаватели из вуза, предприниматели из разных сфер бизнеса, представители Россельхозбанка и госструктур, например, Минсельхоза и налоговых служб.

Совместно со специалистами Россельхозбанка определены также площадки для практических занятий - наиболее «продвинутые» и технологичные хозяйства, использующие самое современное оборудование и самые современные способы организации производства. Образовательный проект «Школа фермера» получит дальнейшее развитие на региональном уровне. На основании базового курса и с учетом полученного при его реализации опыта университет разработает дополнительную программу, связанную с ключевыми трендами АПК, цифровизацией, применением искусственного интеллекта в сельском хозяйстве.

Решение проблем, препятствующих цифровизации сельского хозяйства, является частью общенациональной задачи комплексного развития сельских территорий, включающей в себя необходимость разработки (с учетом пространственного развития страны) схемы размещения и специализации агропромышленного производства, которая в качестве основы должна иметь многоуровневое интегрированное информационное пространство, основанное на современных цифровых технологиях.

Мы ожидаем, что результатом решения выполняемых задач будет прорыв во внедрении высоких технологии в российском АПК – это обеспечит его цифровую трансформацию, позволит значительно повысить его эффективность и качество.

Список источников

1. История с трансформацией - URL: <https://www.kommersant.ru/doc/5436404> – Коммерсантъ Ростов-на-Дону.

2 В АПК Дона будут использовать искусственный интеллект и роботов - URL: <https://rg.ru/2020/09/29/reg-ufo/v-apk-dona-budut-ispolzovat-iskusstvennyj-intellekt-i-robotov.html>.

3 Бородина, Н.А. ИТ-решения в агропромышленном комплексе / Н.А. Бородина, С.В. Подгорская // В сб.: Современное состояние и приоритетные направления развития аграрного образования и экономики предприятий. Матер. междунар. науч.-практ. конф. - пос. Персиановский, 2021. - С. 184-187.

© Бородина Н.А., 2022

Корреляционный анализ в задаче оценки энергии активации миокарда учащихся средних и старших классов в результате физических нагрузок

Валерий Николаевич Буйлов¹, Антон Валериевич Косарев¹, Наталья Александровна Иванова^{1,2}, Светлана Валентиновна Чумакова¹, Надежкина Мария Владимировна², Воробьева Алена Михайловна²

¹ Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов

²Медико-биологический лицей, г. Саратов

Аннотация. Работа посвящена оценке энергии активации миокарда в условиях физических нагрузок 6-11 классов средней школы. Данная величина оценивалась в рамках подхода Аррениуса, при этом входящими параметрами являлись температура и пульс до и после нагрузок. Установлено, что с повышением возраста энергия активации миокарда возрастает, так же большее значение этой величины соответствует девушкам, чем юношам. Установлена тесная корреляция по Спирмену между возрастом, весом и энергией активации миокарда.

Ключевые слова: физические нагрузки, корреляция, вес, возраст, энергия активации, миокард

Correlation analysis in the task of assessing the activation energy of the myocardium of middle and high school students as a result of physical exertion

Anton Valerievich Kosarev¹, Natalia Aleksandrovna Ivanova^{1,2}, Svetlana Valentinovna Chumakova¹, Nadezhkina Maria Vladimirovna², Vorobeveva Alena Michailovna²

¹ Saratov State University of genetics, biotechnology and engineering
named after N.I. Vavilov, Saratov

² Medical and Biological Lyceum, Saratov

Abstracts. The work is devoted to the assessment of the activation energy of the myocardium in the conditions of physical activity of grades 6-11 of secondary school. This value was estimated within the framework of the Arrhenius approach, while the input parameters were temperature and pulse before and after loads. It was found that with increasing age, the activation energy of the myocardium increases, as well as a greater value of this value corresponds to girls than boys. A close Spearman correlation between age, weight and myocardial activation energy has been established.

Keywords: physical activity, correlation, weight, age, activation energy, myocardium

Кинематика сердечного ритма учащихся является одним из основных факторов, определяющих физиологические аспекты интенсивности и эффективности учебного процесса на уроках физкультуры, технологии, а также занятиях, связанных с повышенной физической активностью [6]. Известно, что выработка молочной кислоты в мышцах в условиях физической нагрузки практически сразу же вызывает за собой увеличение частоты сердечных сокращений, причем чем более натренированы мышечные волокна, тем большее количество времени проходит между активацией мышцы и выработкой молочной кислоты [1]. При этом объем кровообращения линейно зависит от потребления кислорода в условиях физических нагрузок [2]. Важным механизмом мотора сердца является актин-миозиновый мотор, определяющий упорядоченность мышечных волокон и их активацию при нагрузках [3]. Отмечается, что использование неустойчивых поверхностей на тренировках приводят к

большей величине энергии активации сердечной мышцы, чем применение устойчивых поверхностей [4].

Цель нашей работы – определить энергию активации миокарда учащихся в ходе выполнения физических нагрузок и изучить ее зависимость от возраста и массы [7].

Для достижения поставленной цели решены следующие задачи:

1) определена энергия активации миокарда после выполнения комплекса физических упражнений учащимися;

2) проведен корреляционный анализ зависимости энергии активации от возраста и веса.

Методика исследования. Учащиеся измеряли температуру и пульс с помощью термометра и секундомера до и после выполнения физических упражнений на уроке физкультуры. Выполняемые учащимися упражнения были направлены на интенсификацию работы миокарда. Энергия активации миокарда определялась с помощью соотношения Аррениуса:

$$E_a = \frac{RT_1T_2}{T_2 - T_1} \ln \frac{w_2}{w_1}, \quad (1)$$

R-универсальная газовая постоянная, T₁, T₂ – температура до и после выполнения упражнений; w₂, w₁– значения частоты пульса сердечных сокращений.

Результаты и обсуждение. Исследования проводились на результатах по учащимся 6-11 классов в возрастном интервале 12-17 лет отдельно для девушек и юношей. Для величин возраста, энергии активации и веса энергии активации и возраста были определены параметры описательной статистики: среднее арифметическое, среднемедианное, минимальное, максимальное, а также стандартное среднеквадратичное отклонение среднеквадратичное отклонение мужской и женской групп [7]. Их значения приведены на рис. 1 и 2 соответственно.

Variable	Descriptive Statistics (boys)					
	Valid N	Mean	Median	Minimum	Maximum	Std.Dev.
age	6	14,50000	14,50000	12,00000	17,00000	1,870829
Eact, MJ/mol	6	1,73167	1,67000	1,10000	2,53000	0,541458
weight, kg	6	45,33333	45,00000	41,00000	51,00000	3,777124

Рисунок 1. Показатели описательной статистики для мужской группы

Variable	Descriptive Statistics (girls)					
	Valid N	Mean	Median	Minimum	Maximum	Std.Dev.
Age	6	14,50000	14,50000	12,00000	17,00000	1,870829
Eact, MJ/mol	6	1,73167	1,67000	1,10000	2,53000	0,541458
Weight, kg	6	45,33333	45,00000	41,00000	51,00000	3,777124

Рисунок 2. Показатели описательной статистики для женской группы

Для оценки нормальности распределения соотношения между энергией активации и возрастом нами применялся критерий Пирсона [7]. На рис 3 (центральный фрагмент) распределена данная зависимость. Уравнение этой прямой представлено в верхней части рис.3. Прямая на графике зависимости между этими факторами служит мерой нормальности их распределения: наличие точек, выходящих из области между пунктирными асимптотами и прямой указывает на несоответствие взаимосвязи признаков критерию нормального распределения. Диаграммы распределения указанных признаков относительно кривой нормального распределения показаны сверху и справа на рис.3. Как видно, столбцы диаграмм расположены приблизительно симметрично к кривой нормального распределения. На основании этого заключаем, что распределение между энергией активации и возрастом для мужской группы соответствует Гауссовой.

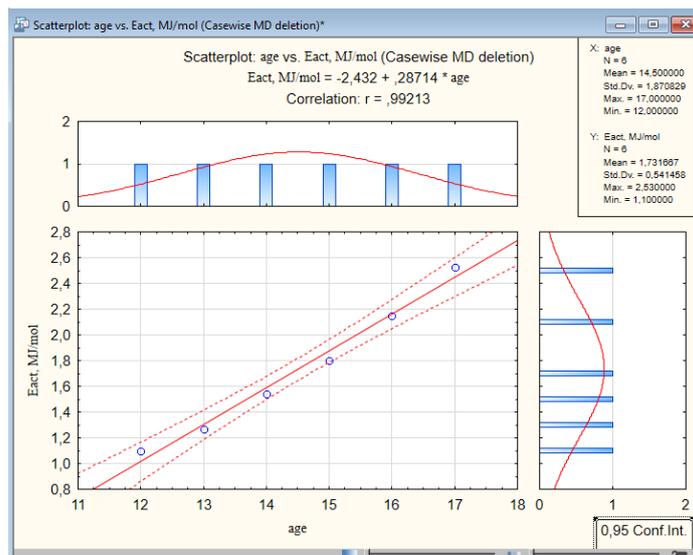


Рисунок 3. Выполнение критерия Пирсона к зависимости энергии активации от возраста для мужской группы

Аналогичное распределение в женской группе имеет асимметрию влево (рис.4).

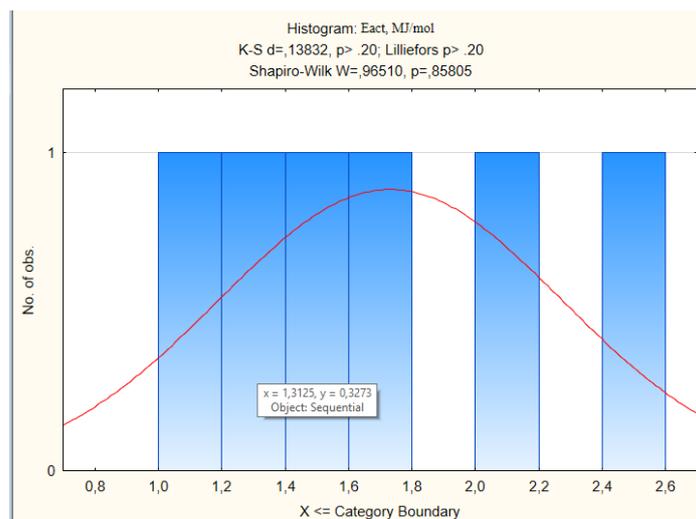


Рисунок 4. Применение модели Гаусса к зависимости энергии активации от возраста для женской группы

Correlations (boys)					
Marked correlations are significant at $p < ,05000$					
N=6 (Casewise deletion of missing data) CumulativePe					
Variable	Means	Std.Dev.	Eact, MJ/mol	weight, kg	age
Eact, MJ/mol	1,73167	0,541458	1,000000	0,982485	0,992127
weight, kg	45,33333	3,777124	0,982485	1,000000	0,962307
age	14,50000	1,870829	0,992127	0,962307	1,000000

Рисунок 5. Критерий Спирмена для корреляции «энергия активации миокарда- возраст» для мужской группы

Correlations (girls)					
Marked correlations are significant at $p < ,05000$					
N=6 (Casewise deletion of missing data)					
Variable	Means	Std.Dev.	Eact,MJ/mol	Age	Weight,kg
Eact,MJ/mol	1,73167	0,541458	1,000000	0,992127	0,982485
Age	14,50000	1,870829	0,992127	1,000000	0,962307
Weight,kg	45,33333	3,777124	0,982485	0,962307	1,000000

Рисунок 6. Критерий Спирмена для корреляции «энергия активации миокарда- возраст» для женской группы

Построенная матрица корреляции между энергией активации миокарда и возрастом показала наличие корреляционной взаимосвязи между данными параметрами, причем коэффициенты парной корреляции статистически значимы для уровня погрешности $p < 0,05$ (рис. 5, 6). Для оценки силы корреляционной связи между указанными признаками применялся ранговый критерий Спирмена. Расчет по данной модели указывает на наличие заметной корреляционной связи между признаками (рис.7,8).

Оптимальные соотношения возраста, веса и минимальной энергии активации миокарда наблюдаются для мужской группы в возрастном диапазоне 16-17 лет, в весовой категории 45-50 кг и энергии активации 2,2-2,4 МДж/моль (рис.9,10).

Spearman Rank Order Correlations (boys)					
MD pairwise deleted					
Marked correlations are significant at $p < ,05000$					
Pair of Variables	Valid N	Spearman R	t(N-2)	p-value	
age & age	6	1,000000			
age & Eact, MJ/mol	6	1,000000			
age & weight, kg	6	0,942857	5,659453	0,004805	
Eact, MJ/mol & age	6	1,000000			
Eact, MJ/mol & Eact, MJ/mol					
Eact, MJ/mol & weight, kg	6	0,942857	5,659453	0,004805	
weight, kg & age	6	0,942857	5,659453	0,004805	
weight, kg & Eact, MJ/mol	6	0,942857	5,659453	0,004805	
weight, kg & weight, kg					

Рисунок 7. Критерий Спирмена для корреляции «энергия активации миокарда-от возраста для мужской группы

Spearman Rank Order Correlations (girls)					
MD pairwise deleted					
Marked correlations are significant at $p < ,05000$					
Pair of Variables	Valid N	Spearman R	t(N-2)	p-value	
Age & Eact, MJ/mol	6	1,000000			
Age & Weight	6	0,942857	5,659453	0,004805	
Age & Age					
Eact, MJ/mol & Eact, MJ/mol					
Eact, MJ/mol & Weight	6	0,942857	5,659453	0,004805	
Eact, MJ/mol & Age	6	1,000000			
Weight & Eact, MJ/mol	6	0,942857	5,659453	0,004805	
Weight & Weight					
Weight & Age	6	0,942857	5,659453	0,004805	

Рисунок 8. Критерий Спирмена для корреляции «энергия активации миокарда- от возраста для женской группы

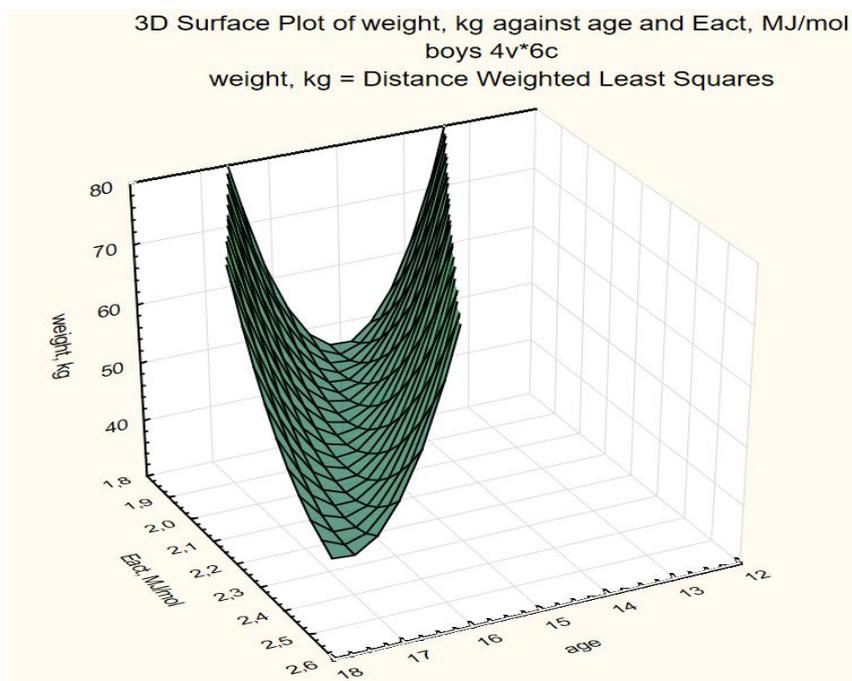


Рисунок 9. Соотношение «возраст-вес-энергия активации миокарда» для мужской группы

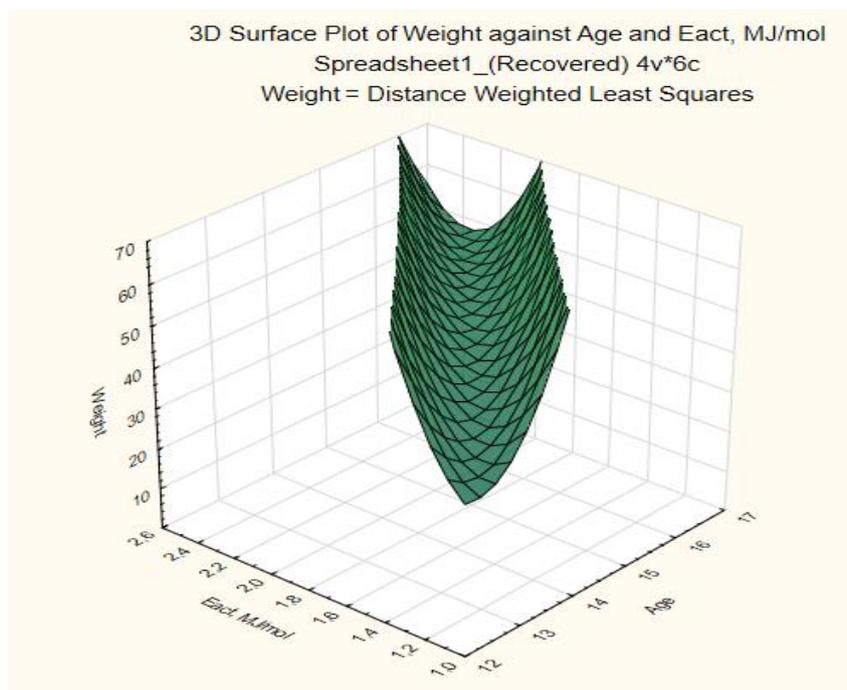


Рисунок 10. Соотношение «возраст-вес-энергия активации миокарда» для женской группы

Также нами была исследована множественная регрессия между рассматриваемыми характеристиками при независимом параметре «возраст» и зависимых параметрах «вес» и «энергия активации». Полученный коэффициент регрессии b^* характеризуется статистической значимостью с вероятностью $p=0,008$, меньшей, чем вероятность ошибки принятия нулевой гипотезы ($p=0,05$).

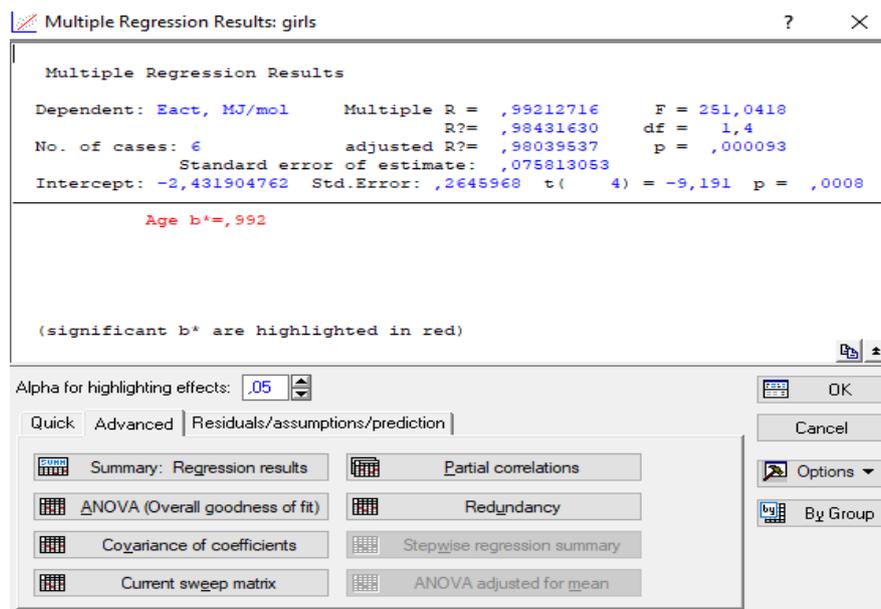


Рисунок 11. Характеристики множественной регрессии при независимом параметре «возраст» и зависимых параметрах «вес» и «энергия активации»

Выводы. Установлено наличие корреляции между энергией активации миокарда в условиях физических нагрузок, весом и возрастом учащихся средних и старших классов для юношей (мужская группа) и девушек (женская группа). Энергия активации миокарда возрастает при увеличении возраста, кроме того, для мужской группы ее значение выше, чем для женской.

Список источников

1. Borg G., Hassmen H., Lagerstrom M. Perceived exertion related to heart rate and blood lactate during arm and leg exercise. // *European Journal of Applied Physiology*, 1987. — N65. — P. 679–685.
2. Bevegard B. S., Shepherd J. T. Regulation of the circulation during exercise in man // *Physiological Reviews*. 1967. — V.47. — N 2. — P. 178–213.
3. Кубасова Н. А., Цатурян А. К. Молекулярный механизм работы актин-миозинового мотора в мышце// *Успехи биологической химии*, Т. 51. — 2011. — М. 233–282.
4. Семёнова Г.И., Григорьев П.А. Мышечная активация во время упражнений на нестабильных поверхностях // *Современные наукоемкие технологии*. – 2019. – № 12-2. – С. 377-381.
5. Эмануэль Н.М., Кнорре Д.Г. Курс химической кинетики. М.: Высшая школа, 1974. - 400 с.
6. Buylov, V. N., Lyulyakov v I. V., Makarov S.A., Danilin A.V.,V.V. Chekmarev V.V. Forecasting of the soil processing units working bodies resource // *6th International Conference on Agriproducts processing and Farming IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 422 (2020) 012115 IOP Publishing doi:10.1088/1755-1315/422/1/012115.
7. Чумакова С.В., Абдразакова Я.Р. Применение математического моделирования к задачам прикладного характера // В сборнике: *СОВРЕМЕННАЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ*. Материалы III международной научно-практической конференции. 2020. С. 147-150.

© Буйлов В.Н., Косарева А.В., Иванова Н.А., Чумакова С.В., Надежкина М.В., Воробьева А.М., 2022

Технологии в современной педагогике

Татьяна Александровна Букина

Марксовский сельскохозяйственный техникум-филиал Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов

Аннотация. В статье представлены технологии в современной педагогике, которые отражают инновационные подходы и современные системные преобразования.

Ключевые слова: Процесс глобализации, компетенция, ноосферная компетенция, коэволюционное моделирование

Technologies in modern pedagogy

Tatyana Alexandrovna Bukina

Marks Agricultural College-branch of Saratov State University of genetics, biotechnology and engineering named after N.I. Vavilov, Saratov

Annotation. The article presents technologies in modern pedagogy, which reflect innovative approaches and modern systemic transformations.

Key words: Globalization process, competence, noospheric competence, co-evolutionary modeling

Текст статьи. Совершенствованию системы профессионального образования на сегодняшний день уделяется огромное внимание. Повышению качества образования способствуют различные **педагогические технологии**. С целью разработки инновационной системы профессиональной подготовки специалистов мной был проведен анализ влияния процессов глобализации на образовательную систему, намечены основные педагогические технологии, применяющие в себя различные классификации, такие как:

- 1) описание педагогического процесса, приводящего к запланированному результату;
- 2) алгоритм деятельности преподавателей и студентов, основанный на проецировании многообразия учебной деятельности;
- 3) проект процесса становления личности;
- 4) научно обоснованное описание усовершенствованного педагогического процесса.

Основой исследования является ноосферный уровень компетентности и соответственно ноосферную компетенцию отражающие способность специалиста к опережающему коэволюционному моделированию и прогнозированию в социальных сферах. Проведен анализ понятия «компетенция» и «ноосфера» в результате можно сформировать следующее определение: межкультурные и межотраслевые знания, умения и способности, необходимые для устойчивого коэволюционного развития цивилизации это и есть ноосферная компетенция. В свою очередь это актуализирует проблему разработки на локальном уровне стандартов образовательно-профессиональных компетенций. В этой ситуации актуализируются категории качества профессионального образования и признан компетентностный подход, на основе этого можно выделить следующие педагогические технологии, которые приводят к повышению интереса и мотивации обучающихся, и как следствие способствующие более результативному обучению.

Известно множество педагогических технологий, которые условно можно разделить на три вида:

- 1) *объяснительно-иллюстрированное обучение*, основанное на вербальном и визуальном представлении материала;

2) *личностно-ориентированное обучение*, направленное на индивидуальный подход и саморазвитие личности;

3) *развивающее обучение*, основу которого составляет включение внутренних механизмов развития личности.

По каждому из видов могут быть использованы разные методы обучения.

Учебная деятельность является главной **педагогической технологией**, она заключается в виде планов, описаний, характеристик, алгоритмов, правил и образцов, и называется *технологией формирования* приемов. Данная технология максимально освещена в методической литературе.

Технология опорных конспектов, позволят упорядочить и провести анализ информации на основе схем.

Технология личностно-ориентированного дифференцированного обучения, базис основания которого лежит в разделении обучающихся на подгруппы в зависимости от их индивидуальных особенностей. В тоже время принимаются во внимание такие факторы, как способности и отношение обучающихся к учебе, уровень знаний и интерес к изучению дисциплины. На основе выше изложенного составляются задания, отличающиеся по методам и выбору решения и диагностики результатов по сложности.

В организации научно-исследовательской работы обучающихся заключается *технология проектной деятельности*, а она может быть различной: творческой, исследовательской, информационной и другой. Обучающимся для подготовки к творческой работе советуют провести поисково-исследовательскую работу по сведениям, размещенным в сети Интернет и источникам литературы. Из анализируемых сведений выбираются достойные варианты для исследовательской работы. Результатом разработанных проектов, является награда обучающихся в конкурсах и творческих выставках. Такие технологии обеспечивают более яркий и насыщенный процесс обучения.

В **педагогические технологии** значительные коррективы и предоставляют широкие возможности для повышения эффективности процесса обучения вносят *компьютерные технологии*. Современная система образования нацелена на вхождение мировое информационно-образовательное пространство, в котором *компьютерным технологиям* принадлежит ведущая и основополагающая роль. Применение информационных технологий в учебном процессе позволяет преподавателю реализовать интерактивный диалог с учетом дифференцированного подхода к обучению, выбрать любые подходящие методы визуализации изучаемого предмета.

Для контроля уровня усвоения лексических, грамматических знаний в рамках модуля на определённом этапе обучения используется **технология тестирования**. Осуществление контроля с использованием технологии тестирования соответствует требованиям всех международных экзаменов по иностранному языку.

Использование различных методических стратегий и приемов моделирования ситуаций реального общения и организации взаимодействия обучающихся в группе (в парах, в малых группах) с целью совместного решения коммуникативных задач основана на **технологии интерактивного обучения** - (обучение во взаимодействии).

Исходя из выше изложенного, педагогическая технология отражает инновационные подходы и современные системные преобразования, которые происходят на данный момент в системе образования. Внедрение педагогических технологий в образовательный процесс обусловлено тем, что педагогика стремится соответствовать всем тем требованиям, которые предъявляются к ней со стороны общества и государства. Данные требования подразумевает подготовку нового поколения на основании тех интеграций, которые происходят в постоянно меняющемся мире.

Список источников

1. Бермус, А.Г. Теоретическая педагогика: учебное пособие для вузов: А.Г. Бермус.-2-е изд.- Москва: Издательство Юрайт, 2022. – 159с.

2.Федоров В.А. Педагогические технологии управления качеством профессионального образования: Учебное пособие / В.А.Федоров.-М.:Академия, 2012-176с

3.Эрганова, Н.Е.Педагогические технологии в профессиональном обучении: Учебник / Н.Е.Эрганова.-М.Академия, 2018.-224 с.

© Букина Т.А., 2022

Научная статья

УДК 338.26

Цифровая трансформация сельского хозяйства

Елена Сергеевна Гавва

Ксения Денисовна Дёмина

Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов

Аннотация. В статье проведен анализ особенностей внедрения и развития эффективных цифровых технологий в сельском хозяйстве России. Низкая производительность и высокая себестоимость выделяются в качестве главной проблемы российского агропромышленного комплекса. Авторы определили перспективные направления цифровизации агропромышленного комплекса.

Ключевые слова: инновационные технологии, инвестиции, производство, модернизация, цифровая экономика, цифровые технологии, цифровизация, цифровое сельское хозяйство

Digital transformation of agriculture

Elena Sergeevna Gavva

Ksenia Denisovna Demina

Saratov State University of genetics, biotechnology and engineering
named after N.I. Vavilov, Saratov

Annotation. The article analyzes the features of the introduction and development of effective digital technologies in agriculture in Russia. Low productivity and high cost stand out as the main problem of the Russian agro-industrial complex. The authors have identified promising areas of digitalization of the agro-industrial complex.

Keywords: innovative technologies, investments, production, modernization, digital economy, digital technologies, digitalization, digital agriculture

Современное сельское хозяйство в России еще не относится к одной из самых инновационных отраслей, но аграрный сектор уже начал меняться под влиянием различных биологических и нанотехнологий, улучшая таким образом многие сорта и породы с использованием различных геномных методов, а производители переходят от продуктовой модели к сервисной, интегрируя и адаптация производственных и распределительных цепочек [2-3]. Их продукция адаптирована к потребностям конкретных клиентов. И в каждой из этих тенденций цифровые технологии играют важную роль.

Цифровая трансформация сельского хозяйства - это изменения, обусловленные использованием цифровых технологий и их интеграцией во все сферы сельского хозяйства. Это переход от физических процессов к цифровым процессам [4-6]. Инвестиционные проекты цифровой трансформации помогают фермерам, фермерским хозяйствам, кооперативам и

компаниям повысить производительность и качество, оптимизировать производственную деятельность, снизить затраты, увеличить прибыль и повысить эффективность производства, вовлекая себя в цепочку создания стоимости.

В последние годы сельское хозяйство активно использует цифровые решения в производстве и управлении [1-3]. Уникальными в сельском хозяйстве являются программы, которые анализируют данные об окружающей среде, стадиях роста растений и обеспечивают доступ и мониторинг этих параметров в режиме реального времени.

На первый взгляд, использование IT в сельском хозяйстве дало хорошие результаты. Однако этот факт по-прежнему является результатом практики разделения, инициированной в основном несколькими компаниями и местами [5-6]. Следует отметить, что не существует цифровой цепочки соединений, нет нового и глобального подхода. В целом, эти первые шаги еще не основаны на 4 основных принципах: осведомленность, техническая платформа, инфраструктура данных и человеческие ресурсы.

Подавляющее большинство компьютерных приложений, оснащенных материалами агропромышленного комплекса, не могут реализовать свои эффекты, поскольку потребители нуждаются в них сегодня [4]. Это связано с отсутствием большой базы данных для производства, синхронным обменом информацией между предприятиями и отсутствием связи с другими факторами. Все этапы производства, управления, логистики и торговли сельскохозяйственной продукцией еще не создали возможностей для прямого контакта сельскохозяйственной продукции в отдаленных и изолированных районах со Всемирной торговой организацией.

Первые результаты далеки от цели цифрового, интеллектуального и точного культивирования, которое требует сочетания датчиков, роботов, GPS, картографических инструментов и программного обеспечения для анализа данных для точного контроля процесса обработки машины, улучшения управления временем, эффективного использования и экономии воды и препаратов, а также обеспечения высокой производительности [4-5].

В цифровой цепочке должны быть две крупные компании, в дополнение к сельскохозяйственным компаниям, должны быть компании, занимающиеся цифровыми технологиями (поставщики цифровых технологий и консультанты сообщества). Все хозяйствующие субъекты, кооперативы и фермеры должны сотрудничать, объединяться и поддерживать друг друга.

Этот вопрос следует рассматривать как один из достижений в области сельскохозяйственного производства и экономического развития сельских районов. Поэтому необходимо повышать эффективность научных тем и проектов, поощрять участие предприятий в исследованиях и содействовать передаче передовых прикладных достижений науки и техники [1-4]. Также важно повысить эффективность работы по распространению сельскохозяйственных знаний на основе гармоничного сочетания участия государства и предпринимательства, создать ощутимые изменения в передаче технических достижений фермерам и способствовать формированию потенциала научно-технологических предприятий.

Таким образом, чтобы организовать качественный агрокомплекс, необходимо ориентироваться на специальные методы. Все это в совокупности позволяет развивать новые виды сельского хозяйства в России. Необходимо обеспечить мощный технологический прогресс и сохранение научно-технического производства, в частности достижений промышленной революции, цифровых технологий в сельском хозяйстве и сельских районах.

Список источников

1. Михайлова А.В. Цифровая и креативная экономика в современном пространстве// Креативная экономика. – 2018. – № 1. – с. 29–42. – doi: 10.18334/ce.12.1.38783.
2. Савзиханова С. Э., Хаджалова Х. М., Эминова Н. Э. Развитие кластерных форм организации инновационно-образовательной среды макрорегиона, базирующихся на атрибутах цифровой экономики// Креативная экономика. – 2018. – № 2. – doi: 10.18334/ce.12.2.38845.

3. Хамуков Х.Ю., Загазежева О.З., Попов Ю.И. Признаки целесообразности и своевременности роботизации сельскохозяйственной отрасли // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2019. № 6. С. 178-186.
4. Загазежева О.З., Хаджиева М.И. Перспективы снижения экологической нагрузки сельскохозяйственного производства на основе массовой роботизации // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2020. № 6. С. 145-154.
5. Обзор рынка сельского хозяйства. М.: Делойт, 2019. 48 с.
6. Орлова Н.В. и др. Инновационное развитие агропромышленного комплекса в России // Докл. к XXI Агр. междунар. науч. конф. по проблемам развития экономики и общества. М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2020. 128 с.

© Гавва Е.С., Дёмина К.Д., 2022

Научная статья
УДК 368.5

Необходимость агрострахования в современных условиях

Олеся Сергеевна Горбунова, ФГБОУ ВО Уральский государственный
экономический университет,
г. Екатеринбург

Аннотация. Аграрное производство в современных условиях одна из отраслей призванная обеспечить продовольственную безопасность государства. Тем не менее, эта отрасль подвержена высоким рискам недополучения продукции по независящим от производителя причинам. Покрыть возможные риски поможет страхование агропроизводителя. Что нового предлагается аграриям рассмотрено в данной статье.

Ключевые слова: мультирисковое страхование, сельскохозяйственное производство, растениеводство, страховой полис, страховая премия

The need for agricultural insurance in modern conditions

Olesya Sergeevna Gorbunova, Ural State
the University of Economics,
Yekaterinburg city

Annotation. Agricultural production in modern conditions is one of the industries designed to ensure the food security of the state. However, this industry is subject to high risks of product shortages due to reasons beyond the manufacturer's control. Agricultural producer insurance will help cover possible risks. What is new is offered to farmers is considered in this article.

Keywords: multi-risk insurance, agricultural production, crop production, insurance policy, insurance premium

Аграрное производство несомненно развивается под грамотным руководством кадров, на основе использования материально-технической базы. На все эти факторы можно влиять. Но никто не может предусмотреть и изменить природно-климатические факторы. Риск наступления засухи или природные пожары могут значительно снизить прибыль аграриев. В этом случае таких последствий можно частично избежать с помощью страхования рисков, но аграрии стремясь к экономии затрат зачастую избегают данного финансового инструмента, или не знают всех особенностей его применения на практике. Также сельхозпроизводители

надеются, что в случае всеобщей засухи или наводнения государство так компенсирует часть понесенных убытков.

Но правительство уже давно призывает аграриев не игнорировать страхование, предлагая ежегодно разные условия, тем самым стремится приучить агробизнес к страхованию.

В последние годы механизм сельскохозяйственного страхования с господдержкой имел достаточную привлекательность.

На рис. 1 представлены суммарные уплаченные страховые взносы, выплаты страхового возмещения и субсидии за счет средств федерального бюджета и бюджетов субъектов Российской Федерации в 2018–2021 годах.

«Соотношение суммы выплаченного страхового возмещения и суммы уплаченных страховых взносов в 2021 году составило — 37,9 %. При сумме уплаченных страховых премий в размере 6 230,1 млн рублей выплаченное страховое возмещение составило 2 360,0 млн рублей (по данным органов управления АПК субъектов Российской Федерации с учетом удовлетворенных требований за счет средств Фонда компенсационных выплат, сформированного объединением страховщиков)» [1,5].



Рисунок 1. Динамика страховых взносов и страховых возмещений

С января 2022 года вступило в силу Постановление, разрешающее осуществлять новый вид страхования в рамках системы агрострахования с господдержкой. Согласно Постановлению, аграриям предоставляется выбор застраховать посевы на случай гибели мультирисковой программе, либо по программе страхования ущерба от объявленной ЧС природного характера. Также возможно использование двух программ одновременно. Главное отличие страхования с господдержкой от классического страхования в том, что часть стоимости полиса компенсирует государство. Мультирисковое страхование предполагает, что аграрий выбирает перечень опасных природных явлений, от которых хочет защитить посевы, из предлагаемого перечня 27 событий. Например, от засухи, ураганного ветра, града. «Страховым риском в этом случае будет снижение уровня урожая на площади сева. В течение сельхозсезона предприятие вместе со страховой компанией фиксирует все природно-погодные явления, которые могут снизить объём урожая» [2,3].

После наступления страхового случая и передачи пакета документов страховщику производитель получает выплату. Получение денег возможно только по окончании сельскохозяйственного сезона. Мультирисковый полис покрывает как прямые расходы агрария, так и недополученную выгоду. Компенсация может достигать до 100% страховой стоимости урожая. Максимальная государственная субсидия по мультирисковому страхованию – 50% [7].

Для программы страхования от ЧС страховым событием является факт введения ЧС в регионе, а страховым риском – гибель урожая. Особенность такого вида страхования в том, то

при наступлении страхового случая будут компенсированы только прямые расходы страхователя. Это снижает стоимость самого полиса, что становится привлекательным для аграриев. Упростился и механизм получения страховой выплаты. Если официально объявлен режим Чрезвычайной ситуации, то сельхозпроизводитель сообщает в страховую компанию в случившемся факте гибели посевов или урожая и вместе с комиссией по ЧС фиксирует данный факт [4]. После чего соответствующие акты направляются в страховую организацию. Страховщик подтверждает данные актов с помощью системы космического мониторинга, и в течение нескольких дней аграрий получает выплату. Плюсы данного вида страхования: максимально упрощена процедура урегулирования убытков; для получения страховой выплаты хозяйству не потребуется в ходе сезона совместно со страховой компанией фиксировать все опасные события и их влияние на посевы, а затем определять снижение урожая; выплаты при страховании от ЧС будут начисляться на каждый гектар, на котором официальная комиссия по ликвидации ЧС установит утрату посевов или посадок, и соответствовать прямым затратам на его возделывание.

«Поскольку программа страхования от ЧС новая и начала действовать только в 2022 году, у всех аграриев есть возможность застраховать урожай яровых с увеличенной госсубсидией – государство компенсирует до 80% стоимости полиса. Для малых крестьянских фермерских хозяйств такие условия будут действовать ещё год. Затем размер компенсации от государства будет уменьшаться на 10%, пока не достигнет значения 50%, как по мультирисковой программе»[6].

Как вывод можно отметить, что введение изменений в страховое законодательство, а именно субсидирование государством части страховой премии, не только позволит сократить финансовую нагрузку на сельскохозяйственных товаропроизводителей, но и повысит объем застрахованных посевных площадей. В свою очередь это поможет оставаться финансово стабильными при возможности убытков, если наступил страховой случай.

Список источников

1. Агрострахование с господдержкой: предварительные итоги 2020 года и перспективы развития / Семинар-совещание «Практические аспекты страхования урожая сельскохозяйственных культур с господдержкой» // Режим доступа: http://www.chelagro.ru/farming_industry/loans-insurance/agrostrahovaniye_gp_Bizhdov_25-11-2020.pdf
2. Горбунова О.С. Страхование как форма государственной поддержки сельского хозяйства // В сборнике: От импортозамещения к экспортному потенциалу: научно-инновационное обеспечение развития экономики и кадрового потенциала АПК. 2021. С. 46-47.
3. Колобовникова А.Д., Ефимов О.Н. Страхование продукции растениеводства с государственной поддержкой на примере ООО ПХ "Артемиды" Кармаскалинского района / Экономика и сервис: от теории к практике // Материалы VII Международной научно-практической конференции. 2019. С. 141-148
5. Статистические данные по страхованию урожая сельскохозяйственных культур, посадок многолетних насаждений, сельскохозяйственных животных, объектов товарной аквакультуры (товарного рыбоводства) с государственной поддержкой в 2016–2021 годах Режим доступа: <file:///C:/Users/ACER/Downloads/Сборник%202016-2021.pdf>
6. Урожай без рисков. Стартовала новая программа страхования на случай ЧС // Режим доступа: https://vlg.aif.ru/apk/raznoe/urozhay_bez_riskov_startovala_novaya_programma_strahovaniya_na_sluchay_chs
7. Шарапова, Н. В. Формирование бизнес-плана на примере крестьянского (фермерского) хозяйства / Н. В. Шарапова, О. С. Горбунова, Ю. В. Малькова // International Agricultural Journal. – 2021. – Т. 64. – № 6. – DOI 10.24412/2588-0209-2021-10395. – EDN KVOTCM.

Цифровизация сельскохозяйственного производства России. Концепции, перспективы, достижения, барьеры

Валерия Евгеньевна Гусева

Анастасия Николаевна Толстова

Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов

Аннотация. В данной статье рассмотрены достижения, барьеры, концепции и перспективы цифровизации сельскохозяйственного производства. В инновационных цифровых технологиях 21 века скрыт огромный потенциал для экономического роста благодаря точности, автоматизации и новым возможностям управления. В значительной степени цифровая трансформация применима к сельскому хозяйству особенно на основании технологического разнообразия сельскохозяйственного производства и культур и с этим связанных многообразия и трудоемкости производственных процессов.

Ключевые слова: цифровизация, сельское хозяйство, аграрный сектор, экономика, капитал, рентабельность, производство, растениеводство, животноводство.

Valeria Evgenievna Guseva

Anastasia Nikolaevna Tolstova

Saratov State University of genetics, biotechnology and engineering
named after N.I. Vavilov, Saratov

Annotation. This article discusses the achievements, barriers, concepts and prospects for the digitalization of agricultural production. The innovative digital technologies of the 21st century hold enormous potential for economic growth through precision, automation and new control possibilities. To a large extent, digital transformation is applicable to agriculture, especially on the basis of the technological diversity of agricultural production and crops and the associated diversity and labor intensity of production processes.

Key words: digitalization, agriculture, agrarian sector, economy, capital, profitability, production, crop production, animal husbandry

В современном мире уровень развития цифровых технологий играет решающую роль в конкурентоспособности стран. Переход к цифровой экономике рассматривается как ключевая сила экономического роста. По оценке Минсельхоза России «использование цифровых технологий в АПК позволяет повысить рентабельность сельхозпроизводства за счет точечной оптимизации затрат и более эффективного распределения средств [4]. Внедрение цифровой экономики позволяет снизить затраты не менее чем на 23% при комплексном подходе».

Согласно данным правительственной Программы «Цифровая экономика РФ» Россия занимает 41-е место по готовности к цифровой экономике со значительным отрывом от десятки лидирующих стран. С точки зрения экономических и инновационных результатов использования цифровых технологий, Российская Федерация занимает 38-е место с большим отставанием от стран-лидеров, таких, как Финляндия, Швейцария, Швеция, Израиль, Сингапур, Нидерланды, Соединенные Штаты Америки, Норвегия, Люксембург и Германия. Такое значительное отставание в развитии цифровой

экономики от мировых лидеров объясняется пробелами нормативной базы для цифровой экономики и недостаточно благоприятной средой для ведения бизнеса и инноваций и, как следствие, низким уровнем применения цифровых технологий бизнес-структурами. Низкий уровень применения цифровых технологий бизнес-структурами в Российской Федерации по сравнению с государственными органами и населением также отмечено в докладе Всемирного банка о глобальном развитии 2016 года.» - говорится в программе Правительства по цифровизации экономики РФ [3-4].

Сельскохозяйственное производство имеет свои **специфические особенности**, которые диктуют широкое применение цифровых технологий, как ни в какой другой сфере

хозяйства, это:

- участие в технологическом процессе живых организмов, связь режимов работы технического оборудования с растениями, животными и людьми, что приводит к случайным изменениям диктующих параметров процесса производства и неопределенностям контроля и управления в объектах сельхозназначения;

- многообразие и сложность производственных процессов, обеспечиваемых ЦТ.

- распределенность контролируемых параметров по большой площади, случайный характер их природы [2].

- технологическое многообразие сельхозпроизводства и культур.

Основными аргументами в поддержку цифровизации сельскохозяйственного производства являются необходимости выполнения следующих **проблемных задач**, связанных с нашим отставанием от передовых стран мира:

- увеличение количества и качества урожая;

- минимизация вложений капитала;

- снижение трудоемкости и повышение производительности сельскохозяйственного производства;

- уменьшение вредного воздействия на окружающую среду;

- снижение зависимости от человеческого фактора в сельском хозяйстве и девиации по урожайности [5].

Важно отметить, что по данным Росстата и экспертных оценок:

- Рентабельность производства в агросекторе составляет порядка 30%;

- Уровень занятости среди работников агросектора в сельской местности сопоставим с уровнем около 4.4 миллиона человек (при стагнации количества работников в сельской местности), из которых только около 500 тысяч - профподготовленные работники;

- Около 470 тысяч единиц сельхоз. техники старше 10-ти лет;

- Снижение девиации урожайности при внедрении цифровизации может составить порядка 10%;

- Средний срок службы сельхозмашин – около 15 000 моточасов;

- Аграрный сектор РФ приносит больше валютной выручки, чем ВПК.

Одним из основных этапов цифровизации СХ РФ является создание мобильных и стационарных робототехнических платформ, и комплексов, выполняющих различные технологические операции сельскохозяйственного производства – в растениеводстве, в животноводстве, в закрытых грунтах, в искусственных интеллектуализированных экосистемах-фитотронах и т.д [1-3].

Применение робототехнических платформ должно обеспечивать экономический эффект при реализации всего технологического процесса производства сельхозпродукции.

Основные научно-технические задачи, требующие решения при их создании:

- Разработка и создание методов алгоритмов и средств очувствления робототехнических платформ сельскохозяйственного назначения.

- Разработка и создание методов, алгоритмов и средств автоматического управления робототехническими платформами сельскохозяйственного назначения в условиях реального сельхозпроизводства.

- Разработка и создание сменного навесного оборудования робототехнических платформ, обеспечивающего возможности их применения при выполнении различных сельхоз операций.

Таблица 1 – «Энерговооруженность труда в сельскохозяйственных организациях (энергетические мощности в расчете на 1 работника)»

	2015 г.	2016 г.	2015 г.	2014 г.	2015 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.
Россия	63	63	61	67	69	70	72	75	74	77	75

л.с.

В настоящее время усилиями академических институтов РФ формируется единая концепция цифровизации сельского хозяйства России, которая предполагает выполнения следующих мероприятий:

Мероприятие 1: Разработка и создание системы геоинформационного мониторинга агропромышленного производства

Мероприятие 2: Разработка и создание интеллектуальной системы поддержки принятия решений сельхозпроизводителями

Мероприятие 3: Разработка и создание интеллектуальных роботизированных средств агропромышленного производства

Мероприятие 4: Комплексные испытания и апробация результатов мероприятий 1,2,3 на базе региональных агрокомплексов

Мероприятие 5: Кадровое обеспечение цифрового агропромышленного производства.

Целями данного проекта являются: увеличение вклада отрасли в экономику Российской Федерации, рост экспортной выручки, создание, диспетчеризация и агрегация потоков данных для создания сквозных цепочек и технологий от производства сельхозпродукции до потребления с глубокой интеграцией в смежные отрасли цифровой экономики для повышения производительности труда в сельском хозяйстве и максимизации прибыли предприятий отрасли.

Список источников

1. Годжаев З.А., Гришин А.П., Гришин А.А. Перспективы развития роботизированных технологий в растениеводстве// Тракторы сельхозмашины. 2015. – № 12. С. 42-45.
2. Использование элементов точного сельского хозяйства в России / Е. В. Труфляк. – Краснодар: КубГАУ, 2018. – 26 с.
3. Рейхерт Е.С. Социальное управление как особая разновидность управления // Вестник ЮУрГУ. Сер. Право. 2006. № 13. Вып. 8, Т. 2. С. 338-342.
4. Акмаров П.Б, Абрамова О.В., Князева О.П. Потенциал развития цифрового сельского хозяйства России // Известия ОГАУ. 2019. №3 (77). URL: <https://cvberleninka.ru/article/n/potentsial-razvitiva-tsifrovogo-selskogo-hozvavstva-rossii> (дата обращения 15.11.2021).
5. Труфляк Е. В., Курченко Н.Ю., Креймер А.С. Мониторинг и прогнозирование в области цифрового сельского хозяйства по итогам 2018 г. Краснодар: КубГАУ, 2019. 100 с.

© Гусева В.В., Толстова А.Н., 2022

**Агрогеоаналитика в условиях глобального изменения климата
(на примере Саратовской области)**

**Демакина Ирина Игоревна
Фисенко Борис Викторович
Еремина Ольга Алексеевна**

Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии
и инженерии имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов

Аннотация. В статье представлен способ интерпретации агрометеорологической информации средствами геоинформационных технологий. Геопространственный анализ многолетних климатических показателей позволил представить их пространственное распределение на региональном географическом уровне (Саратовская область).

Ключевые слова: агрометеорология, геоинформационные системы, глобальное изменение климата, карта

**Agrogeoanalytics under the conditions of global climate change
(by the example of the Saratov region)**

**Demakina Irina Igorevna
Fisenko Boris Viktorovich
Eremina Olga Alekseevna**

**Saratov State University of Genetics, Biotechnology
and Engineering named after N.I. Vavilov**

Abstract: The article presents a method of interpretation of agrometeorological information by means of geoinformation technologies. Geospatial analysis of long-term climatic indicators made it possible to present their spatial distribution at the regional geographical level (Saratov region).

Keywords: agrometeorology, geographic information systems, global climate change, map

Устойчивое развитие сельскохозяйственного производства в условиях глобального потепления климата во многом определяется своевременным обеспечением актуальной агрометеорологической информацией. Для обработки и интерпретации многолетних агрометеорологических данных с их географической привязкой целесообразно использовать инструментарий географических информационных систем.

В качестве источника климатических данных нами использовалась база данных по климатическим показателям метеостанций Саратовской области за период с 1971 г. по 2021 г. В настоящее время метеорологическая сеть Саратовской области представлена 20 метеорологическими станциями (М-2), 11 метеорологическими постами (МП-3), 3 агрометеорологическими постами и 1 авиационной метеорологической гражданской станцией (АМСГ-2) (рис. 1).



Рисунок 1. Схема метеорологической изученности Саратовской области

Принятый период наблюдений был поделен на два «стандартных 30-летия», рекомендуемых Всемирной метеорологической организацией для анализа изменений современного климата, с 1971 по 2000 гг. и с 2001 по 2021 гг., как характеризующегося интенсивным нарастанием тепла.

Для геопространственного анализа нами был определен такой агрометеорологический параметр, как среднемноголетняя температура зимнего сезона по данным 20 метеорологических станций (М-2), являющийся показательным для выявления глобального изменения климата и во многом определяющий агрометеорологические условия влияющие на получение сельскохозяйственной продукции.

Геопространственный анализ агрометеорологических данных позволил нам получить изолинии среднемноголетней температуры зимнего сезона для территории Саратовской области (рис. 2).

Анализ карты-схемы распределения среднемноголетних температур зимнего сезона за периоды с 1971 по 2000 гг. и с 2001 по 2021 гг. по территории Саратовской области позволяет констатировать, как тенденцию ее увеличения в диапазоне 0,5 – 1,0° С, так и смещение географических границ расположения изолиний. Особенно четко данная тенденция проявляется в Левобережье Саратовской области, ее восточных и юго-восточных муниципальных районах.



Рисунок 2. Карта-схема распределения среднемноголетних температур зимнего сезона за периоды с 1971 по 2000 гг. и с 2001 по 2021 гг. по территории Саратовской области

Применение методов геоаналитики агрометеорологических данных в условиях глобального изменения климата должно являться неотъемлемой частью принятия стратегических управленческих решений регионального уровня в сфере обеспечения продовольственной безопасности государства.

Список источников

1. Современные изменения климата Саратовской области и стратегия адаптации к ним селекции и агротехнологий. Левицкая Н.Г., Демакина И.И. Успехи современного естествознания. 2019. №10. С. 7-12;
2. Третий оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Общее резюме. – Санкт-Петербург: Научные технологии, 2022. – 124 с.;
3. Риски сильных атмосферных засух на территории Саратовской области. Завьялова Е.В., Демакина И.И. Аграрный научный журнал, 2022. №7. С.8-12;
4. Продуктивность естественных биоценозов в условиях меняющегося климата Саратовской области. Левицкая Н.Г., Медведев И.Ф., Демакина И.И. Сборник докладов 2-й Всероссийской научно-практической интернет-конференции молодых ученых и специалистов с международным участием. 2018. С. 208-210.

© Демакина И.И., Фисенко Б.В., Еремина О.А., 2022

Научная статья
УДК 332.122 + 631.151

Особенности социально-экономического развития сельских территорий

Наталья Егоровна Евдокимова

ФНЦ АЭиСРСТ – ВНИИЭСХ филиал Всероссийский институт аграрных проблем и информатики им. А.А. Никонова,
г. Москва

Аннотация. В статье рассмотрены исторические, географические, современные аспекты развития сельских территорий и влияния на них цифровых технологий.

Ключевые слова: сельские территории, сельское развитие, цифровые технологии

Features of socio-economic development of rural areas

Natalia Egorovna Evdokimova

All-Russian Institute of Agrarian Problems and Informatics n.a. A.A. Nikonov
Moscow

Abstract. The article considers the historical, geographical, modern aspects of the development of rural areas and the impact of digital technologies on them.

Key words: rural areas, rural development, digital technologies

В 2018 году мне посчастливилось участвовать в работе 140 сессии по сельскохозяйственной политике и развитию Международного центра исследований и обучения в области земельной политики в городе Таоуань (Тайвань) в группе, состоящей из правительственных чиновников и экспертов сельскохозяйственного сектора из разных стран мира. Целая неделя была посвящена вопросам современного развития сельских территорий и разработке практических стратегий их развития. После лекций и диспутов участники должны

были предложить проект по развитию сельской территории со среднестатистическими проблемами своих стран. Участники были разделены на группы: «Юго-Восточная Азия и Океания», «Латинская Америка», «Европа».

Презентация первой группы была под названием или девизом: «Чистота - залог здоровья». Проект был направлен на улучшение общей чистоты в деревнях, путем обеспечения чистой питьевой водой и строительством туалетов, с целью снижения детской смертности и заболеваемости из-за инфекций, способствуя тем самым улучшению экологических условий и достижению положительных изменений в физическом качестве жизни в деревнях, путем обучения и содействия чистоте, гигиене и ликвидации открытой дефекации.

Проект 2-ой группы: «Повышение уровня жизни сельского сообщества с помощью строительства водохранилища» направлен на обеспечение устойчивости водоснабжения из-за нехватки осадков, для поддержания благополучия фермеров и обеспечения продовольственной безопасности. Проект должен быть выполнен путем организации фермерского кооператива, который может обеспечить доступ к кредитам и другим системам поддержки. В итоге проект будет способствовать снижению уровня бедности в регионе.

Третий проект «Комфортная деревня – привлекательная территория для жизни» предлагал решить проблему оттока трудоспособного населения из сельской местности путем строительства спортивных сооружений, организации культурно-исторических сообществ, диверсификации занятий населения привлечением его к (вос-)созданию местных промыслов и инфраструктуры для сельского туризма. Было отмечено, что без привлечения внешних средств этот проект не осуществим, но особым условием для выделения государственной поддержки будет соучастие в финансировании местных жителей.

Эти три проекта представляют сильно агрегированный взгляд экспертно-административного сообщества на проблемы сельских территорий и пути их решения на тот момент времени. Выборка, конечно, невелика, но выявленные различия резки и очевидны. Несмотря на различия в проблемах, общим в мире является низкий уровень жизни на селе из-за более низких и неустойчивых доходов. В остальном проблемы сельской местности сильно зависят от уровня социально-экономического развития государства. И в той или иной мере соответствующие комплексы проблем приходится решать каждому государству на разных уровнях его развития. Разумеется, местное национальное научное сообщество обращается к решению этих проблем по мере необходимости. Для оценки внимания научных кругов к проблемам развития сельских территорий воспользуемся библиометрическим методом.

Таблица 1 – Количество книг с ключевыми словами «сельские территории» в ЦНСХБ и «rural areas» в Библиотеке Конгресса США, за соответствующие периоды времени, шт.

Ключевое слово	1871-1880	1881-1890	1891-1900	1901-1910	1911-1920	1921-1930	1931-1940	1941-1950	1951-1960	1961-1970	1971-1980	1981-1990	1991-2000	2001-2010	2011-2019
сельские территории				1	3	5	1	0	3	1	6	52	176	532	540
rural areas (все)	85	130	178	205	171	82	54	46	78	193	405	586	673	747	917
в т.ч.: книги из США	11	12	19	34	46	7	16	10	11	23	56	27	27	39	92
книги из Индии				22			2	1	3	24	67	79	74	82	54
книги из Китая												6	22	65	71

В таблице 1 приведены данные по наличию книг с ключевыми словами «сельские территории (сельская местность)» в ЦНСХБ (наиболее полное собрание книг по

сельскохозяйственной тематике в нашей стране) и Библиотеке Конгресса США (наиболее полное собрание печатных изданий в мире).

Как видно из таблицы, число крупных публикаций по данной тематике за последние полвека возрастает, как у нас в стране, так и в мире, а также и в представленных в таблице больших странах: США, Индии, Китае. Однако это может быть результат увеличения общей издательской деятельности, а поэтому на рис.1 приведены графики изменения доли книг с соответствующими ключевыми словами в числе всех изданных книг за десятилетие. Внимание к проблематике сельских территорий в нашей стране было повышенным в начале прошлого века и испытывает невероятный рост за последнее тридцатилетие. Этот же показатель в американской литературе ведет себя более-менее стабильно за последний век. Поскольку в ЦНСХБ хранится литература только по сельскохозяйственной тематике, а в Библиотеке Конгресса по всем темам, то для более «соизмеримого» сравнения была рассчитана доля книг с термином «сельские территории» среди книг этой библиотеки с ключевыми словами «сельское хозяйство». Этот показатель в США с 20-х годов XX века устойчиво не превышает 0,1%. Если вспомнить историю, то в аграрном развитии США наука сыграла не меньшую роль, чем природа или техника. В 1862 г. конгресс принял закон Моррилла об учреждении в каждом штате сельскохозяйственных и технических колледжей, для которых выделялись участки государственной земли. Колледжи должны были стать не только учебными, но и научно-исследовательскими центрами. Конгресс также выделил средства для опытных сельскохозяйственных станций и создал фонд научных исследований при департаменте сельского хозяйства. С того времени ученые работали над широким кругом проектов, в том числе над вопросами развития сельских территорий. Однако всплеск научного интереса к этой проблеме в конце XIX - начале XX века сменился «рабочим» или «пропорциональным» вниманием.

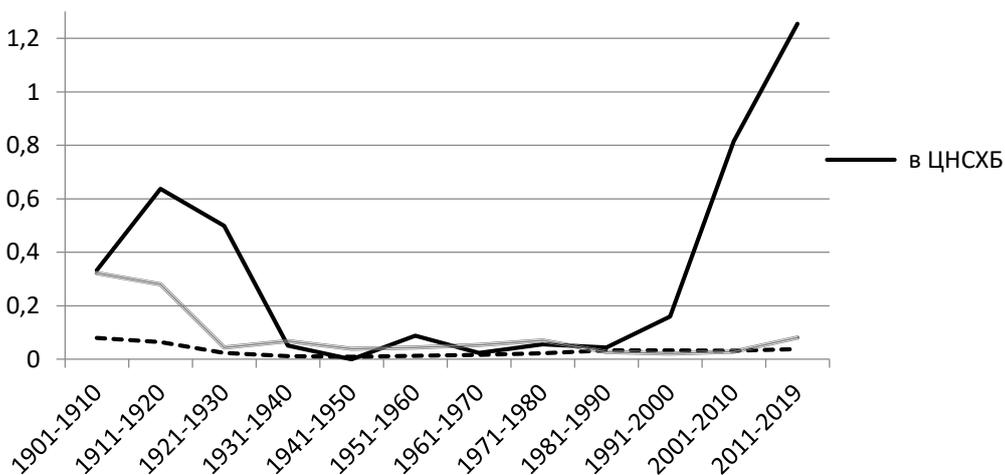


Рисунок 1. Доля книг с ключевыми словами «сельские территории» в ЦНСХБ и в Библиотеке Конгресса среди всех книг, изданных в данный период времени, %

Ответ на вопрос «Как связаны предметы исследований между собой и с практикой?» можно искать с помощью одного из типов наукометрического анализа: темпорального или анализа по ключевым словам. Конечно, этот метод является лишь грубым приближением: ключевые слова способствуют уточнению тематики публикации, но не подменяют ее содержание. Однако, насколько мне известно, данный вид анализа не применялся к изучению эволюции научных представлений о развитии сельских территорий, а потому воспользуемся им для понимания того, какие вопросы интересовали исследователей в разные периоды времени в связи с обращением к данной тематике. В таблице 2 приведены ключевые слова, соседствующие в книгах ЦНСХБ, с ключевыми словами «сельские территории» («сельская местность»).

Таблица 2 – Ключевые слова в книгах (только монографии и сборники), имеющих в ЦНСХБ, вместе с «сельские территории» («сельская местность»)

Годы	Ключевые слова
1921-1930	водоснабжение. кооперация. организационно-правовые формы предприятий. подготовка кадров. производственный потенциал. строительство.
1931-1970	выставки. досуг. зоны отдыха. колхозы. спорт. спортивные площадки. механизация. электрификация.
1971-1980	агротехника. борьба с пожарами. водоснабжение. зеленое строительство. механизация. электрификация.
1981-1990	автоматизация. автомобили. борьба с пожарами. выставки. демография. землепользование. кадры. кибернетика. лесное хозяйство. население. озеленение. перспективы развития. политика. проектирование. социальная политика. социально-экономическое развитие. социология. стоимость. строительство. технологии. трудовые коллективы. управление. уровень жизни. эксплуатация. электротехника. эффективность.
1991-2000	акционерные общества. водное хозяйство. гидротехнические сооружения. государственное регулирование. демография. землевладение. землепользование. земства. интеграция. информационное обеспечение. история. колхозы. крестьянство. культура. молодежь. население. научные исследования. обучение. организация работы. органы управления. охрана окружающей среды. перспективы развития. планирование. политика. предприятия. производство. промышленные предприятия. психология. радиоактивное загрязнение. размещение. регионы. реформы. руководящие кадры. рыночная экономика. рыночные отношения. самоуправление. социально-экономическое развитие. социология. территориально-производственная структура. товарная продукция. уровень жизни. финансы. экология. экономические показатели.
2001-2010	агротуризм. бедность. вентиляция. география. государственная политика. государственное регулирование. демография. доходы населения. жилищно-коммунальное хозяйство. жилые дома. занятость. здоровье населения. здравоохранение. земельные ресурсы. землевладение. землеустройство. история. кадры. кредитование. крестьянство. культура. ландшафтная архитектура. малые предприятия. маркетинг. математические модели. механизация. миграция. многоукладная экономика. население. научные разработки. новые технологии. образование. оплата труда. организации. организация производства. организация территории. органы управления. отопление. планирование. планировка. подготовка кадров. политика. потребительская кооперация. правовое регулирование. предпринимательская деятельность. предприятия. природно-климатические условия. природопользование. прогнозирование. программы. продовольственная безопасность. проектирование. проекты. протекционизм. регрессионный анализ. рыночная экономика. рыночные отношения. самоуправление. семья. системный анализ. социальная инфраструктура. социальная политика. социально-экономическое развитие. социология села. средние учебные заведения. статистика. страхование. строительные материалы. строительство. тенденции развития. товаропроизводители. трудовые ресурсы. управление. уровень жизни. устойчивое развитие. фермерские хозяйства. финансирование. хозяйственные постройки. экология. экономические показатели. эффективность.

Годы	Ключевые слова
2011-2020	агробизнес. агротуризм. архитектура. бухгалтерский учет. государственное регулирование. государственные программы. демографическая ситуация. демография. деревни. диверсификация производства. дикие животные. домашние животные. животноводство. жилые дома. земельные ресурсы. землепользование. землеустройство. земства. зонирование. импортозамещение. инвестиции. инженерная инфраструктура. инновации. информационное обеспечение. инфраструктура. история. кадастровая оценка земли. кадровый потенциал. конкурентоспособность. краеведение. крупнотоварное производство. культура. культурология. лес. лесхозы. малые предприятия. мелкотоварное производство. местный бюджет. механизация. миграция. мировая экономика. многоукладная экономика. модели. модернизация. мониторинг. население. НТП. образование деревни. образование. общественные здания. организация территории. органическое хозяйство. охрана труда. перспективы развития. планирование. планировка. поведение животных. поведение человека. подготовка кадров. породы животных. потребительская кооперация. предпринимательская деятельность. природно-климатические условия. природные ресурсы. природопользование. продовольственная безопасность. проектирование. производственная инфраструктура. производственный потенциал. промыслы и ремесла. промышленность. региональная политика. региональная экономика. рынок труда. рыночная экономика. самоуправление. собственность на землю. социальная инфраструктура. социальная политика. социально-экономическое развитие. социологические исследования. специализация. стратегическое планирование. структура отрасли. технико-экономическое обоснование. товаропроизводители. торговля. транспорт. управление. уровень жизни. условия труда. устойчивое развитие. фермерские хозяйства. финансы. цифровая экономика. цифровые технологии. экологическая ситуация. экологический менеджмент. экономическая политика. экономические ресурсы. экотуризм. эксплуатация. электрооборудование. электроснабжение. этнография.

Для того, чтобы таблица не стала значительно больше и исключить случайные сочетания, в нее включены только ключевые слова, встречающиеся вместе с интересующими нас, не менее 2 раз, а также в целях уменьшения таблицы убраны определения сельский, аграрный, сельскохозяйственный. Не вдаваясь в подробный анализ взаимосвязей предметов исследований, нельзя не согласиться с тем, что в начале прошлого века исследование сельских территорий касалось в основном только организации жизни и производства на селе. В начале текущего тысячелетия научные интересы этим уже не ограничиваются: на одном конце – история, культура, психология, на другом крае исследований – поведение животных, экологический менеджмент, ландшафтная архитектура, лес. И такой «расширенный» подход к анализу сельского развития не случаен. Обратим внимание также на то, что помимо научного сообщества, вопросами развития сельских территорий всегда занималось множество субъектов, которые, в том числе, претендовали на то, что они «сельские»: поэтому это еще и «социально-политический» вопрос, что нельзя игнорировать.

Являются ли городская и сельская территории в современном мире пространствами, соответствующими разному образу жизни, а соответственно и разным подходам к управлению? Этот «бородатый» вопрос. Однако, он приобретает новое содержание на каждом этапе преобразований общества и пространства. Помимо научного сообщества, этот вопрос также задают субъекты, которые утверждают, что они «сельские»: поэтому это «политический» вопрос, и это обстоятельство исследователи уже не могут игнорировать.

Сейчас мир охвачен движением к урбанизации. Если смотреть на повседневное поведение, модели потребления или модели семьи, различия между городом и деревней уменьшаются. Что же останется от сельской местности в долгосрочной перспективе? Реальные ответы на

этот вопрос встречаются реже в научных исследованиях, чем в жизни. В СССР и в Европе в семидесятых годах были тенденции, настроения и организации, так или иначе стремящиеся к развитию села до уровня города, часто просто к исчезновению сел. Позже это стало острой темой экономических и социальных публикаций.

В последние десятилетия растущая мобильность человечества играет основополагающую роль в преобразованиях сельской местности. Сокращение стоимости и времени преодоления расстояний позволяет интегрировать исторически сельские виды деятельности в доминирующие экономические структуры, формировать сельские районы в «городском» пространстве: феномены жилой периферии и туристических регионов, «вертикальные» фермы и птицефабрики в городах и т.п. демонстрируют это. Похоже, что это может изменить смысл самих терминов «сельский» и «городской», а также актуальность дихотомической типологии.

Концепция сельской территории имела смысл, когда выделение сельских регионов позволяло адекватно планировать развитие инфраструктуры и транспортных сетей. Скорость развития сегодня такова, что само понятие региона или территории сейчас под вопросом. Ежедневное поведение людей (досуг, работа, потребление) организовано с точки зрения циркуляции между специализированными центрами, а не административными единицами. Современное общественное пространство многомерно. Похоже, становится легче анализировать его, как переплетение потоков и сетей, а не комбинации территорий. Туристические и миграционные потоки, производственные связи, культурные полюса пересекаются все меньше и меньше. Это, в том числе, следствие разрывов между первичным и вторичным секторами, между промышленностью и занятостью, а также между отраслями и территориями. Остановимся на том, что территория в настоящее время вписана во множество сетей, каждая из которых соответствует представлениям и иерархиям ценностей, категориям пользователей и практическим методам использования пространства. Важно то, что эти сети мобильны и не обязательно привязаны к территориальному делению. Это, в том числе, позволяет отделить многие виды деятельности от их территориального контекста. Наземное сельское хозяйство хорошо представлено существованием фермерских хозяйств, практически отделенных от территории, но включенных в торговые потоки (яркий пример, вертикальные фермы). Это не абсурд, поскольку в последнее время все более развивается туризм, который уже не привязан к природной территории: «тропические раи», аквапарки, где искусственно создаются условия климата и жизни чуждые окружающей среде. Однако, на данном этапе экономического развития еще нельзя элиминировать важность природных и географических условий. Парадоксально, но параллельно идет процесс восстановления значения окружающей среды. Современное общество больше не противопоставляет будущее устаревшей традиции, технический прогресс неконтролируемой природе. Прошлое становится таким же ресурсом, как и дикая природа, органическое или натуральное сельское хозяйство.

Сельские территории глубоко затронуты этими тенденциями современного обновления. Население перемещается в ритме времен года, в течение жизненного цикла так, что некоторые сельские районы могут стать пространствами «выхода на пенсию» или вторыми домами. Даже физические аспекты ландшафта могут иметь нескольких форм использования: природное пространство для одних, экономическое пространство для других, территория для оказания туристических "услуг" для других. И это, как базис конфликтов, так и возможностей взаимодополняемости и взаимодействия. А потому развитие на микроуровне не стратегия, ориентированная на развитие жилья и инфраструктуры, которые привлекут людей на новые рабочие места. Еще нужно определить, какой тип населения мы хотим привлечь, сохранить и обслуживать?

Необходимо отметить также серьезное пересечение экспертных систем в условиях тотальной цифровизации для управления местными территориями: научные модели региональных, национальных или международных организаций все больше и больше востребованы в практике управления пространством, будь то водообеспечение, ландшафтное проектирование, защита природы... Различные компоненты сельских территорий управляются через макрообъекты за рамками только сельского контекста. Конкретное выражение этой

тенденции - усложнение используемых типологий сельских территорий, а они служат базисом для формирования моделей управления и социальных норм.

Это все дает сельским территориям другое измерение. Сельская жизнь больше не определяется социальной, классовой, национальной или какой-нибудь еще группой населения, которая отождествляет себя с территорией и организует ее управление. Это все более и более пространство регулирования или даже интегрирования отношений видов деятельности, индивидуальных или коллективных действующих субъектов, институтов, законов.

Несовпадение рабочего и жилого пространства, множественных форм потребления и производства делает современную идентичность многоликой, размытой между несколькими типами принадлежности. Сельский мир активно включается в эту конфигурацию пространства. Для характеристики сельской территории сегодня уже недостаточно описания ее состава, необходимо также описать множество действующих лиц, которые вмешиваются в ее жизнь временно или удаленно, множество областей, из которых управляется это пространство, научные модели, которые их вдохновляют.

Все эти выделенные тенденции и новые моменты накладываются на одно очень важное обстоятельство. Индустриализация исторически маргинализировала сельские районы. Сильно урбанизированное постиндустриальное общество в настоящее время натолкнулось на экологические ограничения, оно больше не может обеспечивать работу для всех, оно не может быть единственным источником норм поведения людей. С одной стороны, сельская местность все более привлекательна и возможна, как пространство для отдыха, как жилое пространство, как жилое пространство вне работы и даже как рабочее пространство в удаленном режиме. Это полностью меняет ранее однонаправленную демографическую динамику. В обществе, основанном на услугах, на комфортной среде обитания, наделенной современными средствами связи, сельская местность вновь становится значительным пространством. Природные и человеческие ресурсы сельских территорий становятся ценным и все более востребованным активом, что приносит существенный «политический» аспект в столкновение местных интересов и «несельских» финансовых возможностей. Однако, такое разнонаправленное и обостренное столкновение интересов и тенденций может сделать сельские территории местом для инновационного социально-экономического развития.

© Евдокимова Н.Е., 2022

Научная статья
УДК 631.58

Перспективные направления сельскохозяйственного производства в Рязанской области

Екатерина Владимировна Евтишина¹, Кирилл Дмитриевич Сазонкин², Дмитрий Валериевич Виноградов²

¹Региональный центр выявления и поддержки одаренных детей «Гелиос»

²Рязанский государственный агротехнологический университет
имени П.А. Костычева,
г. Рязань

Аннотация. В статье представлено современное состояние перспективных направлений сельскохозяйственного производства на примере Рязанской области. Рассмотрена возможность активного внедрения перспективных способов выращивания сельскохозяйственных культур.

Ключевые слова: гидропоника, aeropоника, органическое сельское хозяйство, Рязанская область

Perspective directions of agricultural production in the Ryazan region

Ekaterina Vladimirovna Evtishina¹, Kirill Dmitrievich Sazonkin², Dmitry Valerievich Vinogradov²

¹Regional center for identification and support of gifted children «Helios»

²Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev,
Ryazan

Abstract. The article presents the current state of promising areas of agricultural production on the example of the Ryazan region. The possibility of active introduction of promising methods of growing crops is considered.

Keywords: hydroponics, aeroponics, organic agriculture, Ryazan region

Обеспечение продовольственной безопасности страны – стратегически важная задача не только сельхозтоваропроизводителей, но и научно-педагогических работников. В условиях постоянно изменяющихся почвенно-климатических условиях необходимо изучать новые способы и направления производства растениеводческой продукции, активно проводить интродукцию культур и селекцию новых сортов и гибридов. Последнее время в растениеводстве активно развивается методы использования гидропонии [1].

Гидропоника – особый способ выращивания различных растений на искусственных питательных средах, на которые необходимые микро- и макроэлементы подаются в легкоусвояемой форме, при этом почва исключена из технологии производства.

Именно за счет гидропонии возможно значительно минимизировать влияние кислотных дождей, вредных выбросов предприятий, неочищенных сточных вод, тяжёлых металлов и других загрязнителей на экологическое состояние растений. За счет большого числа техногенных загрязнителей необходимо вести разработку альтернативных способ выращивания растений.

К общепринятым показателям экологически чистого продукта относятся отсутствие или не превышающие ПДК химические соединения, ГМО, оптимальное содержание витаминов, минералов, клетчатки и так далее. Так же продукция растениеводства должна отвечать установленным требованиям гостей, стандартов и нормативов.

К главному преимуществу гидропонии перед традиционным способом выращивания растениеводческой продукции относится возможность получать экологическую продукцию круглогодично. Гидропонику возможно использовать в специально обустроенных помещениях. Так же такой способ по сравнению с выращиванием растений в открытом грунте более пластичный. Он позволяет точно вносить именно необходимые питательные элементы, за счет чего растения менее восприимчивы к болезням и вредителям, а физиологические процессы протекают намного быстрее. За счет использования питательных сред необходимость применения пестицидов и фунгицидов сводится к минимуму. Отметим, что при высевании семян культуры, так как необходимо использовать только сертифицированные семена, мы не заносим семена сорняков и их нет в субстрате, поэтому возможность развития сорняков исключена [2].

Микроклональное размножение сельскохозяйственных культур – один из способов вегетативного размножения растений в условиях *in vitro*. Благодаря такому методу размножения возможно круглогодично получать различные саженцы и как следствие семена, выводить новые, улучшенные, районированные сорта культур к конкретным условиям выращивания в производственных масштабах в будущем.

Способ микроклонального размножения и метод выращивания культур методом гидропоники в условиях одной лаборатории позволяет сократить время интродукции растений, а также открывает новые перспективы по расширению сортовой базы.

В настоящее время способ микроклонального размножения активно применяется при выращивании саженцев ягодных, древесных и плодовых культур, также в некоторых случаях это единственный способ размножения растений конкретных видов сельскохозяйственных культур [6].

Как и гидропоника, микроклональное размножение позволяет решить многие фитосанитарные проблемы и сделать возможным выращивание популярных и рентабельных культур в не материнских почвенно-климатических условиях. Благодаря такому способу размножения также возможно создавать банки редких и ценных видов растений.

Еще одним преимуществом микроклонального типа размножения и гидропоники является их пластичность и способность оперативно отвечать на запросы рынка.

К преимуществам микроклонального типа размножения растений также можно отнести реализацию всего морфогенетического потенциала конкретного вида растения. При этом получаемые растения имеют выраженный механизм устойчивости к болезням и вредителям, следовательно разведение и выращивание оздоровленных, улучшенных растений будет способствовать производству ценной продукции сельского хозяйства.

Если при гидропонике растения получают питательные вещества из специального раствора, то при аэропонике питательные вещества подаются в виде облака пара.

Аэропоника – это способ выращивания сельскохозяйственных культур без использования грунта и субстратов, насыщаются питательными вещества растения из облака тумана, которое создается искусственно специальной установкой. При таком способе выращивания идет чередование создания воздушной питательной среды и аэрации корней растений, которые закреплены на специальной аэропонной установке в подвешенном состоянии. Отличительной особенностью такого способа, а также главным преимуществом является короткий вегетационный период растений. Выращивание растений подобным методом позволяет получить максимально экологически чистую продукцию, а для производства в промышленных масштабах не потребуется закупать химические препараты в больших масштабах и оборудовать производственное помещение сложным и дорогим оборудованием.

При выборе подобного способа выращивания растений в промышленных масштабах необходимо учитывать и возможные минусы способа, такие как поломки или ошибки оборудования распыления питательного раствора и повышенные требования к стерильности производственного цеха и четкого соблюдения температурных режимов и уровня влажности [1,4].

Аэропоника преимущественно может подойти для небольших производственных помещений, научных учреждений, в которых необходимо получать урожай растений круглогодично.

В настоящее время, методами гидропоники активно интересуются и занимаются в лаборатории Областного государственного бюджетного учреждения дополнительного образования «Региональный центр выявления и поддержки одаренных детей «Гелиос».

Распоряжением Правительства Рязанской области в рамках Федерального проекта «Успех каждого ребенка» национального проекта «Образование» в регионе 13 сентября 2021 года открыт Центр выявления и поддержки одаренных детей, деятельность которого направлена на развитие условий для реализации интеллектуального, личностного потенциала, профессионального самоопределения одаренных детей региона. По направлению наука, закуплено современное высокотехнологичное оборудование для лабораторий центра, в том числе, и для лаборатории прогрессивного растениеводства. Это различные виды установок для выращивания растений в защищенном грунте.

В лаборатории прогрессивного растениеводства установлены гидропонные установки «School» разной модификации, работающие по приливно-отливной системе, аэропонные

установки, капельная система подачи питательных веществ, установки, работающие по системе водной культивации, вертикальная гидропонная установка (рис. 1).



Рисунок 1. Работа на гидропонных установках

В лаборатории прогрессивного растениеводства ведется разработка технологий выращивания методом гидропоники, высеваются зеленые культуры, такие как салат листовой, базилик, шпинат, руккола, кинза, петрушка, а также цветочные культуры, бархатцы, хризантемы и овощные культуры, огурец, перец, помидор, баклажан с подбором оптимального состава питательных растворов под эти сельскохозяйственные культуры.

По результатам полученных исследований, отмечается существенное сокращение прохождения растений фенологических периодов (всходы отмечаются на 3-5 день). При соблюдении всех необходимых условий для роста растений, происходит быстрое его развитие, так как нет необходимости развивать мощную корневую систему, все необходимые элементы подаются постоянно к корням культуры, вследствие чего, быстрее формируется листовая масса (рис. 2). Педагоги центра в лаборатории также проводят опыты по черенкованию различных цветочных культур.

Способы выращивания гидропоникой и аэропоникой прежде всего могут стать перспективными для растений закрытого грунта. В открытом же грунте необходимо популяризировать тренд на переход к ведению органического сельского хозяйства.



Рисунок 2. Технологии выращивания растений методом гидропоники

Органическое сельское хозяйство является эволюционной производной от традиционного метода ведения хозяйства. В современном обществе все больше внимания уделяют разумному потреблению и задумываются об экологии и минимизации антропогенного воздействия на агроландшафты [3].

При органическом земледелии внимание фокусируется на здоровье почв, экосистем и как следствие конечного потребителя производимой продукции, то есть человека. При ведении производства таким образом максимально минимизируется или полностью исключается использование химических средств защиты, минеральных удобрений и уплотнения почвы сельхозмашинами.

При высокой интенсификации сельского хозяйства в России возможно применение биологических средств защиты растений, использование силоса, сенажа и органических удобрений и внедрение многолетних сбалансированных севооборотов.

Проведенные исследования в рядах европейских стран показали, что при ведении органического земледелия урожайность снизилась не более чем на 20 %, по сравнению с традиционной системой, однако экономические и энергетические затраты сократились на 40 % с 1 гектара. Главным плюсом органического земледелия является возрастающее на долгий срок почвенное плодородие, в том числе, за счет увеличения на 25 % количества микроорганизмов в почвенном слое [5,7].

Еще одним будущим направлением в сельском хозяйстве может быть направление по мониторингу баланса деградации земель в масштабах отдельного предприятия, региона и страны в целом.

Проблема деградации земельных ресурсов известна и широко обсуждаема, однако в интенсивном сельском хозяйстве, когда правила производства сельхозпродукции диктует экономическая обстановка сельхозтоваропроизводители, делают акцент на получение максимальной прибыли, чем грамотном отношении к почвенным ресурсам.

Деградация почв на различных территориях происходит с разной интенсивностью. Стремление к нейтральному балансу деградации будет выгодно всем участникам производства. Достижение данного результата в перспективе предполагает получение долгосрочных прибылей и стабильную экологическую обстановку [7].

Рязанская область является аграрным регионом, в котором интенсификация сельскохозяйственного производства находится на высоком уровне, однако развитие новых, перспективных методов выращивания сельскохозяйственных культур открывает для ученых и аграриев региона новые экономические направления и может привлечь в регион новых инвестиционных партнеров.

Список источников

1. Виноградов, Д.В. Природопользование и устойчивое развитие / Д.В. Виноградов, Р.Т. Турекельдиева, А.В. Ильинский, С.Т. Дуйсенбаева // Учебное пособие / Рязань: ИП Жуков В.Ю., 2020. 164с.
2. Гречушкина, К.С. Гидропоника как способ выращивания экологически безопасных овощей / К.С. Гречушкина // Мат. 69-й науч.-практ. конф. студентов и аспирантов. – Мичуринск : Мичуринский ГАУ, 2017. – С. 109 -111.
3. Ерофеева, Т.В. Экология / Т.В. Ерофеева, Д.В. Виноградов, Л.Ю. Макарова // Учебное пособие / ИП Викулов. Рязань, 2021. 280 с.
4. Кузьмин, Д. Е. Аэропоника, ее плюсы и минусы / Д. Е. Кузьмин, Е. В. Демчук // Новая наука: Современное состояние и пути развития. – 2016. – № 12-4. – С. 80-82.
5. Сазонкин, К. Д. Экологизация как перспективный вектор развития АПК / К.Д. Сазонкин, С.В. Никитов // Экология и природопользование: тенденции, модели, прогнозы, прикладные аспекты: Мат. Нац. науч.-практ. конф. - Рязань : ФГБОУ ВО РГТУ, 2022. - С. 126-131.
6. Самарская, В.О. Аспекты клонального микроразмножения и сохранения растений in vitro / В. О. Самарская, Е. В. Малаева, М. В. Постнова // Природные системы и ресурсы. – 2019. – Т. 9. – № 3. – С. 13-22.

7. Щур, А.В. Экологические последствия развития интенсивного земледелия в Республике Беларусь /А.В. Щур, В.П. Валько, Д.В. Виноградов // Проблемы региональной экологии. 2016. № 3. С. 36-40.

© Евтишина Е.В., Сазонкин К.Д., Виноградов Д.В., 2022

Научная статья
УДК 338.43:004.9

Цифровизация аграрного хозяйства - движущая сила экономического подъема

Лолита Сахадиновна Заммоева, Зухра Мустафировна Хочueva
Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет
им. В.М. Кокова,
г. Нальчик

Аннотация. В статье представлена важность становления цифровых технологий в нынешнем обществе и повышение уровня конкурентоспособности государств.

Ключевые слова: цифровизация, стандартизация, аграрное производство

Digitalization of the agricultural sector is the driving force behind the economic recovery

Lolita Sakhadinovna Zammoeva, Zuhra Mustafirovna Khochueva

Kabardino-Balkarian State Agrarian University
them. V.M. Kokova,
Nalchik

Abstract: The article presents the importance of the formation of digital technologies in the current society and increasing the level of competitiveness of states.

Key words: digitalization, standardization, agricultural production

В нынешнем обществе степень становления цифровых технологий представляет важнейшую значимость в конкурентоспособности государств. Выбор в пользу цифровой экономики рассматривается в качестве главной движущей силы экономического подъема.

Цифровизация аграрного хозяйства нужна с целью увеличения производительности, а также стабильности его функционирования путем значительных перемен особенности управления, как научно-техническими процессами, так и действиями принятия решений в общих уровнях иерархии, основанных на нынешних методах производства, а также последующего применения сведений о состоянии и прогнозировании вероятных модификаций управляемых частей и подсистем, а также экономических критерий в аграрном хозяйстве.

В соответствии со сведениям государственной Программы «Цифровая экономика РФ» Российская Федерация занимает 41-е место по готовности к цифровой экономике с существенным отрывом от 10-ки ведущих государств, таких, как Сингапур, Финляндия, Швеция, Норвегия, США, Нидерланды, Швейцария, Великобритания, Люксембург а также Япония. В Российской Федерации проведению процессов цифровизации аграрного хозяйства равно как сферы производства и обращения, а также цифровизации процессов правительственного управления аграрным хозяйством и отраслью экономики мешают следующие условия:

- Недостаток общего подхода к стандартизации процессов, форм и форматов сбора, хранения и передачи исчерпывающей и актуальной информации о территориях

сельхозназначения, как ключевом средстве производства в аграрном хозяйстве и предмете гражданского права, естественных условиях, наличии ресурсной основы, рынка труда, денежных средств, задействованного в аграрном производстве, о сфере сбыта продукции вместе с учетом экспортно-импортной составляющей (впоследствии общий цифровой информационный ресурс по исполнению процессов правительственного управления в области аграрного хозяйства), что объясняет низкий уровень информационного обмена и, равно как результат, недостаточную степень координации при принятии постановлений органами государственной власти и регионального самоуправления на всех уровнях, а также вопрос полномасштабного применения территориально-отраслевого принципа с целью планирования и формирования аграрного хозяйства;

- Большая степень недостатка в отраслевом рынке труда профессионалов, способных продуктивно трудиться с инновационными цифровыми технологиями;

- Невысокие стимулы для производства продукции с гарантированными потребительскими свойствами в ситуациях недоступности государственных и интернациональных (ЕАЭС) информационных систем, которые обеспечивают прослеживаемость продукции на всем пути от сельскохозяйственных товаропроизводителей вплоть до прилавка торговой площадки; большая стоимость импортных разработок, зависимость от курсовых колебаний мировых валют и заключений мировых лидеров о принятии санкций или других торговых ограничений в ситуациях невысокого уровня формирования отечественного рынка цифровых технологий; отсутствие документов, регулирующих долговременное прогнозирование и составление плана применения земельных ресурсов государства в полном и территориях, подходящих для сельскохозяйственного производства;

- Отсутствие нормативно-правовой основы и практики межведомственного взаимодействия на региональном уровне;

- Недостаточность сведений о постановке на кадастровый учёт абсолютно всех земельных участков, применяемых в аграрном производстве;

- Отсутствие государственных информационных систем и цифровых платформ, которые обеспечивают производителей аграрной продукцией и региональные органы исполнительной власти набором пространственных сведений и картографических материалов.

Главными доводами в поддержку цифровизации аграрного производства являются необходимости исполнения последующих проблемных задач, связанных с нашим отставанием от прогрессивных государств мира:

- Повышение числа и качества урожая;

- Минимизирование инвестиций капитала;

- Сокращение трудоемкости и увеличение производительности аграрного производства;

- Снижение вредного воздействия в окружающую среду; понижение зависимости от человеческого фактора в сельском хозяйстве и девиации по урожайности.

Одним из ключевых этапов цифровизации сельского хозяйства РФ считается формирование мобильных и стационарных робототехнических платформ и комплексов, выполняющих разнообразные технологические операции аграрного изготовления в растениеводстве, в животноводстве, в закрытых грунтах, в искусственных интеллектуализированных экосистемах-фитотронах.

Цифровизация в этот период является более актуальной проблемой для множества производителей продукции. Обеспокоенность развитием аграрнопромышленного комплекса в очередной раз подтверждает значимость для государства этой области экономики. Введение аналогичных решений и доступ к ним бизнеса даст возможность не только осуществлять контроль развития, но и предоставить хороший инструмент увеличения производительности аграрного направления.

Список источников

1.Варич М.И. Цифровизация сельского хозяйства в рамках проекта развития сельского хозяйства в Российской Федерации до 2025 года // Молодой Экономика предприятий

агропромышленного комплекса : учебник для вузов / Р. Г. Ахметов ; под ред. Р. Г. Ахметова. – Москва : Издательство Юрайт, 2020 – 431 с. – ISBN 978-5-534-03363-2.ученый. 2020 № 2 (292). С.354-357.

2.Шахмурзова, А. Состояние и перспективы производительности труда в сельском хозяйстве Кабардино-Балкарии [Текст] / А. Шахмурзова // Известия КБГАУ им. В. М. Кокова. - 2017 - №2(16). - С.113-118.

3.Рахаев Х., Энеева М., Иванова З. Производительность труда в сельском хозяйстве СКФО // АПК: Экономика, управление. - 2018 - № 7 - с. 23-34.

4.Малухова М.М., Батова А.С., Глупова К.Т., Ашинова Ф.А., Иванова З.М. Роль цифровизации в АПК и перспективы развития / Наука, образование и бизнес: новый взгляд или стратегия интеграционного взаимодействия // Сборник научных трудов по материалам Международной научно- практической конференции, посвященной 80-летию со дня рождения первого Президента Кабардино-Балкарской Республики Валерия Мухамедовича Кокова. Нальчик: ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ, 2021 Часть 1 С. 214-217.

5.Батова А.С., Абазова Ф.А., Иванова З.М. Значение цифровой экономики в развитии России В сборнике: Сельскохозяйственное землепользование и продовольственная безопасность. Материалы VI Международной научно- практической конференции, посвященной памяти Заслуженного деятеля науки РФ, КБР, Республики Адыгея, профессора Б.Х. Фиапшева. 2020 С. 286-289.

© Заммоева Л.С., Зухра М.Х., 2022

Научная статья
УДК 338.43

Анализ внедрения цифровых технологий в сельском хозяйстве Чувашии

Петр Александрович Иванов

Чувашский государственный аграрный университет,
г. Чебоксары

Аннотация. Сегодня аграрный сектор ищет новые методы работы, чтобы обеспечить постоянно растущие потребности населения в качественных продуктах питания. В статье рассмотрены ключевые направления цифровой трансформации аграрного производства, основные тренды, определяющие успешность реализации перехода к цифровому сельскому хозяйству, плюсы, которые она даст отрасли, а также обозначены факторы и причины, сдерживающие этот процесс. Для обеспечения конкурентоспособности организаций агропромышленного комплекса необходимо своевременно перестроить процессы управления агробизнесом посредством информационно-коммуникационных технологий и систем. В процессе цифровизации сельского хозяйства возникают новые возможности, как для потребителей продукции, так и самих сельхозтоваропроизводителей, что обуславливает актуальность исследования.

Ключевые слова: цифровизация, агропромышленный комплекс, искусственный интеллект, информационно-коммуникационные технологии

Analysis of the introduction of digital technologies in agriculture in Chuvashia

Petr Aleksandrovich Ivanov

Chuvash State Agrarian University,
Cheboksary

Abstract. Today, the agricultural sector is looking for new ways of working to meet the ever-growing needs of the population for quality food. The article discusses the key areas of digital transformation of agricultural production, the main trends that determine the success of the transition to digital agriculture, the advantages that it will give to the industry, as well as the factors and reasons hindering this process. To ensure the competitiveness of organizations of the agro-industrial complex, it is necessary to restructure the processes of agribusiness management through information and communication technologies and systems in a timely manner. In the process of digitalization of agriculture, new opportunities arise, both for consumers of products and for agricultural producers themselves, which determines the relevance of the study.

Key words. digitalization, agro-industrial complex, artificial intelligence, information and communication technologies

Аграрный сектор экономики является базовой отраслью и играет важную роль в насыщении продовольственного рынка и обеспечении экономической безопасности страны и отдельных регионов. Чувашская Республика относится к регионам сельскохозяйственной направленности, что обусловлено высокой долей сельских жителей (согласно статистическим данным удельный вес населения сельских территорий превышает 36 %) [1]. В организациях, относящихся к агропромышленному комплексу, трудятся около 7 % всего населения республики и производят около 15 % валового регионального продукта [2, 3].

В целях обеспечения непрерывно растущих потребностей жителей страны в качественных продуктах питания перед сельхозтоваропроизводителями стоит важная задача поиска новых, более эффективных методов работы. В связи с этим особую актуальность обретают вопросы повсеместного внедрения информационно-коммуникационных технологий в процессы производства, переработки и реализации сельскохозяйственной продукции, а именно, цифровая трансформация сельского хозяйства [4, 5].

В целях обеспечения своевременного перехода к цифровым методам необходимо оценить готовность организаций аграрного сектора к преобразованиям и внедрению инновационных методов управления.

Для оценки готовности организаций к цифровой трансформации, проведем анализ наличия у хозяйствующих субъектов собственных официальных сайтов, использования ими информационно-вычислительной техники, а также ресурсов сети Интернет.

Таблица 1 – Показатели готовности организаций Чувашской Республики к развитию на основе информационно-коммуникационных технологий за 2019-2021 гг. [3]

Виды экономической деятельности	Организации, использовавшие						Организации, имевшие веб-сайт		
	профессиональные компьютеры			из них сеть Интернет					
	2019	2020	2021	2019	2020	2021	2019	2020	2021
1. Обработывающие производства	95,6	73,3	86,9	95,6	72,3	85,6	74,8	58,6	69,4
2. Производство пищевых продуктов	92,3	70,6	79,3	92,3	70,6	79,3	65,4	50,0	62,1
3. Организации в области информации и связи	98,0	82,8	87,0	97,0	80,3	84,8	83,2	61,5	68,5

Виды экономической деятельности	Организации, использовавшие						Организации, имевшие веб-сайт		
	профессиональные компьютеры			из них сеть Интернет					
	2019	2020	2021	2019	2020	2021	2019	2020	2021
4. Финансовые и страховые организации	96,7	85,0	87,2	96,7	81,9	85,9	78,7	63,8	64,7
5. Образовательные организации	100,0	88,2	94,4	100,0	88,2	94,4	94,4	82,4	83,3
6. Организации здравоохранения и социальных услуг	98,4	91,5	94,0	98,4	91,5	92,5	90,7	80,9	82,7
7. Сельское, лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство	95,5	64,1	81,1	93,2	62,8	81,1	50,0	23,1	32,1
Всего	96,4	73,0	77,4	95,0	71,5	75,9	68,7	49,3	54,9

По данным таблицы 1 видно, что в лидерах по итогам 2021 года выделяются бюджетные организации сферы здравоохранения и образования, а также финансовые и страховые компании, а также субъекты, обеспечивающие процессы информатизации и связи. Заметно отстают обрабатывающие производства, особенно производство пищевых продуктов, которое относится к агропромышленному комплексу. Оценивая готовность организаций сельского хозяйства к использованию цифровых технологий, следует отметить, что более 80 % из них имеют и используют в своей профессиональной деятельности компьютеры и фиксированный (проводной и беспроводной) Интернет, но лишь треть имеют веб-сайты.

Оценивая ситуацию в аграрном секторе Чувашии можно отметить, что руководители и специалисты отраслевого министерства и хозяйствующих субъектов обеспечены компьютерной техникой в достаточном количестве. Обеспеченность компьютерной техникой для регистрации результатов ветсанэкспертизы подконтрольных товаров и оформления ветеринарных сопроводительных документов в электронном виде, сохранения и обработки информации о них в ФГИС ВетИС «Меркурий» составляет 71 %. Обеспеченность компьютерной техникой для обеспечения деятельности старших государственных инспекторов Чувашской Республики в АИС «Гостехнадзор Эксперт» - 60 % [6].

Внедрение цифровых технологий требует поиска дополнительных источников финансирования [7]. Финансирование цифровой трансформации агропромышленного комплекса в настоящее время ведется в рамках средств, выделенных на текущую деятельность Минсельхоза Чувашии, Госветслужбы Чувашии, Гостехнадзора Чувашии и подведомственных учреждений. По Минсельхозу Чувашии финансирование на участие Чувашской Республики в реализации мероприятий по цифровизации в рамках проекта «Моя цифровая ферма» Министерства сельского хозяйства Российской Федерации будет осуществляться из федерального бюджета, а также внебюджетных источников. Внедрение цифровой платформы по ведению электронных похозяйственных книг осуществляется за счет средств ПАО Сбербанк России.

Анализируя процессы цифровой трансформации агропромышленного комплекса региона, можно отметить, что в настоящий момент имеется серьезный задел для ее реализации. Так, разработана и утверждена Целевая модель цифровизации агропромышленного комплекса Чувашской Республики, в соответствии с которой осуществляются мероприятия как федерального, так и регионального уровня. К федеральным проектам можно отнести: проект

«Моя цифровая ферма»; цифровое производство в сфере растениеводства и животноводства в режиме онлайн; контроль целевого использования бюджетных средств и реализации контрольно-надзорной деятельности, включая доступ к единой цифровой системе; внедрение подсистемы «Личный кабинет» сельскохозяйственного товаропроизводителя.

В числе мероприятий регионального уровня планируются следующие: создание цифрового паспорта сельской территории; внедрение электронной похозяйственной книги интегрированной с федеральной системой идентификации животных «Хорриот»; предоставление мер господдержки для размещения товаров на маркетплейсах (OZON, Wildberries, Яндекс.Маркет).

Создание цифрового паспорта каждого сельского поселения позволит в режиме реального времени формировать необходимую аналитическую информацию по всем вопросам, касающимся социально-экономического развития конкретной сельской территории, а также планировать расходование бюджетных средств на поддержку сельских территорий.

Таким образом, основной задачей цифровизации сельского хозяйства является повышение рентабельности и конкурентоспособности сельхозтоваропроизводителей, постоянное и планомерное повышение качества жизни населения, укрепление продовольственной безопасности региона и страны. Важным фактором является то, что на федеральном уровне уже разработано достаточное количество проектов в сфере цифровизации аграрного сектора, не требующего импортного программного обеспечения, что позволит заметно ускорить процессы цифровой трансформации отрасли.

Список источников

1. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gks.ru>. Дата обращения 15.08.2022
2. Официальный сайт Министерства сельского хозяйства РФ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://mcsx.ru>. Дата обращения 09.09.2022
3. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Чувашской Республике [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://chuvash.gks.ru>. Дата обращения 15.08.2022
4. Погодина Т.В., Корнилова Л.М., Леванова Т.А., Хритина М.Е., Иванов Е.А. Цифровые технологии и их роль в инновационном развитии промышленности (2019 г.) Материалы 33-й конференции Международной ассоциации управления бизнес-информацией, IBIMA 2019: Education Excellence and Innovation Management through Vision 2020, стр. 5784-5790
5. Пешкова Г.Ю., Фёдоров К.Ф. Актуальные тенденции и проблемы цифровизации АПК // МНИЖ. 2022. №4-4 (118). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/aktualnye-tendentsii-i-problemy-tsifrovizatsii-apk> (дата обращения: 21.10.2022).
6. Официальный сайт Министерства сельского хозяйства ЧР [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://agro.sar.ru>. Дата обращения 09.09.2022
7. Финансирование инноваций в сельском хозяйстве - основа его цифровизации / Иванов П.А., Корнилова Л.М. // В сборнике: Учет, анализ и аудит в условиях цифровой экономики Материалы Всероссийской научно-практической конференции. 2018. С. 255-261.

© Иванов П.А., 2022

Новые цифровые технологии в молочном животноводстве

Алексей Николаевич Казанцев
Поволжский государственный технологический университет,
г. Йошкар-Ола

Аннотация. В статье показано, что главным в повышении материально-технического обеспечения процесса выработки молока в хозяйствах является высокотехнологичная эффективная система ведения производства. Для повышения производственного потенциала животноводства и модернизации производственных процессов внедряются современные инноваций и агротехнологий. Но, помимо современной техники, производству требуются оптимальные решения. Поэтому, будущее российского животноводства видится в развитии интеллектуальных цифровых систем управления производством, гармонизации взаимодействия всех элементов и связей в сложной биотехнической системе «человек – машина – животное».

Ключевые слова: сельское хозяйство, животноводство, скотоводство, модернизация, технологии, агротехнологии, инновации, нейронные сети

Производство молока в России – одна из важнейших пищевых отраслей. Молочное животноводство участвует в обеспечении продовольственной безопасности страны. Производство молока в России удовлетворяет потребности страны примерно на 80% [2, с. 260]. Поэтому, в последние годы государство всячески поддерживает отрасль. Помощь от правительства заключается во внедрении мер по развитию молочного производства, проведении модернизации на фермах, совершенствовании технологических процессов и племенного животноводства. Однако, к сожалению, стоит признать, предпринимаемых мер все еще не достаточно.

В настоящее время, сдерживающими факторами развития молочного скотоводства в целом по стране, являются необходимость обеспечения высокого уровня агротехнической работы и создания прочной кормовой базы в целях полноценного кормления скота. Кроме того, развитие фермерских хозяйств сдерживается также и тем, что продукция является скоропортящейся и несвоевременная ее реализация приводит к ощутимым потерям. И, наконец, главная причина состоит в том, что производство молока является низкорентабельным видом деятельности [7, с. 178].

Необходимо отметить, что рентабельное ведение молочного скотоводства возможно только в относительно крупных предприятиях, которые имеют достаточно большой производственно-ресурсный потенциал и при этом постоянно его улучшают и повышают уровень интенсивности использования. Предприятия, имеющие высокую степень концентрации труда и капитала, обладают способностью быстро провести модернизацию производства и наладить выпуск высококачественной конкурентоспособной молочной продукции в минимальные сроки.

Современные молочные фермы все больше напоминают высокотехнологичные производства: аграрии активно инвестируют в оборудование и технологии, пытаются увеличить эффективность и снизить затраты на составляющие бизнеса. Для повышения производственного потенциала животноводства и модернизации производственных процессов внедряются современные инноваций и агротехнологий. Но, помимо современной техники, производству требуются оптимальные решения. Каждая из составляющих молочного бизнеса – уход за животными, доение, кормление, генетика – это огромный объем данных, за которым сложно следить вручную. В этих условиях актуализируется использование цифровых технологий и искусственного интеллекта (ИИ) для молочных хозяйств.

Одним из способов реализации ИИ являются нейросети. Использование нейросетей позволяет минимизировать риск человеческого фактора и как правило, осуществлять контроль многих производственных процессов [4, с. 250]. Так, в частности, для контроля выполнения санитарных процедур специалисты Connectome.ai разработали систему контроля выполнения регламента, в основе которой также лежит нейронная сеть. С помощью видеокамер она наблюдает за сотрудниками и собирает данные. Затем нейросеть идентифицирует сотрудников с помощью распознавания лиц, оценивает качество и время мытья рук, применение мыла и дезинфекционного раствора. Система управляет турникетом, и сама принимает решение, пускать или не пускать работника на производство. Обо всех выявленных нарушениях моментально узнаёт руководство. Также значимая область применения нейросетей – контроль качества. Технологии искусственного интеллекта позволяют в реальном времени распознавать дефекты на каждой единице продукции и в реальном времени сообщать о найденных проблемах. Такая система может работать 24/7, не устаёт и не теряет концентрацию. Для сбора данных используются камеры высокого разрешения, устанавливаемые на продуктовую линию [5].

В современных условиях, нейронная сеть имеет возможность следить за передвижением животных, мониторинг и наблюдение за их кормлением, осуществление контроля за здоровьем и настроением животных, автоматизация проверки молока.

Наиболее востребованные сейчас решения связанные с отслеживанием животных во время выпаса на пастбищах и мониторинг и наблюдение за процессом отела у коров или других животных где требуется непрерывное наблюдение, контроль и своевременное оповещение. Решения на основе искусственного интеллекта определяют по камерам какие именно животные когда и как передвигаются, фиксируют все передвижения. Контролируют, чтобы коровы не ушли с пастбища.

Для контроля за здоровьем и настроением животных научная группа российских ученых из петербургского ЛЭТИ создала компьютерную систему для удаленного анализа поведения коров. Программный комплекс при помощи видеокамеры фиксирует каждое движение животного. На основе этих данных компьютер выделяет паттерны поведения, по которым можно оценивать состояние физического и психического здоровья стада. Так, благодаря использованию нейронной сети компьютер умеет мониторить состояние коров по заданному набору характеристик. Это в том числе дыхание, шаги, перемещение, отдельные движения. При желании владелец фермы сможет расширить список интересующих его параметров. При этом, точность анализа состояния коров системой превышает возможности визуального осмотра человеком. Так сельхозпроизводители смогут обнаружить возможные нарушения поведения коров на ранних стадиях и оперативно на них среагировать. В частности, применение системы мониторинга состояния коров поможет вовремя реагировать на возможные заболевания в стаде, увеличит надой молока, повысит продолжительность и качество жизни животных, снизит затраты на ветеринарное обслуживание и корма [6]. Это позволит повысить рентабельность молочного производства. В конечном итоге, нейросети могут стать и обязательно станут надежным инструментом для решения самых сложных задач в руках специалистов. Они научат экономить ресурсы, помогут повысить качество и безопасность выпускаемой продукции, упростят многие процессы на всех этапах производства.

Одно из перспективных направлений развития сейчас является автоматический анализ молока, который состоит из аппаратной части: получение показателей параметров молока и программной части: нейронной сети, которая на основе этих показателей автоматически определяет и отслеживает изменение здоровья коров, а так же готовность к спариванию. Такой комплекс позволяет своевременно предупредить заболевания и экономить на лечении и повысить удои в среднем на 4-7% [1, с. 357].

В России в рыночных условиях сельское хозяйство постепенно возвращается к программно-целевому способу регулирования сельского хозяйства. В настоящий момент молочная отрасль животноводства рассматривается в качестве национального приоритета и

поставлена задача вывести ее на уровень, который позволил бы России использовать ее в качестве конкурентного преимущества на рынках всего мира [3, с. 128].

Резюмируя все вышесказанное, необходимо отметить, что молочная отрасль Российской Федерации в настоящее время находится в не самом лучшем состоянии, но имеется положительная динамика в области ее развития и переориентирования в соответствии с мировыми стандартами. В частности, в молочное скотоводство России в настоящее время внедряются новейшие научные достижения в кормлении и содержании животных, совершенствуются прогрессивные технологии в кормопроизводстве, реально обеспечивающих высокую генетическую продуктивность коров.

Список источников

1. Гусев, А. Ю. Материально-техническая база регионального АПК: проблемы обновления и эффективность использования [Текст] / А. Ю. Гусев, Т. А. Сычева, Н. В. Леонова // Актуальные направления научных исследований для эффективного развития АПК: материалы международной науч. – практ. конф. (Россия, Воронеж, 27 марта 2020г.). – Ч.II. Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ. 2020. – С. 354-359.
2. Кондратьева, О. В. Отрасль молочного животноводства в цифрах [Текст] / О. В. Кондратьева, А. Д. Федоров, О. В. Слинко // Актуальные вопросы молочной промышленности, межотраслевые технологии и системы управления качеством. – 2020. – Т. 1. – № 1 (1). – С. 259-264.
3. Коробков, Е. В. К вопросу о резервах увеличения производства продукции скотоводства [Текст] / Е. В. Коробков, О. И. Зорина, Т. В. Пушкина // Управление инновационным развитием агропродовольственных систем на национальном и региональном уровнях. Материалы II международной научно-практической конференции. 2020. – С. 127-133.
4. Коробков, Е. В. Современные тенденции и перспективы производства молока в мире [Текст] / Е. В. Коробков, А. А. Новикова, М. А. Шкуратова // Теория и практика инновационных технологий в АПК. Материалы национальной научно-практич/ конференции. Воронеж, 2021. – С. 249-257.
5. Прикладное использование нейронных сетей. Нейросети в сельском хозяйстве [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://agrarii.com/prikladnoe-ispolzovanie-nejronnyh-setej> (дата обращения: 10.11.2022)
6. Стадный инструмент: ученые создали систему анализа поведения коров по видео. Нейронная сеть будет следить за здоровьем и настроением животных [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://iz.ru/1100657/denis-gritcenko/stadnyi-instrument-uchenye-sozdali-sistemu-analiza-povedeniia-korov-po-video> (дата обращения: 10.11.2022)
7. Усманова, Е. Н. Скотоводство в современных условиях хозяйствования на примере крупных и мелких хозяйств [Текст] / Е. Н. Усманова // Инновации и достижения науки в сельском хозяйстве. 2019. – С. 178-180.

© Казанцев А.Н., 2022

Научная статья
УДК 712.01+712.03

Перспективы использования цифровых технологий при организации культурфитоценозов

Евгений Андреевич Калинин

Пензенский государственный аграрный университет, г. Пенза

Елизавета Александровна Старостина

Пензенский государственный аграрный университет, г. Пенза

Аннотация. Статья посвящена интеграции цифровых процессов в растениеводство. Рассматривается возможность разработки мобильного приложения для организации культурфитоценозов кормового и декоративного направления.

Ключевые слова: культурфитоценоз, инновации, цифровизация, растениеводство, сельское хозяйство

Prospects for the use of digital technologies when organizing cultural phytocenoses

Evgeny Andreevich Kalinichev

Penza State Agrarian University, Penza

Elizaveta Alexandrovna Starostina

Penza State Agrarian University, Penza

Abstract. The article is devoted to the integration of digital processes in crop production. The possibility of developing a mobile application for organizing fodder and ornamental cultural phytocenoses is considered.

Key words: cultural phytocenosis, innovations, digitalization, crop production, agriculture

Для организации высокопродуктивных кормовых угодий и декоративных травостоев традиционно используется накопленный опыт. Это требует значительных временных и денежных затрат, которые, как правило, отводятся на поиск соответствующей информации в различных литературных и интернет источниках, наем специалистов, ликвидацию ошибок [1-3]. При этом анализ вышеупомянутых источников отнимает много времени, и для человека, который не имеет опыта по созданию определенного вида пастбищ/газонов могут возникнуть трудности.

Как следствие, возникает необходимость в разработке приложения для мобильных гаджетов, которое позволит помочь с организацией как кормовых, так и декоративных культурфитоценозов с дальнейшей отладкой и интеграцией его в производственный сектор.

Научная новизна заключается в том, чтобы объединить накопленный опыт, методологический подход и успешные решения воедино, создав общие концепции, на основе которых будет разработано мобильное приложение.

Данная концепция вписывается в стратегическую программу по обеспечению продовольственной безопасности страны, а также цифровизации производственных процессов в сельском хозяйстве.

Разработка может быть использована как сельскохозяйственным сектором, так и ландшафтными дизайнерами.

1) Приложение будет интересно производителям, занятым в отраслях животноводства и растениеводства. Особо актуальна разработка для мелких и средних хозяйств, она позволит значительно сэкономить как денежные, так и временные ресурсы при создании высокопродуктивных кормовых угодий для выпаса скота, заготовки сена, силоса и сенажа.

2) Приложение будет интересно МУПам, строительным компаниям, ландшафтными дизайнерам и рядовым потребителям, занимающимся ландшафтным озеленением территорий. Оно в значительной мере будет способствовать сокращению времени на поиск информации по организации декоративных культурфитоценозов, помогая избежать финансовых потерь.

На начальном этапе разработка будет представлять собой "облегченную" базовую версию, которую можно протестировать в мелких хозяйствах, после чего фактически можно устранить недостатки и перейти к разработке расширенной версии.

С момента разработки рго-версии и устранения недостатков, приложение может быть доступно для скачивания пользователями.

Для размещения приложения с целью скачивания пользователем планируется создание сайта. В то же время приложение будет загружено в Google play, NashStore и RuMarket.

Для скачивания приложения непосредственно сайта будет предусмотрена бесплатная регистрация.

Список источников

1. Калиничев, Е. А. Интродукция перспективной кормовой культуры фестулолиум (*Festulolium*) в условиях лесостепи среднего Поволжья / Е. А. Калиничев // Наука и Образование. – 2019. – Т. 2. – № 2. – С. 339.

2. Калиничев, Е. А. Совершенствованием приемов возделывания фестулолиума (*Festulolium*) в условиях лесостепи среднего Поволжья / Е. А. Калиничев // Пищевые технологии будущего: инновации в производстве и переработке сельскохозяйственной продукции : сборник статей Международной научно-практической конференции, Саратов, 12–13 марта 2020 года. – Саратов: Пензенский государственный аграрный университет, 2020. – С. 210-212.

3. Пархоменко, С. Г. Моделирование технологических процессов в растениеводстве при использовании цифровых технологий / С. Г. Пархоменко, Г. Г. Пархоменко // Инновации в сельском хозяйстве. – 2018. – № 4(29). – С. 216-223.

© Калиничев Е.А., Старостина Е.А., 2022

Научная статья
УДК 004.5

Результаты создания интеллектуальной системы с использованием нейросетевых технологий для оценки качества яблок при сортировке

**Виталий Александрович Каргин¹,
Владислав Викторович Кишко¹,
Константин Михайлович Усанов²,
Дмитрий Юрьевич Сохинов¹**

¹ФГБОУ ВО «Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ)»

²ФГБОУ ВО «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова»

Аннотация. В настоящей статье приведены некоторые результаты создания интеллектуальной системы с использованием нейросетевых технологий для оценки качества яблок при сортировке и дальнейшей переработки их на сок. Для этих целей предложена система распознавания и классификации яблок, в основе которой используется сверточная нейронная сеть. Приведена предварительная оценка качества нейронной сети.

Ключевые слова: нейросетевые технологии, алгоритмы искусственного интеллекта, сверточные нейронные сети, алгоритм Dropout, проблемы переобучения, графовое представление нейронной сети

Интересами государства выступают, в том числе, обеспечение населения качественной и безопасной пищевой продукцией и развитие производства сырья и продовольствия, соответствующих установленным экологическим, санитарно-эпидемиологическим, ветеринарным и иным требованиям. Поэтому продовольственная безопасность является одним из главных направлений обеспечения национальной безопасности страны и необходимым условием реализации стратегического национального приоритета – повышение качества жизни российских граждан [1].

В период с 2010 по 2018 год самообеспеченность Российской Федерации яблоками выросла на 87% и продолжает расти. Также садоводы отмечают улучшение качества собранных продуктов (рисунок 1).

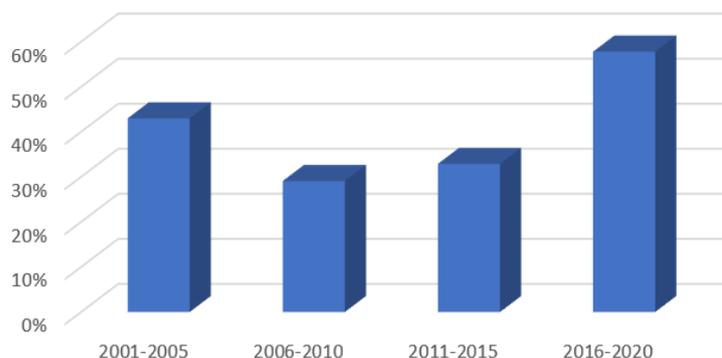


Рисунок 1. Самообеспеченность Российской Федерации яблоками

На конец 2020 года Россия уже могла покрывать больше половины потребности в яблоках, а в 2021 году производство превысило на 2% показатель доктрины продовольственной безопасности, что составляет 60% или около 1,7 миллиона тонн [1].

По информации на 2022 год ожидается рекордный объем урожая яблок. При этом существенного снижения розничных цен на фрукты не предвидится, что обусловлено высокими затратами на производство и введенными в отношении Российской Федерации экономическими санкциями. Таким образом, решение задач по созданию новых и совершенствованию существующих технологий и технических средств, в том числе для оценки качества сырья переработки продукции, представляются актуальными [2-6]

В настоящей статье приведены некоторые результаты создания интеллектуальной системы с использованием нейросетевых технологий для оценки качества яблок при сортировке и дальнейшей переработки их на сок [7].

Разработанная система позволяет, в том числе решать следующие задачи:

- обнаружение поврежденных плодов при профилактическом осмотре садов;
- сортировка плодов на этапе сбора урожая;
- оценка и роботизированная сортировка плодов перед переработкой на производстве.

Задачами обученной модели будет определение непригодных для переработки яблок, так и обнаружение паттернов, присущих некоторым заболеваниям, таких как парша, горькая ямчатость и плодовая гниль (рисунок 2) [8]. Здесь необходимы два набора данных, которые содержат изображения здоровых и поврежденных различными заболеваниями плодов.

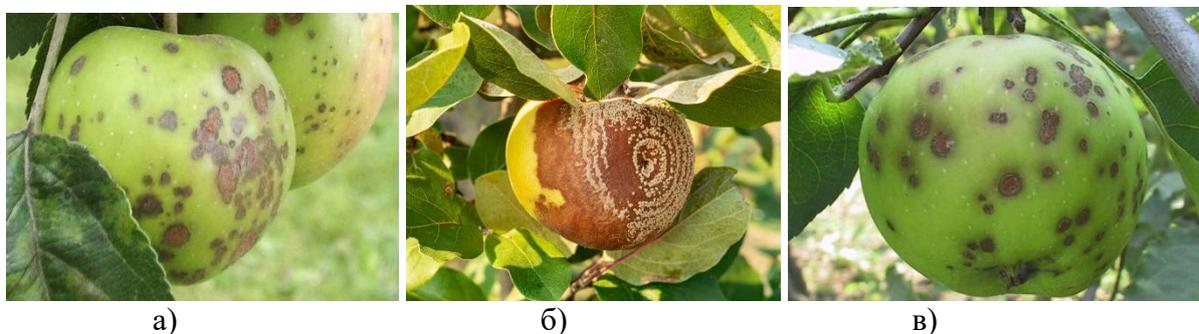


Рисунок 2. Наиболее частые заболевания плодов яблонь: горькая ямчатость (а), плодовая гниль (б), парша (в)

Для создания интеллектуальной системы необходимо решить следующие задачи [9-11]:

- разработать механизм распознавания и классификации яблок использованием машинного обучения;
- с целью выявления ошибок классификации и для оценки качества обучения протестировать нейронную сеть.

В качестве инструментов разработки нейронной сети использовались, в том числе язык программирования *Python*, среда *Jupyter*, библиотеки *TensorFlow* и *Keras*. При обучении сети использовался графический ускоритель *3070 Ti*.

Приведенный код (рисунок 3) – пример классификации, который разделяет обработанный и структурированный массив данных (*DataSet*) на здоровые и поврежденные плоды без точного разделения на заболевания [12].

Для реализации сети были рассмотрены несколько вариантов размеров входных изображений (рисунок 4). При этом, чем больше их размер, тем точнее можно обучить потенциальную сеть. Однако в этом случае для обучения и последующего использования может потребоваться больше вычислительных мощностей.

После обучения и тестирования различных конфигураций сетей было принято решение остановиться на размерности изображений 128x128 пикселей [10,11].

```
data = []
labels = []

# Чтение изображений, нормализация размеров,
# преобразование изображений для последующего использования

for imagepath in ImagePaths:
    image = cv2.imread(imagepath)
    image = cv2.resize(image, (imageSize, imageSize)).flatten()
    image = image.reshape(imageSize, imageSize, 3)
    data.append(image)
    label = imagepath.split('/')[ -2]

    if label == "heal":
        label = [1, 0]
    else:
        label = [0, 1]
    labels.append(label)

data = np.array(data, dtype="float") / 255
labels = np.array(labels)

# сохранение данных

with open(data_set_path, 'wb') as f:
    pickle.dump(data, f, protocol=4)
print("Data saved")

with open(label_set_path, 'wb') as f:
    pickle.dump(labels, f, protocol=4)

data = None
labels = None
print("Labels saved")
```

Рисунок 3. Фрагмент кода для классификации dataset на здоровые и поврежденные плоды



Рисунок 4. Варианты размеров входных изображений

В зависимости от размерности входных изображений целесообразно добавление новых сверточных слоев для поиска и запоминания паттернов во время обучения [11]. На рисунке 5 показано графовое представление разработанной нейронной сети.

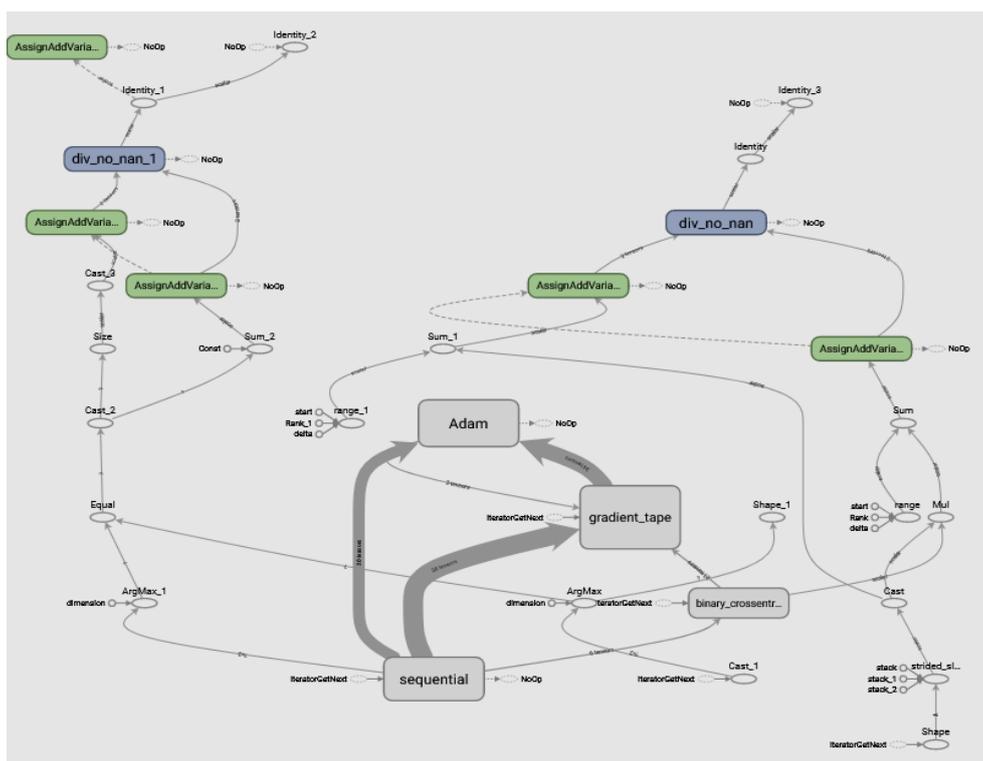


Рисунок 5. Графовое представление нейронной сети

Для исключения переобучения воспользуемся подходом к регуляризации в нейронных сетях [9,11], который помогает уменьшить взаимозависимое обучение добавлением промежуточных *Dropout* слоев (рисунок 6).

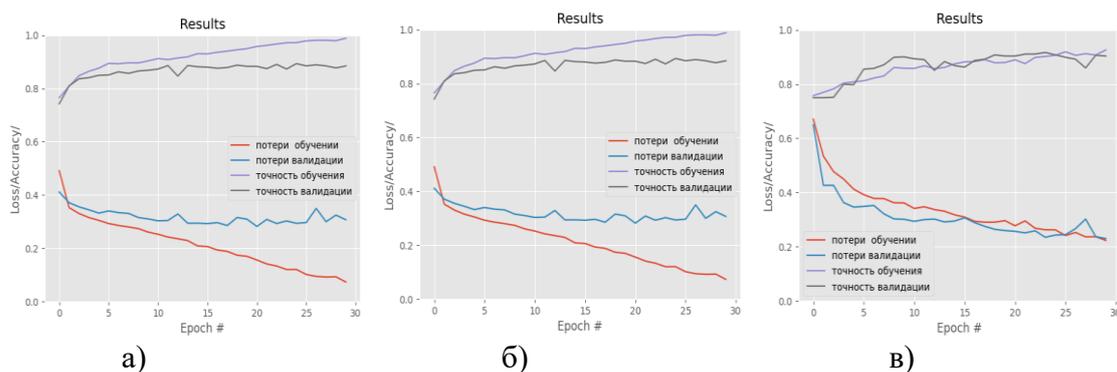


Рисунок 6. Добавление промежуточных *Dropout* слоев в нейронную сеть для исключения переобучения: параметр *Dropout* = 0,2 (а), параметр *Dropout* = 0,3 (б), параметр *Dropout* = 0,5 (в)

Из рисунка 6 следует, что, используя параметр *Dropout* = 0,5, можно добиться минимального значения расхождения между обучающей выборкой и выборкой валидации.

Для обучения сети на подобранном *DataSet* был подключен графический ускоритель, позволяющий производитель тренировки сети не более 30 секунд на одну эпоху в зависимости от внутренней конфигурации сети и объема настраиваемых весов при максимальных размерах изображения 256x256 пикселей. Диапазон настраиваемых параметров сети варьировался от 50 тыс. для 32 пиксельных и до 2,7 млн. параметров для 256 пиксельных изображений.

Количество эпох варьировалось в диапазоне от 20 до 50. Чем больший объем слоёв содержала сеть, тем больше требовалось эпох для достижения приемлемого результата [13,14].

Таким образом, в процессе разработки нейронной сети для оценки качества яблок был определен размер входного изображения, который составил 128x128 пикселей. После тестирования различных конфигураций сетей для последующего использования принята сеть с параметром *Dropout* = 0,5. В процессе обучения получена модель с точностью на валидационных данных примерно в 95%.

Сконфигурированная нейронная модель может использоваться как шаблон и обучаться на других *DataSet* для работы с другими видами фруктов и овощей. Обученная система может использоваться при проектировании роботизированного комплекса для сортировки плодов.

Список источников

1. Доктрина продовольственной безопасности РФ. – Утверждена Указом Президента Российской Федерации от 01 января 2020 г. № 20. <https://mcx.gov.ru/upload/iblock/3e5/3e5941f295a77fdcfed2014f82ecf37f.pdf>
2. Усанов, К.М. Дискретные электромагнитные приводы в процессах и технологиях сельхозпроизводства и АПК : [монография] / К.М. Усанов, В.А. Каргин, А.П. Моисеев, А.В. Волгин. – Саратов: Амирит, 2021. – 184 с.
3. Kargin, V.A. Electromagnetic Strike Action System with Self-Adjustment of Output Energy / V. A. Kargin, A. V. Volgin // 2018 International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern Technologies, FarEastCon, 20184 January 2019 8602647.
4. Kargin, V.A. Adaptive System for Automatic Control of Output Effort of Electromagnetic Sausage-Filler / V. A. Kargin, A. V. Volgin, A. P. Moiseev // 14th International Scientific-Technical conference on actual problems of electronic instrument engineering proceedings APEIE-2018. – Vol. 1. – Part 6. – 44894.
5. Каргин В.А. Автоматизация систем управления технологическими процессами: учебное пособие / В.А. Каргин, А.П. Моисеев, Л.А. Лягина, А.В. Волгин, Е.А. Четвериков. – Саратов: Амирит, 2018. – 177 с.
6. Благовещенская М.М. Адаптивное управление параметрами микроклимата многофункциональной автоматизированной теплицы с интеллектуальной системой

севооборота / Благовещенская М.М., Благовещенский И.Г., Мокрушин С.А., Благовещенский В.Г. // Информатизация и автоматизация в пищевой промышленности. Сборник научных докладов Всероссийской научно-технической конференции. Курск, 2022. С. 66-71.

7. Каргин, В.А. Система управления электромагнитным прессом для отжима сока / В.А. Каргин. – Вестник Алтайского государственного аграрного университета, 2019. № 4 (174). – С. 155-160.

8. Слепченко Л.Г. Вредители плодовых и ягодных культур: / Л.Г. Слепченко. – Гродно : ГГАУ, 2010. – 56 с.

9. Каргин, В.А. Перспективы использования алгоритмов искусственного интеллекта для раннего обнаружения заболеваний сырья растительного происхождения / В.А. Каргин, В.В. Кишко, А.М. Борисевский // Фабрика будущего: переход к передовым цифровым, интеллектуальным производственным технологиям, роботизированным системам для отраслей пищевой промышленности: Сборник научных докладов III Международной конференции - выставки, М.: МГУПП, 2022. – С.142-148

10. Рашид Тарик Создаем нейронную сеть. : Пер. с англ. — СПб. : ООО “Альфа-книга”, 2017. – 272 с.

11. Шолле Франсуа Глубокое обучение на Python. — СПб.: Питер, 2018. — 400 с.: ил. — (Серия «Библиотека программиста»).

12. Лутц М. Программирование на Python, том I, 4-е издание. – Пер. с англ. – СПб.: Символ-Плюс, 2011. – 992 с.

13. Шахла Нивант Машинное обучение и TensorFlow. - СПб.: Питер, 2019. - 336 с.: ил. - (Серия «Библиотека программиста»).

14. Благовещенский В.Г. Применение нейросетевых технологий для управления качеством кондитерских изделий в процессе производства / Благовещенский В.Г., Краснов А.Е., Баженов Е.И., Благовещенская М.М., Мокрушин С.А. // Системы управления и информационные технологии. 2021. № 3 (85). С. 37-41.

© Каргин В.А., Кишко В.В., Усанов К.М., Сохинов Д.Ю., 2022 г.

Научная статья
УДК 63:001.9

Методы формирования и распространения знаний в АПК с помощью цифровых технологий

Ольга Вячеславовна Кондратьева,

Олеся Викторовна Слинко

ФГБНУ «Росинформагротех», п. Правдинский Московской обл.

Аннотация. Рассмотрены механизмы и способы формирования и распространения новых знаний в АПК. Описаны информационные структуры, обеспечивающие внедрение современных информационных технологий в аграрном секторе экономике.

Ключевые слова: распространение, продвижение, новые знания, научная коммуникация, аграрная наука, цифровые технологии

Methods for the formation and dissemination of knowledge in the agro-industrial complex using digital technologies

Olga Vyacheslavovna Kondratieva,

Olesya Viktorovna Slinko

Federal State Budgetary Scientific Institution "Rosinformagrotech", p. Pravdinsky, Moscow Region

Annotation. The mechanisms and methods for the formation and dissemination of new knowledge in the agro-industrial complex are considered. The information structures that ensure the introduction of modern information technologies in the agricultural sector of the economy are described.

Key words: dissemination, promotion, new knowledge, scientific communication, agricultural science, digital technologies

Продовольственная безопасность Российской Федерации зависит от конкурентоспособности и эффективности агропромышленного производства, требуется внедрение современных научных и технических разработок, основанных на последних достижениях науки (новые перспективные сорта и гибриды сельскохозяйственных культур, породы животных, высокопроизводительные машины и оборудование, экономически эффективные формы организации производства, использование современных информационных, в том числе цифровых технологий, и др.). Этому будет способствовать совершенствование механизмов формирования и распространения новых знаний в современных условиях развития общества.

В этой связи важнейшей задачей является воспроизводство новых знаний и тиражирование достижений аграрной науки, их апробация и освоение в производстве.

Новые знания в сфере АПК подразделяются на фундаментальные и прикладные исследования, основные стадии процесса, включающие в себя производство, формирование, распространение, использование и внедрение в производство. Формируются новые знания как в научных и образовательных учреждениях, так и в других высокотехнологичных организациях и предприятиях, использующих и развивающих цифровые технологии.

Ученый не может развиваться без обмена информацией, ему необходимо знать о достижениях в своей области, чтобы идти вперед, владея уже полученными результатами, как базисом, для дальнейшего развития.

Обмен информацией происходит через систему научной коммуникации – процессы и механизмы продвижения научных идей внутри научного сообщества и за его пределами посредством различных каналов, средств, форм и институтов коммуникации [1]. Научная коммуникация является одним из главных механизмов развития и популяризации науки, способом интеллектуального взаимодействия ученых, продвижения результатов научной деятельности и обмена научными знаниями.

Существуют 2 этапа научной коммуникации: первый этап – внутренний (продвижение научных идей и обмен информацией между учеными одной страны); второй этап – внешний (продвижение научного знания за пределы одной страны, взаимодействие с учеными разных стран мира). Передача любой информации осуществляется посредством вербальных, невербальных, технических средств коммуникации [2].

Выделяют следующие виды научной коммуникации: устные (личные беседы, научные споры, дискуссии и т.п.), письменные (научный доклад, научная статья, тезисы, реферат, эссе, стендовый доклад, рецензия и т.п.), через технические средства научной коммуникации (интернет, электронная почта, телефон, скайп, видеоконференции) [3]. Традиционно основными формами обмена информацией между учеными являются публикации в научных изданиях, личное общение на конференциях, съездах, симпозиумах и т.п. Продвижению научных знаний и обмену информацией способствуют тематические базы данных (БД) – включенный в них материал (статьи) становится доступным значительному числу ученых [4].

Новыми знаниями, как и другими ресурсами, необходимо управлять, то есть планировать, организовывать и координировать, мотивировать их использование, учитывать и контролировать, анализировать и регулировать информационные процессы на всех уровнях управления. [5]. В свою очередь, это обуславливает необходимость создания информационной инфраструктуры, обеспечивающей внедрение современных информационных технологий в аграрный сектор экономики.

Распространение знаний в сфере сельского хозяйства Российской Федерации осуществляется различными способами: через документы, книги, журналы; путем пополнения баз данных и баз знаний с телекоммуникационным доступом; посредством выставок, конференций и семинаров; через систему информационно-консультационных служб (ИКС); посредством размещения информации о новых знаниях на сайтах, интернет-платформах, передачи по электронной почте, с использованием библиотек [6].

Наиболее значимым источником и распространителем знаний являются цифровые технологии, которые позволяют контролировать полный цикл производства в растениеводстве и животноводстве – «умные» устройства измеряют и передают параметры почвы, растений, микроклимата и т.д. Все эти данные с датчиков, дронов и другой техники анализируются специальными программами. Мобильные или онлайн-приложения приходят на помощь фермерам и агрономам – чтобы определить благоприятное время для посадки или сбора урожая, рассчитать схему удобрений, спрогнозировать урожай и многое другое.

Интенсивное развитие современных информационных технологий способствует созданию интегрированных справочно-информационных фондов на федеральном, региональном уровнях; разработку и ведение баз и банков данных по различным направлениям деятельности АПК; создание информационно-мониторинговых и экспертных систем [7].

Эффективность деятельности субъектов АПК в значительной мере зависит от того, насколько товаропроизводители информированы о новых технологиях, о ценах на ресурсы и о возможностях их приобретения, о ценах на продукцию и особенностях каналов реализации, о юридической стороне подготавливаемых сделок, о прогнозах развития рыночной ситуации и т.д. [8].

Для управления новыми знаниями необходимо создание информационной инфраструктуры, обеспечивающей внедрение современных информационных технологий в аграрный сектор экономики.

В 2019 г. Министерством сельского хозяйства Российской Федерации разработан ведомственный проект «Цифровое сельское хозяйство», в рамках которого предусмотрен комплекс мероприятий по внедрению цифровых технологий и платформенных решений в АПК [9].

Данный сервис аккумулирует весь массив информации о производственных процессах в области сельского хозяйства, начиная с самых маленьких деталей производства и заканчивая решениями глобальных вопросов всего сельскохозяйственного сектора. Помимо прочего, платформа «Цифровое сельское хозяйство» строит работу на предоставление доступа к информационной системе о контрагенте, а это, в свою очередь, позволяет оперативно проводить проверку предприятий при решении серьезных вопросов, таких как финансирование организаций, осуществление кредитования, страхования. Предполагается, что к 2024 г. это выведет сельское хозяйство на новый уровень развития и позволит сделать технологический прорыв в АПК.

Развитие цифровизации в сельскохозяйственной отрасли одновременно развивается как на федеральном, так и на региональном уровне. На федеральном уровне внедряется в работу сервис информационной системы цифровых систем (ИС ЦС АПК) и другие сервисы Министерства сельского хозяйства Российской Федерации. Другим инструментом цифровизации, который внедряется в субъектах РФ, является создание региональных (специализированных) платформ по предоставлению цифровых сервисов, ключевым из которых является предоставление господдержки в электронном виде, поскольку государственная поддержка по-прежнему остается важным фактором устойчивого развития агропромышленного комплекса страны [10].

На рынке представлено много технологий, которые участвуют в цифровизации сельского хозяйства и все они в равной степени эффективны и важны, их объединяет одна функциональная особенность, они собирают данные. Именно с использованием этих данных можно создать цифровую модель, которая аккумулирует в себе все данные о внесении удобрений, состоянии поля и уборке урожая (полученные с беспилотников), данные с

датчиков уборочной техники, датчиков температуры влажности и т.д. Это позволяет составить точный прогноз и стратегию развития на ближайшее время.

Реализация на практике цифровых технологий требует значительных инвестиций в отрасль, так как необходимо современное оборудование, программное обеспечение и обучение персонала. Отечественный рынок цифровых технологий в АПК уже сейчас оценивается в 360 млрд. рублей, а к 2026 г. он должен вырасти в пять раз.

Активное внедрение цифровых технологий в АПК России может существенным образом повысить эффективность и дальнейшего развития, как отдельных предприятий, так и всей отрасли.

Чтобы российский АПК был конкурентоспособным на мировом рынке сельхозпродукции, наши предприятия должны применять самые современные технологии сельхозпроизводства. Таким образом, целесообразно реализовывать комплексную программу цифровой трансформации АПК России, в рамках которой огромное значение имеет повышение квалификации и профессиональная переподготовка персонала, работающего в АПК.

Список источников

1. Совершенствование методов формирования и распространения новых знаний в АПК: аналитический обзор / Н.П. Мишуков, О.В. Кондратьева, А.Д. Федоров [и др.]. – Москва: ФГБНУ «Росинформагротех», 2021. – 96 с.

2. Скибицкий, Э.Г. Научные коммуникации. – 2019 / Э.Г. Скибицкий. – Текст: электронный. – URL: https://studme.org/resume/322509/pedagogika/nauchnye_kommunikatsii (дата обращения: 22.04.2021).

3. Кондратьева, О.В. Новые знания в эффективности управления аграрного сектора / О.В. Кондратьева, О.В. Слинко // Наука, технологии, кадры – основы достижений прорывных результатов в АПК: сб. материалов Международной научно-практической конференции. – Казань, 2021. – С. 510-519.

4. Решетникова, Е.В. Научные коммуникации: эволюция форм, принципов организации // Современное коммуникационное пространство: анализ, состояние и тенденции развития: Международная научно-практическая конференция (Новосибирск, 22-24 апр. 2014 г.) / Новосиб. гос. пед. ун-т. – Новосибирск: Изд-во НГПУ, 2014. – С. 154-159.

5. Зарубежный опыт распространения новых знаний в сельском хозяйстве / Н.П. Мишуков, О.В. Кондратьева, А.Д. Федоров [и др.] // Техника и оборудование для села. – 2021. – № 1 (283). – С. 38-43.

6. Kondratieva, O.V. Use of information technology in spreading new knowledge in agriculture / O.V. Kondratieva, A.D. Fedorov, O.V. Slinko // Journal of Physics: Conference Series. 2. Ser. «International Scientific and Practical Conference "Information Technologies and Intelligent Decision Making Systems, ITIDMS-II 2021» – 2021. – С. 012026.

7. Кондратьева, О.В. Информационно-консультационное обеспечение регионов страны / О.В. Кондратьева, О.В. Слинко, В.А. Войтюк // Научно-информационное обеспечение инновационного развития АПК: материалы XIII Международной научно-практической интернет-конференции. – Москва: ФГБНУ «Росинформагротех». – 2021. – С. 287-290.

8. Федоров, А.Д. «Умное сельское хозяйство» – потенциал повышения эффективности региональных АПК / А.Д. Федоров, О.В. Слинко // Перспективы развития механизации, электрификации и автоматизации сельскохозяйственного производства: материалы III Международной научно-практической конференции. – Чебоксары, 2021. – С. 445-448.

9. Fedorov, A.D. Zrocess of digital transformation of agrarian economy / A.D. Fedorov, O.V. Kondratieva, O.V. Slinko // Advances in Economics, Business and Management Research. Proceedings of the International Conference on Policies and Economics Measures for Agricultural Development (AgroDevEco 2020). – 2020. – С. 164-169.

10. Kondratieva O.V., Fedorov A.D., Slinko O.V. Use of information technology in spreading new knowledge in agriculture // Journal of Physics: Conference Series, Volume 2001, International

© Кондратьева О.В., Слинько О.В., 2022

Научная статья
УДК 631.347

Отрицательное влияние колеи от широкозахватных дождевальных машин на производственные и экологические показатели

Алексей Владимирович Кравчук¹, Борис Николаевич Бельтиков²

¹ Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов

² ФГБНУ «Волжский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации»,
г. Энгельс, Саратовская область

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы отрицательного влияния образованной колеи на орошаемом поле от дождевальных машин на производственные, экономические, экологические, технико-эксплуатационные показатели. Проводится анализ и выявляются причины появления негативных факторов образования колеи от колес дождевальных машин по ее длине. С целью сокращения отрицательного влияния колеи на экологические и производственные факторы указывается на необходимость принятия положительных конструктивных решений при проектировании и производстве новой широкозахватной дождевальной техники.

Ключевые слова: мелиорация земель, технические средства полива, широкозахватные дождевальные машины, образование колеи, технико-эксплуатационные показатели

Negative impact of the track from wide-span sprinklers on production and environmental indicators

Alexey Vladimirovich Kravchuk¹, Boris Nikolaevich Beltikov²

¹ Saratov State University of genetics, biotechnology and engineering
named after N.I. Vavilov, Saratov

²FGBNU "Volga Research Institute of Hydraulic Engineering and Land Reclamation",
Engels, Saratov region

Abstract. The article discusses the issues of the negative impact of the formed track on the irrigated field from sprinkler machines on production, economic, environmental, technical and operational indicators. The analysis is carried out and the reasons for the appearance of negative factors of the formation of a track from the wheels of sprinklers along its length are revealed. In order to reduce the negative impact of the track on environmental and production factors, it is indicated that positive constructive decisions should be taken when designing and manufacturing new wide-reach sprinkler equipment.

Key words: land reclamation, irrigation equipment, wide-reach sprinkler machines, track formation, technical and operational indicators

В засушливой зоне РФ для повышения продуктивности сельскохозяйственных культур необходимым фактором является орошение посевных площадей. Наиболее эффективным

способом полива в этих условиях является дождевание, при котором применяются широкозахватные дождевальные машины. Однако эксплуатация данной ирригационной техники обусловлена не только получением гарантированного стабильного урожая культур, но и сопряжена с отрицательным воздействием на различные факторы производственного процесса агропромышленного комплекса и состояние поливных земель.

Эксплуатация дождевальных машин требует создания определенного напора подкачивающих насосных станций, забора и пропуска значительного объема поливной воды, потребления электроэнергии, затрата трудовых и вред биоресурсам. Определенные особенности применения технических средств полива в виде широкозахватных дождевальных машин влияют на образование колеи, а это в свою очередь сказывается на эрозии почв, подъеме уровня грунтовых вод, изменении морфологических и биологических свойств почвы [1].

Колея образуется при движении дождевальных машин по орошаемому полю в результате воздействия колёс на почву, путём их смещения в толщу грунта.

Освещение данной проблемы в многочисленных статьях на поливаемых полях с использованием широкозахватной дождевальной техники указывает на данную проблему в орошаемом земледелии и говорит о её актуальности. По данным СтавНИИГиМа при эксплуатации широкозахватной ирригационной техники, в частности, электрической дождевальной машины фронтального передвижения ЭДМФ «Кубань» колёса опорных тележек образуют колеи глубиной до 45 сантиметров и шириной до 75 сантиметров. В связи с таким явлением площадей отчуждения от общей площади колеи на поле от дождевальной машины, коэффициент земельного использования снижается до 0,976 тогда, как нормативные потери посевной площади под колёсами опорных тележек не должны превышать 2% [3].

С аналогичной степенью негативное воздействие на грунт происходит под широкозахватными машинами кругового передвижения, где также отмечается интенсивное образование колеи (рис. 1).



Рисунок 1. Вид образования колеи от движения по полю дождевальной машины кругового действия

Как показывает опыт применения широкозахватных дождевальных машин, в общем случае, основные эксплуатационные характеристики (интенсивность дождя, диаметр капель) и колееобразование изменяются по длине дождевальной машины [2].

Порядок изменения указанных показателей отображены на диаграммах в движении (рис. 2):

По мере готовности машины к поливу она приводится в движение. Алгоритм движения определяется началом перемещения от последней опорной тележки к первой. На момент движения первой опорной тележки на предполагаемой траектории движения колёс почва

максимальное время находится под искусственным дождём, что приводит к значительному воздействию количества влаги в этом месте.

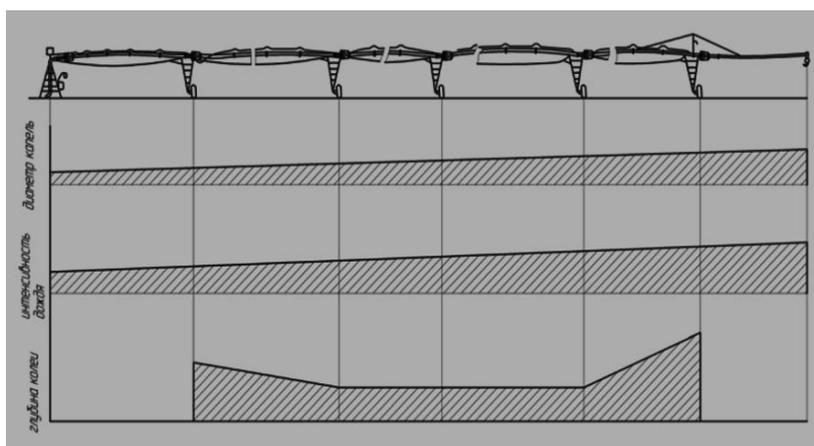


Рисунок 2. Изменение эксплуатационных характеристик и колееобразование при движении дождевальной машины

Неблагоприятные условия зоны движения колёс по почве опорных тележек, размещённых к центру дождевальной машины кругового действия, определяется факторами:

- максимальное статическое воздействие по времени колёс на почву в отличие от колёс периферийных тележек;
- тяговая сила является наиболее касательной по отношению к линии траектории движения колёс опорных тележек.

Максимальные нагрузки на элементы дождевальной машины приходятся на момент последующего запуска поливных средств после остановки. В момент прекращения эксплуатации дождевальной машины происходит самопроизвольный вылив поливной воды от консольной части к центральной тележке, где также наблюдается дополнительное насыщение влагой почвы по длине машины, с изменением объёма от минимального значения к максимальному. Этому процессу дополнительно способствует сток поливной воды в ранее накатанную колею. Статическое действие колёс на почву при избыточной её влажности способствует увязыванию колёс в грунт (рис. 3).



Рисунок 3. Условия начала движения дождевальной машины при последующем запуске

При многочисленных аварийных остановах и последующих запусках дождевальной машины усиливаются факторы процесса образования колеи.

В целом процесс колееобразования при эксплуатации широкозахватных технических средств полива негативно влияет на производственные затраты, экономические, экологические и условия выращивания сельскохозяйственной продукции [4] (табл. 1).

Таблица 1 – Техничко-эксплуатационные показатели от колеи на поле широкозахватных дождевальных машин

№ п/п	Показатели	Наименование	Конкретизация
1.	Снижение КПД	Малый КПД технического средства влечёт пониженные его технико-эксплуатационные характеристики.	1.Снижение эффективности ирригационных мероприятий. 2.Дополнительный расход электроэнергии
2.	Преждевременный износ	Трансмиссии: -редукторов; -карданов; -подшипников -сальников.	1.Финансирование закупки комплектующих, ТО или РР. 2.Потеря продукции при несвоевременном поливе. 3.Наличие
		Электрооборудования: -электродвигатели; -силовой кабель; -элементы электрозащиты.	квалифицированного персонала по ТО и РР 4.Необходимо временной период для проведения технического обслуживания ремонтных работ 5.Утилизация шин, смазочных материалов и т.п.
		Нагрузка на конструктив машины	1.Создание необходимого запаса прочности при проектировании и производстве машины. 2.Из-за излишней нагрузки на конструкцию машины уменьшается срок службы машины.
4.	Эрозия почвы	Сток воды	1.Наносится ущерб окружающей среды, плодородию почвы. 2.Снижается урожайность продукции. 3.Необходимо финансирование мероприятий по восстановлению плодородия почвы. 4.Необходим временной период для восстановления плодородия почвы.

№ п/п	Показатели	Наименование	Конкретизация
5.	Снижение коэффициента земельного использования	Отведение большей площади предназначенной для перемещения дождевальной машины.	Выбывает из производственного процесса сельскохозяйственной продукции часть посевной площади.
6.	Препятствия для использования сторонней техники	Нагрузка на трансмиссию и другие механизмы (системы) автотракторной техники при выполнении сельскохозяйственных мероприятий	1. Финансирование закупки комплектующих, ТО или РР. 2. Временное выбытие автотракторной техники из производственного процесса сельскохозяйственной продукции. 3. Наличие квалифицированного персонала по ТО и РР 4. Необходимо временной период для проведения технического обслуживания ремонтных работ 5. Утилизация шин, смазочных материалов и т.п.

Для минимизации деформации грунта от воздействия колёс дождевальной машины на почву при её эксплуатации предлагается проведение следующих мероприятий по направлениям:

1. Конструктивные решения

- вынос дождевальных аппаратов за зону траектории предполагаемого движения колёс;
- применение шин с большим профилем и малым давлением;
- применение отвалов для отсыпки грунта в колею;
- использование гусеничного хода вместо колёсного.

2. Применение различных технологических приёмов полива

- варьирование норм полива;
- изменение количества проходов технического средства полива;
- изменение скорости движения ирригационной установки;
- комбинированный способ (варьирование норм полива и количества проходов и скорости движения технического средства полива).

Однако вышеуказанные технические и технологические приёмы по минимизации процесса образования колеи колёсами дождевальной машины не являются абсолютно эффективными и имеют ряд недостатков (табл. 2).

Таблица 2 – Недостатки применяемых приёмов по минимизации процесса образования колеи

№ п/п	Мероприятия	Недостатки	Факторы
1.	Конструктивные решения		
1.1.	Вынос дождевальных аппаратов за зону траектории	При наличии ветра происходит снос облака искусственного дождя на траекторию	Решающим фактором являются

№ п/п	Мероприятия	Недостатки	Факторы
	предполагаемого движения колёс	предполагаемого движения колёс ДМ	погодные условия. При ветренной погоде способ является малоэффективным
		При смещение дождевальных аппаратов по длине машины остаются зоны не полива	Существенно уменьшается коэффициент КЗИ
1.2.	Применение шин с большим профилем и низким давлением	Возникает необходимость включения в конструкцию дождевальной машины более мощных и энергоёмких мотор-редукторов, колёсных редукторов,	Ведёт к удорожанию себестоимости ДМ, увеличению металлоёмкости конструктива, возрастает расход энергии для обеспечения её эксплуатации
1.3.	Применение отвалов для отсыпки грунта в колею	Создаётся дополнительная нагрузка на конструктив и трансмиссию ДМ. Не обеспечивает устранение факторов процесса образования колеи	Ведёт к удорожанию себестоимости ДМ, увеличению металлоёмкости конструктива, возрастает расход энергии для обеспечения её эксплуатации
1.4.	Использование гусеничного хода вместо колёсного	Возникает необходимость включения в конструкцию дождевальной машины более мощных и энергоёмких мотор-редукторов, колёсных редукторов, механизмов.	Ведёт к удорожанию себестоимости ДМ, увеличению металлоёмкости конструктива, возрастает расход энергии для обеспечения её эксплуатации
2.	Применение различных технологических приёмов полива		
2.1.	Варьирование норм полива	Уменьшение норм полива ведёт к дополнительному периоду эксплуатации ДМ. Выбор не соответствующей нормы полива негативно сказывается на качестве ирригационных мероприятий.	Возрастает расход энергии для обеспечения её эксплуатации ДМ, дополнительный износ деталей и механизмов

№ п/п	Мероприятия	Недостатки	Факторы
2.2.	Изменение количества проходов технического средства полива	Увеличение количества проходов технического средства полива ведёт к дополнительному периоду эксплуатации ДМ.	Возрастает расход энергии для обеспечения её эксплуатации ДМ, дополнительный износ деталей и механизмов
2.3.	Изменение скорости движения ирригационной установки	Уменьшение скорости полива ведёт к дополнительному периоду эксплуатации ДМ. Задача несоответствующей скорости движения технического средства нарушает качество ирригационных мероприятий.	Возрастает расход энергии для обеспечения её эксплуатации ДМ, дополнительный износ деталей и механизмов
2.4.	комбинированный способ (варьирование норм полива и количества проходов и скорости движения технического средства полива)	Способ сочетает вышеперечисленные недостатки, указанные в разделе 2 настоящей таблицы	Способ сочетает вышеперечисленные факторы, указанные в разделе 2 настоящей таблицы

Вывод: явление образования колеи, при эксплуатации широкозахватных дождевальных машин, представляет собой постоянный процесс, который существенно влияет на эффективность производственного цикла выращивания сельскохозяйственной продукции и окружающую среду. Данный вопрос подлежит дальнейшему всестороннему изучению с целью принятия положительных конструктивных решений при проектировании и производстве новой широкозахватной дождевальной техники с целью сокращения до минимума рассматриваемых потерь и отрицательных явлений.

Список источников

1. Журавлева Л.А. Диссертация на соискание учёной степени доктора технических наук «Ресурсосберегающие широкозахватные дождевальные машины кругового действия»/ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ»/ Саратов 2018, 47-52 с.
2. Кравчук А.В. Особенности использования и конструктивные решения широкозахватной дождевальной техники/ А.В.Кравчук, Бельтиков Б.Н., Загоруйко М.Г., Бессмольная Е.Н. // Аграрный научный журнал №8, 2022 С. 82-84.
3. Гусейн-заде С.Х. Многоопорные дождевальные машины / С.Х. Гусейн-заде, Л.А. Перевезенцев, В.И. Коваленко, В.Г. Луцкий; Под ред. С.Х. Гусейн-заде. - М.; Колос, 122-146 с.
4. ФГБУ «ВолжНИИГиМ» /Технические условия ТУ 28.30.60-001-82670919-2020/ Электрифицированная дождевальная машина ферменная кругового действия «Волга-ФК1» Энгельс 2020, 25 с.

© Кравчук А.В., Бельтиков Б.Н., 2022

Цифровые технологии в сельском хозяйстве и развитие территории в России

Аиша Курманолиевна Кудаяева, Салима Заурбиевна Мурачаева, Залина Мухамедовна Казова

Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет
им. В.М. Кокова,
г. Нальчик

Аннотация. В области инновационных цифровых технологий в 21 веке, скрыт огромный потенциал для экономического роста благодаря точности, автоматизации и новым управленческим навыкам. В значительной степени цифровая трансформация применяется к сельскому хозяйству, главным образом на основе технологического разнообразия сельскохозяйственного производства и сельскохозяйственных культур, а также связанного с этим разнообразия и трудоемкости производственных процессов.

Ключевые слова: цифровизация, сельское хозяйство, АПК, экономика, технологии

Digital technologies in agriculture and territorial development in Russia

Aisha Kurmanolievna Kudaeva, Salima Zaurbievna Murachaeva, Zalina Mukhamedovna Kazova

Kabardino-Balkar State Agrarian University
named after V.M. Kokov,
Nalchik

Annotation. In the field of innovative digital technologies in the 21st century, there is a huge potential for economic growth thanks to precision, automation and new management skills. To a large extent, digital transformation is applied to agriculture, mainly based on the technological diversity of agricultural production and crops, as well as the associated diversity and labor intensity of production processes.

Keywords: digitalization, agriculture, agriculture, economy, technology

Сегодня цифровые технологии охватывают большинство сфер. Исключением не стало и сельское хозяйство – стратегическая для России отрасль. Минсельхоз РФ реализует проект «Цифровое сельское хозяйство», который ставит перед собой амбициозные цели – цифровые технологии должны помочь увеличить производительность сельхозпредприятий вдвое к 2024 году.

Для цифровой трансформации сельского хозяйства необходимы специалисты, обладающие новыми знаниями, а также новые «умные» решения, которые придут им на помощь.

Сегодня использование ИТ в сельском хозяйстве – это не только применение компьютеров. Цифровые технологии позволяют контролировать полный цикл растениеводства или животноводства – «умные» устройства измеряют и передают параметры почвы, растений, микроклимата и т.д. Все эти данные с датчиков, дронов и другой техники анализируются специальными программами. Мобильные или онлайн-приложения приходят на помощь фермерам и агрономам – чтобы определить благоприятное время для посадки или сбора урожая, рассчитать схему удобрений, спрогнозировать урожай и многое другое.

Однако для получения максимального эффекта важно внедрять не только отдельную «умную» технику, но и комплексные решения для автоматизации процессов в агропромышленном комплексе.

Примерно 70% фермерских хозяйств США, Канады и Европы уже используют «умные» технологии для сельского хозяйства. Отечественные аграрии далеки от таких показателей, но спрос на «цифру» повышается. По мнению экспертов, цифровизация поможет агропромышленному комплексу России совершить мощный рывок вперед.

Потенциал цифровизации заключается именно в ослаблении целенаправленных конфликтов, в возможности эффективного развития производственных, организационных и управленческих процессов. Этот результат достигается на основе инновационных технологий за счет узкоспециализированного и целенаправленного применения соответствующих индивидуальных ресурсов для роста производства. Однако цифровая трансформация обеспечивает основу для устойчивого развития в случае одновременного повышения производительности в производственном процессе. Этот аргумент имеет силу не только для производственного процесса, но и для дальнейшей обработки: на основе сбора и обработки данных существует возможность получения ценной релевантной информации в производственном процессе и использования ее для соответствующей оптимизации.

Стандартизация и создание сети данных облегчают двусторонний обмен информацией и содействуют эффекту взаимодействия между представителями одинаковых и различных уровней производства, участников рынка (в т. ч. потребителей) и государственных учреждений. В результате растущего всеобщего давления конкуренции все большее значение приобретает вопрос: кто из заинтересованных участников сможет лучше развить и использовать потенциалы цифровизации.

Цифровую трансформацию не следует рассматривать как самоцель, но как средство, применяемое с целью инновационной оптимизации имеющегося потенциала. Уже намеченное разнообразие сфер применения требует разработки способов цифровых решений, ориентированных на потребности и проблемы, в тесной привязке к практике.

Задача государства должна состоять в создании оптимального нормативного регулирования для развития цифровизации и ее применения. Для этого необходимы стабильные и надежные правовые основы, как напр., действенный и прозрачный закон о защите данных, а также патентное право.

Кроме того, услуги, которые только в случае их централизованного предоставления с помощью государства имеют экономический смысл, и поддержка являются важными государственными задачами. К этому относятся такие меры, как стимулирование предприятий, внедряющих инновации, создание определенной инфраструктуры данных или нацеленная господдержка исследований и развития системы подготовки и повышения квалификации кадров, ориентированной на практику

Однако, на сегодняшний день, многие предприятия оказались в определенной зависимости от зарубежного программного обеспечения. Такие компании как "Джон Дир", "Клаас", "Кейс" и другие, одними из первых присоединились к санкциям и отключили цифровые сервисы в комбайнах и других машинах своего производства. Сразу стали недоступны системы высокоточного позиционирования, параллельного вождения, системы удаленной диагностики и контроля, которые использовались для мониторинга транспорта. Потеря инструментов точного земледелия оказала отрицательное влияние, на такие полевые операции, как посадка культур, внесение удобрений, обработка средствами защиты и т.д., что в итоге плохо отразится на уровне погрешности в работе.

Сейчас специалисты постепенно отходят от шока и активно ищут выход из ситуации.

Сейчас развитие технологий в АПК идет на трех уровнях: отдельные компании, регионы и федеральный уровень. Основной фокус по объемам финансирования направлен на развитие федеральных информационных систем связанных с технологиями в этой сфере. Есть программа «Цифровизация сельского хозяйства» до 2030 года, она довольно обширная, в ней есть много хороших грамотных решений, в том числе по использованию искусственного интеллекта.

Также отечественные разработчики программного обеспечения способны заместить часть импортного софта. На уход системы мониторинга транспорта "Виалон", к которой было

подключено большое количество техники, мы готовы ответить уже сейчас. Системы мониторинга транспорта в стране есть. Одна из самых надежных сделана в Орле. Мы испытывали ее на всей зарубежной сельхозтехнике задолго до последних событий, система лицензирована. Но заместить прикладные программы на импортных комбайнах не получится. Только установить свое оборудование, - отмечает заместитель директора орловской компании, занимающейся спутниковым мониторингом транспорта, Алексей Шкуров.

Что касается автоматизированных систем управления технологическими процессами сельхозпредприятий, систем учета и контроля - тут уже легче. По мнению белгородского эксперта-практика в автоматизации сельхозпредприятий Сергея Зайцева, российские разработчики программного обеспечения могут предложить достойную замену зарубежным решениям не только для коммерческого сектора, но и для государственного управления в сельском хозяйстве.

Также отметим что 21 июля 2022 года стало известно о том, что Министерство сельского хозяйства РФ попросило крупнейших в стране сельскохозяйственных компаний профинансировать 20% стоимости импортозамещения необходимого им производственного программного обеспечения.

Такая мера обсуждалась на совещании представителей Минсельхоза и компаний «ЭкоНива», «Русмолоко», «Таврос», «Агропромкомплектация» и др. Как сообщает «Коммерсантъ» со ссылкой на источник, который принимал участие в этой встрече, чиновники подчеркнули, что необходимо «быстро импортозаместить решения, которые безумно важны для производственных цепочек».

В частности, речь идет о программах Smartbow (позволяет контролировать здоровье и передвижение скота), Cloudfarms (анализирует и управляет данными для свиноферм) и BigFarmNet (позволяет дистанционно контролировать поголовье свиней).

Минсельхоз предлагает начать миграцию на российские решения для управления сельхозпредприятиями. Но их ещё нужно разработать, протестировать, внедрить, а также оперативно организовывать техподдержку. На это нужно несколько лет и большие инвестиции в проекты, пишет газета.

Представители агрокомпаний, у которых уже есть свои ИТ-подразделения и разработчики, попросили Минсельхоз и Минцифры рассмотреть возможность быть правообладателями ПО, на которые они выделяют деньги, даже если государство потом компенсирует большую часть. Это нужно для оперативной поддержки и развития ПО собственными силами агрокомпаний.

Исполнительный директор Ассоциации предприятий компьютерных и информационных технологий (АПКИТ) Николай Комлев называет компенсацию до 80% вложений «хорошим стимулом для того, чтобы предприятия включились в проект», и предсказуемо поддерживает сохранение прав на софт за разработчиками.

Также планируется запустить работу реестра федеральной собственности агропромышленного комплекса России, который позволит объединить разрозненные сведения, упростить аналитическую работу в отрасли и оперативно принимать необходимые решения. В соответствии с пунктом 14 части 1 статьи 21 Федерального закона «О федеральном бюджете на 2022 год и на плановый период 2023 и 2024 годов» 507 млн. рублей выделяется на развитие государственной информационной системы сбора и анализа отраслевых данных «Единое окно» Министерства сельского хозяйства РФ.

В рамках государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия создадут автоматизированную информационную систему реестров, регистров и нормативно-справочной информации, систему мониторинга и прогнозирования продовольственной безопасности Российской Федерации.

В эту часть бюджета заложена и реализация комплексной информационной системы сбора и обработки бухгалтерской и специализированной отчетности сельскохозяйственных товаропроизводителей, цифровизация формирования сводных отчетов, мониторинга и контроля. Не менее важной для отрасли станет и система анализа субсидий на поддержку

агропромышленного комплекса, а также на создание условий для взаимодействия информационных систем Минсельхоза России с Единой информационной платформой национальной системы управления данными.

400 млн. рублей отведено на развитие Единой федеральной информационной системы о землях сельскохозяйственного назначения и землях, используемых или предоставленных для ведения сельского хозяйства в составе земель иных категорий, в рамках Государственной программы эффективного вовлечения в оборот земель сельскохозяйственного назначения и развития мелиоративного комплекса Российской Федерации.

Анализ мирового тренда развития МЭС различного назначения показывает, что в них интенсивно применяются автоматизированные электрические приводы (на асинхронных, синхронных и вентильно-индукционных двигателях, двигателях постоянного тока). На сегодня это направление характеризуется применением десятков миллионов электрических машин.

На сегодняшний день мы вынуждены признать, что зависимость от зарубежного ПО и оборудования в сельском хозяйстве реально существует. Но в целом общая динамика развития не совсем плоха, хотя темпы внедрения могли бы быть выше, особенно со стороны компаний, потому что пока инвестиции в технологии в абсолютных цифрах невелики. В сложившейся ситуации нужно обеспечить разработчикам цифровых решений равные возможности, уделить особое внимание подготовки специалистов высшими учебными заведениями. Сегодня уровень подготовки не успевает за развитием технологий, и молодые специалисты, приходя трудиться на предприятия, не готовы решать задачи, которые ставит перед ними работодатель. Кроме того, на данный момент в учебных планах аграрных вузов в большинстве заложено изучение зарубежных программ и систем.

Цифровая трансформация сельского хозяйства - приоритетное направление в рамках РФ, способствующая устойчивому развитию агропромышленного комплекса, сельских территорий, повышению эффективности фермерских хозяйств.

Список источников

1. Батова А.С., Малухова М.М., Глупова К.Т., Хочуева З.М. Инновационный аспект управления предприятием АПК. В сборнике: АГРАРНАЯ НАУКА - СЕЛЬСКОМУ ХОЗЯЙСТВУ. сборник докладов по Материалам Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием), посвященной 60-летию ФГБНУ "Адыгейский НИИСХ". Адыгейский научно-исследовательский институт сельского хозяйства. Майкоп, 2021. С. 24-28.

2. Батова А.С., Мечукаева А.М., Хочуева З.М. Цифровая трансформация управления персоналом предприятий. в сборнике: социально-экономические системы в условиях глобальных трансформаций: проблемы и перспективы развития. Сборник научных трудов Международной 182 научно-практической конференции. Нальчик, 2021. С. 140-143. «Цифровое обеспечение АПК». 2020. С. 141-143.

3. Кудаева А. К. ИННОВАЦИИ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ РОССИИ. В сборнике: НАУКА И ТЕХНИКА. МИРОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ: материалы XVI международной научно-практической конференции (17 августа 2022г., Санкт-Петербург) Отв. ред. Зарайский А.А. - Издательство ЦПМ "Академия Бизнеса", Саратов 2022. - С. 66-69.

4. Кудаева А. К. ТЕНДЕНЦИИ, ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИКИ РОССИИ В сборнике: РАЗВИТИЕ ЭКОНОМИКИ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ. материалы международной научно-практической конференции. (24 августа 2022г., Санкт-Петербург) Отв. ред. Зарайский А.А. - Издательство ЦПМ "Академия Бизнеса", Саратов, 2022. С. 38-41.

5. Хочуева З.М., Болова М.М. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВИЗАЦИИ АГРАРНОГО СЕКТОРА КАБАРДИНО-БАЛКАРСКОЙ РЕСПУБЛИКИ. В сборнике: Сельскохозяйственное землепользование и продовольственная безопасность. Материалы VII Международной научно-практической конференции, посвященной памяти

Заслуженному деятелю науки РФ, КБР, Республики Адыгея профессора Б.Х. Фиашеву. Нальчик, 2021. С. 289-293.

6. Кунашева З.А., Хочуева З.М., Мечукаева А.М. ВЛИЯНИЕ ЦИФРОВИЗАЦИИ НА ИННОВАЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ ЭКОНОМИКИ В сборнике: СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ В УСЛОВИЯХ ГЛОБАЛЬНЫХ ТРАНСФОРМАЦИЙ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ. сборник научных трудов Международной научно-практической конференции. Нальчик, 2021. С. 181-185.

7. Батова А.С., Мечукаева А.М., Хочуева З.М. ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ПЕРСОНАЛОМ ПРЕДПРИЯТИЙ. В сборнике: СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ В УСЛОВИЯХ ГЛОБАЛЬНЫХ ТРАНСФОРМАЦИЙ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ. сборник научных трудов Международной научно-практической конференции. Нальчик, 2021. С. 140-143. ционное обеспечение АПК". 2020. С. 141-143.

8. Иовлев Г.А., Саакян М.К., Голдина И.И., Несговоров А.Г. Роль цифровизации технического сервиса в повышении эффективности сельскохозяйственного производства// Аграрное образование и наука. 2019. № 2. С. 8.

9. Холманских М.В., Садов А.А., Кибирев Л.К., Вырова О.М. Мониторинг в АПК посредством использования веб сервисов // Научно-технический вестник технические системы в АПК. 2019. № 5 (5). С. 13-19.

10. Варич, М. И. Цифровизация сельского хозяйства в рамках проекта развития сельского хозяйства в Российской Федерации до 2025 года / М. И. Варич, Р. Р. Давлетшин. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2020. — № 2 (292). — С. 354-357. — URL: <https://moluch.ru/archive/292/66225/> (дата обращения: 10.11.2022).

© Кудяева А.К., Мурачаева С.З., Казова З.М., 2022

Научная статья
УДК 338.3:65.06

Внедрение роботизации в сельскохозяйственное производство: риски и перспективы

Елена Германовна Мещанинова, Марина Сергеевна Кононова
Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт им. А.К. Кортунова
ФГБОУ ВО Донской ГАУ,
г. Новочеркасск

Аннотация. В статье рассматривается роботизация сельского хозяйства как составная часть цифровизации АПК. Приводится разработанная авторами классификация сельхозроботов, проведен анализ наиболее сильных производителей робототехники в Европе.

Ключевые слова: робототехника, сельское хозяйство, уборка урожая, сельхозмашины

Introduction of robotics in agricultural production: risks and prospects

Elena Germanovna Meshchaninova, Marina Sergeevna Kononova
Novocherkassk Engineering and Land Reclamation Institute after A.K. Kortunov FSBEI HE
Donskoy State Agrarion University,
Novocherkassk

Annotation. The article discusses the robotization of agriculture as an integral part of the digitalization of agriculture. The classification of agricultural robots is given, the analysis of the most powerful manufacturers of robotics in Europe is carried out.

Keywords: robotics, agriculture, harvesting, agricultural machinery

Введение. Сельскохозяйственное производство имеет свои особенности, поэтому под цифровизацией АПК понимается не только внедрение компьютеров в производственный процесс, но целый комплекс работ без участия человека: планирование посева, расчет корма для скота, автоматизированные поливы и т.д. Минимизацию человеческого труда при выполнении различного вида работ могут обеспечить сельскохозяйственные роботы [1].

Первые исследования по внедрению автоматического управления транспортными средствами в сельское хозяйство начались в 20-х годах прошлого столетия в нескольких зарубежных странах. Их можно считать началом развития сельскохозяйственной робототехники. Следствием таких исследований уже в 50-е – 60-е годы XX века стали автономные сельскохозяйственные транспортные средства.

В нашей стране в середине 70-х годов 20 века в Московском университете инженеров сельскохозяйственного производства им. В.П. Горячкина был сформирован отдел сельскохозяйственной робототехники, так как появилась необходимость в автоматизации сельскохозяйственных процессов, а первоначальные упоминания о сельскохозяйственных роботах в СССР возникли в работе В.И. Васянина «Сельскохозяйственные роботы» в 1984 году [2].

Начатые исследования не получили активного развития ни в нашей стране, ни за рубежом, поэтому работы по созданию роботов сельхозназначения не велись до конца XX века.

Активное развитие сельского хозяйства в текущем столетии, вызванное общим ростом населения и его потребностей, с одной стороны, и постоянным уменьшением работников сельского хозяйства с другой, неблагоприятные экологические последствия, полученные в результате использования искусственных удобрений и ядохимикатов, уменьшение плодородия при использовании больших и мощных сельхозмашин вновь открыло перспективы использования роботов в сельском хозяйстве [3].

Результаты исследования. Традиционная область применения роботов в сельском хозяйстве — это уборка урожая. Новые области применения роботов или дронов в сельском хозяйстве включают: борьбу с сорняками, посев семян, сбор урожая, мониторинг окружающей среды и анализ почвы и т.д. [4]. Авторы предлагают классификацию сельхозроботов по использованию в сельскохозяйственных отраслях (рисунок 1).



Рисунок 1. Классификация использования сельскохозяйственных роботов

Наиболее продвинутыми производителями робототехники для сельского хозяйства считаются DeLaval (Швеция), Fullwood (Великобритания), Insentec (Голландия), Lely (Голландия), GEA Farm Technologies (Германия).

Ярким примером развития сельскохозяйственной робототехники являются Нидерланды, которые в отличие, например, от Германии, не относятся к лидерам рынка робототехники в целом. Наиболее сильные позиции страна занимает как раз в нише сельскохозяйственных роботов [5].

Сельское хозяйство Великобритании также считается одним из самых эффективных в Европе. В сентябре 2017 года в Великобритании собрали первый урожай, выращенный роботами. Учёные автоматизировали все процессы, чтобы доказать, что в современных условиях аграрию не обязательно самому садиться за руль трактора или комбайна. Умная техника самостоятельно высадила, вырастила и убрала ячмень на опытном гектаре. Первый урожай с поля, на которое не ступала нога человека, составил 4,5 тонны зерна.

Использование роботов в сельском хозяйстве позволяет эффективно сочетать интенсивное земледелие и рациональное природопользование [6].

Однако, несмотря на все вышеперечисленное, роботизация в России, как составная часть цифровизации страны развивается медленными темпами, по следующим причинам:

- недостаток квалифицированных кадров для установки и обслуживания робототехники в организациях сельского хозяйства;
- сложность хранения, обслуживания и содержания автономных машин;
- неразвитость инфраструктуры, обеспечивающей внедрение и использование робототехники;
- возможность перекрестного заражения (зерна, сорняков, бактерий и т. д.) при использовании робототехники;
- отсутствие законодательной базы для функционирования автономных систем.

Выводы. Несмотря на перечисленные риски, внедрение роботизации можно рассматривать как один из факторов успешной цифровизации отечественного сельского хозяйства. Цифровая трансформация сельского хозяйства играет значительную роль в экономике страны, поэтому решение задач по обеспечению отрасли программным, техническим и материальным обеспечением необходимо решать в ближайшие годы.

Список источников

1. Ткачева О.А. Цифровизация в сельском хозяйстве как средство обеспечения рационального использования земель // В сборнике: Состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса. Сборник научных трудов XXIV Международной научно-практической конференции. В рамках Агропромышленного форума юга России: выставок «Интерагромаш», «Агротехнологии». 2021. С. 344-345.
2. Шаныгин С.В. О необходимости создания в России сельскохозяйственных роботов // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. 2013. № 1. С. 9-11.
3. Брозгунова Н.П., Кочетыгов А.И., Борзых А.А. Перспективы использования робототехники в агропромышленном комплексе // Наука и Образование. 2019. Т. 2. № 2. С. 312.
4. Скворцов Е.А. Повышение эффективности роботизации сельского хозяйства: автореф. дис. ... канд. экон. наук / УрГАУ. — Екатеринбург, 2018. — 24 с.
5. Кулагин Г.А. Сельскохозяйственная робототехника // Modern Science. 2019. № 12-5. С. 156-160.
6. Недилько Л.А., Мещанинова Е.Г. Эффективность использования земель сельскохозяйственного назначения: понятие, содержание, показатели // Вестник Южно-Российского государственного технического университета (НПИ). Серия: Социально-экономические науки. 2015. № 5. С. 55-61.

Сравнительная характеристика crm-программ в условиях ветеринарного центра

Юлия Алексеевна Мижевикина

Ирина Александровна Лыкасова

ФГБОУ ВО Южно-Уральский государственный аграрный университет,
г. Троицк, Россия

Аннотация. В статье представлены результаты социологического опроса сотрудников центра ветеринарной медицины г. Челябинск. Были заданы вопросы, целью которых являлось выявить уровень важности наличия crm-программы на предприятии. Также, респондентам предлагалось оценить по 5-бальной шкале отдельные возможности и функции сравниваемых программ с целью выявления наилучшей. Был выявлен факт важности наличия системы работы с клиентами, также было установлено, что по ряду критериев программа enote является удобней для деятельности ветеринарной клиники.

Ключевые слова: цифровизация, ветеринария, программное обеспечение, социологический опрос

Comparative characteristics of crm-programs in a veterinary center

Yulia Alekseevna Mizhevikina

Irina Aleksandrovna Lykasova

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education South Ural State Agrarian University,
Troitsk, Russia

Annotation. The article presents the results of a sociological survey of employees of the center of veterinary medicine in Chelyabinsk. Questions were asked, the purpose of which was to identify the level of importance of having a crm program in the enterprise. Also, the respondents were asked to evaluate on a 5-point scale the individual features and functions of the compared programs in order to identify the best one. The fact of the importance of having a system of work with clients was revealed, it was also found that, according to a number of criteria, the enote program is more convenient for the activities of a veterinary clinic.

Keywords: digitalization, veterinary medicine, software, sociological survey

Цифровизация фактически является синонимом современного мира. Цифровые технологии проникли в нашу жизнь на столько, что мы встречаемся с ними ежеминутно, и ветеринарная деятельность не является исключением [2].

Цифровые технологии призваны упростить жизнь человека и улучшить ее качество. Чем шире спектр цифровых услуг, тем выше конкуренция. В связи с этим, целью работы является сравнительная характеристика crm-программ Enote и БИТ:Айболит, применяющихся в деятельности центра ветеринарной медицины г. Челябинск.

Центр ветеринарной медицины – это сеть современных ветеринарных клиник в г. Челябинск. Данное учреждение было создано Дереклеевым Олегом Валентиновичем – ветеринарным врачом еще в 2011 году. Сейчас у клиники несколько филиалов, штат сотрудников из 30 человек (включая обслуживающий персонал), широкий спектр услуг и огромное количество положительных отзывов благодарных хозяев домашних животных. Подтверждение данной информации можно найти на официальном сайте центра.

Среди оказываемых услуг центра: хирургия, травматология, терапия, родовспоможение, урология, онкология, стоматология, вакцинация, чипирование, эвтаназия и т.д., а также работа

ветеринарной аптеки. Клиника постоянно развивается и идет в ногу со временем: используются современные методы диагностики, в лечении применяются современные методы и препараты, также в работе активно применяются цифровые технологии. Центр ветеринарной медицины использует в своей работе следующие цифровые устройства: цифровые термометры, цифровые УЗИ-сканеры, электронные тонометры, цифровые рентгеновские аппараты, цифровые датчики ветеринарного мониторинга, электронные стетоскопы [3].

С момента начала оказания ветеринарных услуг в центре сменилось несколько сgm-программ. В 2021 году был произведен переход с программы БИТ:Айболит на программу Enote, которая используется и на сегодняшний день. Был проведен опрос среди сотрудников центра ветеринарной медицины. Респондентами выступили ветеринарные специалисты, имеющие непосредственное отношение к работе сgm-программы – 24 сотрудника.

Целью опроса респондентов, прежде всего, являлось: определить, положительно или отрицательно повлияло появление цифрового программного обеспечения для работы с клиентами на деятельность ветеринарной клиники (рисунок 1). В результате анкетирования было выявлено, что 75 % сотрудников уверены, что наличие единого цифрового пространства ускорило процесс работы. Среди сотрудников только 25 % опрошенных согласны вернуться к бумажному документообороту.

Среди опрошенных 60 % остаются довольны существующим программным обеспечением, 30 % считают, что существуют существенные недоработки, мешающие рабочему процессу, 10 % выразили недовольство единым информационным пространством.

Следует отметить, что программы Enote и БИТ:Айболит действительно имеют ряд различий, некоторые из которых могли стать причиной, по которой одна программа заменила другую (таблица 1).

Как вы считаете, как повлияло наличие сgm-программ в вашей клинике на трудовой процесс?

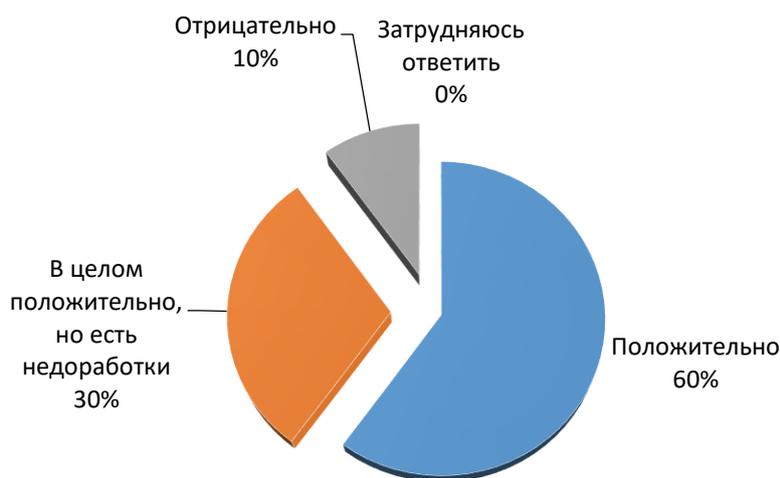


Рисунок 1. Ответы респондентов на основополагающий вопрос исследования

Также, респондентам предлагалось оценить различные возможности и функции программ БИТ:Айболит и Enote по 5-бальной шкале. Результаты наглядно представлены на рисунке 1.

Таблица 1 – Основные различия по функциям сrm-программ enote и БИТ: Айболит

Функции программ	Enote	БИТ:Айболит
Возможность задать задачу для врача	да	нет
Возможность отправить мед карту и рекомендации	да	нет
Возможность загружать фото и видео в программу	да	нет
Возможность добавления системы лояльности для клиентов	да	нет

Большинство сотрудников-респондентов отметили удобство работы сrm-программы Enote.

В программе Enote хранятся и автоматизируются процессы записи клиентов и документооборот с ними; карточки с историями болезней животных; журналы с лабораторными исследованиями; хранятся рентгеновские снимки, схемы лечения с возможностью напоминаний; ведется бухгалтерский учет; в ветаптеке ведется учет цен и количества товаров; обеспечивается работа колл-центра и центра рассылки sms-уведомлений [1].

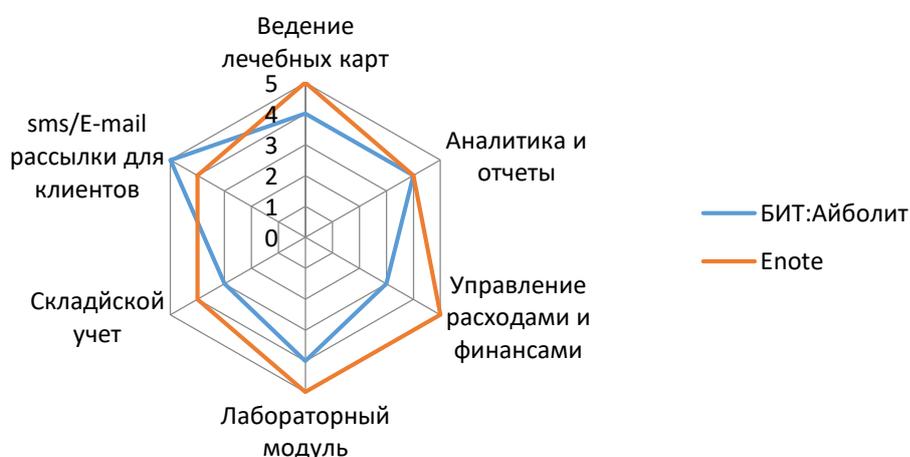


Рисунок 2. Результаты опроса оценки удобства использования сrm-программ

Таким образом, можно сделать вывод, что цифровизация для большинства специалистов – это новый этап в совершенствовании профессиональной работы и получении достоверных результатов. Наличие сrm-программ на предприятии не только ускоряет рабочий процесс, но и значительно упрощает его. Современные владельцы ветеринарных клиник идут в ногу со временем, и стараются предоставить лучшее цифровое программное обеспечение своим сотрудникам. Центр ветеринарной медицины г. Челябинск обоснованно выбрал в качестве программы для работы с клиентами Enote, и считает эту программу одной из лучших.

Список источников

1. Вакуленко О. А., Кумратова А. М., Курносова Н. С. Использование облачных сервисов в ветеринарии // Информационное общество: современное состояние и перспективы развития : сб. материалов IX студен. междунар. форума / Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина. Краснодар, 2017. С. 78-80.
2. Сельское хозяйство в цифровую эпоху: вызовы и решения / Годин В. В., Белоусова М. Н., Белоусов В. А., Терехова А. Е. // E-Management. 2020. № 3 (1). С. 4-15.
3. Челябинский центр ветеринарной медицины : сайт. Челябинск, 2013-2022. URL: <https://centrvetmed.ru/> (дата обращения: 01.11.2022).

© Мижевикина Ю.А., Лыкасова И.А., 2022

**Организация и проведение аукциона по продаже-земельных участков
и аукциона на право заключения договоров аренды земельных участков**

Екатерина Алексеевна Музалевская¹, Петр Владимирович Тарасенко¹, Ирина Владимировна Шмидт^{1,2}

¹ Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова,

г. Саратов

²СГТУ имени Гагарина Ю.А.,

г. Саратов

Аннотация. В статье рассмотрены подготовка и проведение аукциона по продаже земельных участков, аукционов на право заключения договора аренды земельных участков, находящихся в муниципальной собственности, а также в государственной собственности до ее разграничения, посредством торгов.

Ключевые слова: аукцион, земельный участок, государственная собственность, муниципальная собственность

**Organization and holding of an auction for the sale of land plots
and an auction for the right to conclude lease agreements for land plots**

Ekaterina Alekseevna Muzalevskaya¹, Petr Vladimirovich Tarasenko¹, Irina Vladimirovna Shmidt^{1,2}

¹ Saratov State University of genetics, biotechnology and engineering
named after N.I. Vavilov, Saratov

²Yuri Gagarin State Technical University of Saratov,
Saratov

Abstract. The article discusses the preparation and conduct of an auction for the sale of land plots, auctions for the right to conclude a lease agreement for land plots that are in municipal ownership, as well as in state ownership before its delimitation, through bidding.

Key words: auction, land plot, state property, municipal property.

Необходимость в покупке и продаже земельных участков появилась на определенном этапе проведения земельной реформы в России. Поэтому возможность приобретения земельных участков на торгах из земель, находящихся в государственной или муниципальной собственности, можно считать результатом земельной реформы 90-х годов XX века. Земельный кодекс Российской Федерации ввел простые нормы, регулирующие эти вопросы и не противоречащие Гражданскому кодексу РФ.

Статья посвящена детальному рассмотрению процедуры проведения аукционов по продаже земельных участков, находящихся в муниципальной и государственной собственности до ее разграничения, а также аукционов на право заключения договоров аренды таких участков. Также затронута тема эффективности земельных торгов в традиционной очной форме и рассмотрены достоинства перевода их в электронную форму.

Земля может находиться в частной, муниципальной или государственной собственности. Право собственности предусматривает владение, пользование и распоряжение имуществом, право владения позволяет гражданину обладать земельным участком как частью своего имущества.

Продажа участков различного назначения в собственность или аренду возможна путем проведения аукциона. Распоряжаются землей, а также принимают решения о ее продаже, как правило, администрации городов и районов и их структурные подразделения.

Порядок продажи земли регулируется Земельным кодексом РФ, Гражданским кодексом РФ и иными нормативно-правовыми актами. Обязательный этап при заключении договора по продаже или договора аренды земельного участка, который осуществляется муниципальным образованием, – это процедура организации и проведения аукциона. Проведение аукционов регламентируют статьи 39.3, 39.6, 39.11, 39.12, 39.13 Земельного Кодекса РФ [1]. Статья 39.13 ЗК РФ указывает на электронную форму аукциона, за исключением случаев продажи участков гражданам для жилищного строительства, ведения подсобного хозяйства, садоводства, а также крестьянским фермерским хозяйствам для осуществления своей деятельности. До настоящего времени федеральный закон о порядке проведения электронных торгов не принят, поэтому данная статья не применяется.

Приобрести участок для личного пользования, коммерческого строительства, сельхозпроизводства, может большая часть физ. и юр. лиц, за исключением иностранцев, не имеющих гражданства Российской Федерации, а также зарубежных предприятий, в уставном капитале которых более половины вышеуказанных граждан и организаций.

Аукцион проводится согласно законодательству и имеет свои определенные правила. Решение о проведении аукциона принимается уполномоченным органом по своей инициативе, либо по заявлениям граждан или юридических лиц.

Процедура проведения аукциона в статье будет рассмотрена на примере земельного участка площадью 913 м², расположенного в Энгельсском районе, по адресу: Саратовская область, г. Энгельс, ул. Российская, д. 8, с кадастровым номером: 64:50:020809:111, который был продан с аукциона в аренду.

Данный участок относится к категории земель населенных пунктов и предназначен для индивидуального жилого строительства. Рыночная стоимость участка – 163893 руб. Задаток вносится в размере изначальной стоимости участка, т. е. в размере 163893 руб.

Участок имеет прямоугольную форму, на нем допустимо возведение объектов капитального строительства с минимальным количеством этажей – 1, и максимальным – 3. Предельно допустимая высота возводимых зданий и сооружений – 12 метров, а максимальная высота ограждений – 1,8 метра. Конструктивное решение ограждения между данным участком и соседними – устройство проветриваемого ограждения. Отступ застройки от межи, разделяющей соседние участки:

- до стены жилого дома – 3 метра;
- до хозяйственных построек – 1 метр;
- от окон жилых помещений (комнат, кухонь и веранд) до стен дома и хозяйственных построек (сарая, гаража, бани), расположенных на соседних земельных участках – не менее 6 метров.

Отступ застройки от красной линии выполнен в соответствии с техническими регламентами, региональными и местными нормативами градостроительного проектирования.

Вся процедура состоит из следующего:

- 1) прием заявления;
- 2) рассмотрение заявления и принятие решения о проведении аукциона либо отказе в его проведении;
- 3) выдача заявителю соответствующего документа в указанной в заявлении форме.

До принятия решения о проведении аукциона организатору торгов необходимо произвести оценку рыночной стоимости участка или размера арендной платы. Отчет о стоимости готовит независимый оценщик.

Также организатор торгов должен выполнить ряд действий:

- получить от ресурсных организаций информацию о возможности технического подключения объекта, расположение которого планируется на земельном участке, к сетям

инженерных коммуникаций (если планируемое использование земельного участка предполагает строительство);

- начальную цену (начальный размер выкупной стоимости или размер годовой арендной платы за пользование земельным участком);
- сумму задатка;
- условия договора купли-продажи или аренды;
- срок аренды.

Указанный участок, находится в зоне, где возможно произвести подключение к электрическим сетям АО «Облкоммунэнерго», к сетям водоснабжения и водоотведения МУП «Энгельс-Водоканал», к газовым сетям АО «Газпром газораспределение Саратовская область» и тепловым сетям ПАО «Т плюс».

Срок аренды зависит от площади. Участки площадью до 1000 м² предоставляются в аренду на срок 1 год 6 месяцев, больше 1500 м² – на 2 года 8 месяцев, а участки площадью больше 3000 м² – на 3 года 2 месяца. Также срок аренды зависит от вида разрешенного использования. Участок, предназначенный для индивидуального жилого строительства или ведения личного хозяйства, предоставляется на срок до 20 лет, а участок, предназначенный для выращивания зерновых культур – до 49 лет.

Для участия в аукционе заинтересованным в приобретении земельных участков лицам нужно предоставить организатору торгов пакет документов: заявку на участие по установленной форме с указанием банковских реквизитов счета для возврата задатка; копию документа, удостоверяющего личность; подтверждение оплаты). При отсутствии любого из перечисленных документов, у организатора есть право не допускать лицо к участию в аукционе.

Организатор аукциона не имеет права требовать представление иных документов. В отношении заявителей – юридических лиц и индивидуальных предпринимателей организатор аукциона самостоятельно запрашивает сведения о них, содержащиеся в ЕГРЮЛ и ЕГРИП.

Вся информация, касающаяся проведения аукционов, размещается в утвержденных источниках средств массовой информации: в сети «Интернет», в официальном печатном издании местной газеты. Согласно ФЗ № 178-ФЗ «О приватизации государственного и муниципального имущества» [2], информационное сообщение о продаже государственного или муниципального имущества публикуется в утвержденных источниках СМИ не менее чем за 30 дней до дня продажи указанного имущества. Постановление Правительства РФ от 10.09.2012 года № 909 [3] определяет адрес официального сайта РФ в сети Интернет для размещения информации о проведении аукционов – www.torgi.gov.ru [4].

Ход проведения аукциона и его результаты фиксируются в протоколах. Соответствующие протоколы также размещаются на вышеупомянутом сайте – www.torgi.gov.ru. Оригинал протокола о результатах аукциона направляется победителю торгов.

В данном аукционе участвовали 7 человек. Последнее предложение о цене (размере ежегодной арендной платы) составило 1 294 754 руб. 70 коп.

После признания одного из заявителей победителем аукциона, организатор направляет ему уведомление и передает один экземпляр протокола о результатах аукциона под роспись, второй экземпляр протокола о результатах аукциона, остается на хранении у организатора.

Далее после аукциона, в срок не более 30 дней со дня получения победителем договора купли-продажи или аренды земельного участка, соответствующий договор должен быть подписан сторонами. Если этого не произошло, организатор обращается к участнику, который предложил цену на предпоследнем шаге. В случае отказа от заключения договора аренды или договора купли-продажи земельного участка, победитель аукциона включается в реестр недобросовестных участников. Если победитель аукциона в установленный срок не подписывает проект договора, то это считается отказом от заключения договора.

Включение в реестр недобросовестных участников – это лишение права на дальнейшее участия в торгах сроком на два года. Нахождения лица в таком реестре отрицательно влияет на его репутацию и деятельность в сфере предпринимательства, особенно если она связана с

продажей земли. Порядок ведения реестра регламентируется Приказом Федеральной антимонопольной службы России № 247/15 от 14 апреля 2015 года [5]. Реестр недобросовестных участников аукционов опубликован на официальном сайте – www.torgi.gov.ru. Сведения, содержащиеся в нем, должны быть доступны всем гражданам для ознакомления.

Проведение аукционов по предоставлению земельных участков можно считать достаточно справедливым и эффективным способом реализации земель, находящихся в муниципальной или государственной собственности, поскольку аукционы являются открытыми по своей форме, а все участники имеют равные возможности в приобретении земельных участков, где ключевым фактором является степень заинтересованности участника аукциона в приобретении земельного участка, а также в дальнейшем его освоении. Земельные участки, приобретенные на торгах, имеют некоторые преимущества. У них уже уточнены границы, а также имеется техническая возможность подведения необходимых инженерных коммуникаций к объекту недвижимости, расположение которого планируется на земельном участке.

Внедрение аукционов в электронной форме предполагает большую доступность для участников из разных регионов (для участия в аукционе не потребуется личное присутствие участников в месте проведения аукциона, достаточным будет наличие компьютера с доступом в Интернет). Переход земельных торгов в электронную форму обеспечит прозрачность их проведения, а следовательно, и эффективность реализации государственного и муниципального имущества.

Список источников

1. Российская Федерация. Законы. Земельный кодекс Российской Федерации от 25 октября 2001 года № 136-ФЗ. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://internet.garant.ru/>, свободный. [1];
2. Российская Федерация. Законы. Федеральный Закон от 21 декабря 2001 года № 178-ФЗ «О приватизации государственного и муниципального имущества». [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://internet.garant.ru/>, свободный [2];
3. Правительство Российской Федерации. Постановления. Об определении официального сайта Российской Федерации в информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" для размещения информации о проведении торгов и внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации [№ 909 от 10 сентября 2012 года]: [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://internet.garant.ru/>, свободный [3];
4. Федеральная антимонопольная служба России. Приказы. О порядке ведения реестра недобросовестных участников аукциона по продаже земельного участка, находящегося в государственной или муниципальной собственности, либо аукциона на право заключения договора аренды земельного участка, находящегося в государственной или муниципальной собственности, в том числе требованиях к технологическим, программным, лингвистическим, правовым и организационным средствам обеспечения ведения данного реестра [№ 247/15 от 14 апреля 2015 года (ред. от 02.08.2017)]. Режим доступа: <https://internet.garant.ru/>, свободный [5];
5. Официальный сайт Российской Федерации для размещения информации о проведении торгов [Электронный ресурс] – Режим доступа: www.torgi.gov.ru, свободный [4].

© Музалевская Е.А., Тарасенко П.В., Шмидт И.В., 2022

Сетевые вычислительные кластеры в совершенствовании цифровых продуктов и их перспектива

Виталий Валерьевич Панков

Московский финансово-промышленный университет,
г. Москва

Аннотация. Нет ничего нового в том, что пандемия COVID-19 потрясла и продолжает потрясать мир до основания. Помимо ужасающих человеческих жертв, миллионы людей во всем мире потеряли работу, предприятия закрылись, а глобальные цепочки поставок оказались под угрозой. Это лишило многих из нас средств к существованию.

Ключевые слова: монументальные изменения, цифровые продукты, трансформация, разработка, внедрение

Network computing clusters in the improvement of digital products and their perspective

Vitaly Valerievich Pankov

Moscow Financial and Industrial University,
Moscow

Abstract. There is nothing new in the fact that the COVID-19 pandemic has shaken and continues to shake the world to the ground. In addition to the horrendous loss of life, millions of people around the world have lost their jobs, businesses have closed, and global supply chains have been threatened. This has deprived many of us of our livelihoods.

Key words: monumental changes, digital products, transformation, development, implementation

И хотя некоторые из нас сейчас с осторожностью возвращаются в офис, мы, тем не менее, наблюдаем кардинальные изменения в том, как мы думаем почти о каждом аспекте работы — от того, как эффективно общаться с нашими коллегами, до того, как мы делаем свою. с миром после COVID-19. Без легкого доступа к своим фабрикам и лабораториям производители даже переосмысливают то, как они разрабатывают свою продукцию. Это вызвало некоторые драматические и захватывающие изменения и послужит катализатором инноваций.

Получение результата от разработчиков продуктов, маркетологов, бухгалтеров и менеджеров по персоналу к работе из дома является то, что большинство компаний адаптировались так быстро. Хотя можно спорить о роли современного офиса после того, как кризис утихнет, влияние цифровизации на нашу рабочую жизнь неоспоримо. Электронная почта и мессенджеры давно вытеснили большинство бумажных заметок. Teams, WebEx, Zoom и компания сократили нашу потребность в физических встречах. Облако обеспечивает легкий доступ к высокопроизводительным вычислениям, устраняя необходимость в локальных вычислительных кластерах.

Возьмем, к примеру, разработку продукта. Цифровизация модернизировала и ускорила процесс разработки продукта. Лишь несколько продуктов до сих пор рисуются от руки на чертежной доске. Вместо этого цикл разработки — от идеи до проектирования и анализа, производства и эксплуатации — происходит виртуально. Фактически, на ранних стадиях современного жизненного цикла разработки сам продукт является полностью цифровым. С помощью таких технологий, как САПР и моделирование, инженеры могут создавать свой продукт тысячи раз, тестировать его и получать отзывы от клиентов — и все это в безопасной и экономичной цифровой среде. Думайте об этом как о цифровой песочнице [1].

Связь также играет важную роль в цифровой трансформации любой компании. В прошлом заводские инструменты, такие как диспетчерское управление и анализ данных SCADA, и программируемые логические контроллеры ПЛК, были полностью отделены от программного обеспечения для бизнеса, такого как ERP, управление цепочками поставок и жизненным циклом продукции. В эпоху цифровой трансформации эти системы теперь тесно переплетены. Запись в CRM-системе оказывает непосредственное влияние на производственный цех. Цифровая трансформация позволяет производителям воплотить в жизнь подключенное предприятие и дать возможность каждому в своей организации добиться большего.

Этот сдвиг происходит уже несколько лет благодаря гибкости и экономии средств, которые могут предложить эти технологии. Но пандемия COVID-19 ускорила темпы этих монументальных изменений. Физический мир и цифровой мир сливаются. Другими словами, границы между информационными технологиями и операционными технологиями стираются до такой степени, что между ними больше нет значимой разницы.

Это изменение дает производителям огромные преимущества. Например, операторы могут использовать виртуальные среды для лучшего обучения, поскольку каждый сценарий можно смоделировать. Таким образом, можно научиться правильно действовать в сложных ситуациях без реальных последствий и без остановки производства. Во время производства данные интеллектуальных систем могут постоянно использоваться для оценки и улучшения производства. Усовершенствованная аналитика и технология цифровых двойников могут помочь работникам цеха быстро выявлять проблемы и быстрее их устранять.

Тропа данных каждого продукта называется цифровым потоком. Это можно превратить в простые для понимания идеи, чтобы информировать инженеров и операторов о том, как работает или будет работать завод. Прогностическая аналитика помогает людям на местах выявлять и устранять проблемы, связанные с простоями, до того, как они произойдут [3].

Хотя такие технологии, как цифровой двойник и инженерное моделирование, были необязательными десять или два назад, в сегодняшних условиях они необходимы. Возьмите с собой пример симуляция. Хотя индустрия инженерного моделирования существует уже более 50 лет, только в последнее десятилетие компании обратились к этой технологии для решения, казалось бы, неразрешимых проблем. Пример: чтобы физически протестировать все сценарии, с которыми может столкнуться автономный автомобиль, потребуется около 13 миллиардов километров дорожных испытаний для проверки — задача, которую просто невозможно выполнить за всю нашу жизнь. Но моделирование — виртуальное тестирование каждого сценария — может значительно сократить время, необходимое для того, чтобы эти автомобили вышли на дорогу. Это не просто продукты, которые можно моделировать и симулировать. Цифровая трансформация позволяет производителям моделировать и моделировать весь завод.

Моделирование помогает компаниям увеличить продажи и добиться значительной экономии средств. С помощью моделирования компании могут быстро внедрять инновации, легко проверять проектные идеи и сокращать время цикла. Таким образом, вы можете выводить на рынок более качественные продукты и быстрее.

Поскольку это физический продукт в цифровом мире, моделирование можно выполнять где угодно. Инженерам не нужна физическая лаборатория, когда у них есть доступ к моделированию в облаке. Они могут добиться тех же результатов — понять, как их продукт ведет себя в реальном мире — не выходя из дома, если это необходимо. В сегодняшней среде COVID-19, когда ни специалисты отдела разработки, ни их владельцы продуктов не имеют доступа к своим фабрикам и испытательным лабораториям, цифровая инженерия с моделированием становится необходимостью [2].

Экономические трудности, вызванные COVID-19, ощущаются во всех отраслях промышленности по всему миру. Но эта пандемия также дает компаниям возможность переосмыслить свои процессы разработки продуктов.

Умные компании понимают необходимость действовать в трудные экономические времена. Компании, которые инвестируют во время экономического спада, выигрывают, когда

экономика восстанавливается. Сегодняшние инвестиции в цифровизацию окупятся в долгосрочной перспективе — как с точки зрения новаторских разработок продуктов, так и с точки зрения экономического подъема, который станет результатом опережения конкурентов.

В эпоху цифровой трансформации индустрия программного обеспечения для моделирования будет сильно расти во всем мире. Новые технологии, такие как 5G, IoT, электрификация частного транспорта и автономное вождение, требуют моделирования для более быстрого вывода продукта на рынок.

В машиностроении моделируется поведение компонентов в окружающей среде. Влияние параметров материала на свойства продукта в приложении всесторонне анализируется с помощью моделирования. Какое влияние производственные и материальные допуски оказывают на характеристики оптической системы серия директив VDI/VDE 5596 Может ли деталь, изготовленная с использованием аддитивного производства/3D-печати (серия директив VDI 3405), выдерживать механические нагрузки во время работы? И какое механическое напряжение возникает при типичных условиях эксплуатации? Моделирование даст ответы до того, как прототипы будут созданы в дорогостоящих итерационных циклах.

На самом деле моделирование уже не вариант, а необходимость. Моделирование будет использоваться не только в крупных корпорациях, но и на малых и средних предприятиях, которые осознали его потенциал.

Список источников

1. Абросимова М. С. Повышение устойчивости развития региональной экономики России / М. С. Абросимова, В. С. Артемьев // Современная аграрная экономика: проблемы и перспективы в условиях развития цифровых технологий: Материалы Всероссийской научно-практической конференции, Чебоксары, 20 мая 2019 года. – Чебоксары: Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, 2019. – С. 4-11.
2. Артемьев В. С. Риски в контексте обеспечения устойчивого развития региона / В. С. Артемьев, М. С. Абросимова // Молодежь и инновации: Материалы XV Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, Чебоксары, 14–15 марта 2019 года. – Чебоксары: Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, 2019. – С. 462-466.
3. Елисеева С. А. Методологические подходы и процессы внедрения электронного машинного обучения в агропромышленных комплексах / С. А. Елисеева, В. В. Панков // Здоровьесберегающие технологии, качество и безопасность пищевой продукции: Сборник статей по материалам Всероссийской конференции с международным участием, Краснодар, 19 ноября 2021 года. – Краснодар: трубилин, 2021. – С. 70-73.
4. Панков, В. В. Качественное управление в промышленной сфере основными моделями устойчивости НАССР / В. В. Панков // Научно-информационное обеспечение инновационного развития АПК : Материалы XIV Международной научно-практической Интернет-конференции, Московская обл., Пушкинский р-н, рп. Правдинский, 07–09 июня 2022 года. – Москва: Российский научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса, 2022. – С. 315-321.
5. Ушаков М. В. Статистические методы сбора данных в информационно-технологической среде путем снижения энергозатрат для аграрного сектора / М. В. Ушаков, В. В. Панков // Здоровьесберегающие технологии, качество и безопасность пищевой продукции: Сборник статей по материалам Всероссийской конференции с международным участием, Краснодар, 19 ноября 2021 года. – Краснодар: трубилин, 2021. – С. 115-118.
6. Киселев И. Д. Реформирование системного анализа сферы потребления услуг на основе интернет-технологии / И. Д. Киселев, В. В. Панков // Инновационные идеи молодых исследователей для агропромышленного комплекса: Сборник материалов Международной научно-практической конференции, Пенза, 24–25 марта 2022 года. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2022. – С. 72-74.

7. Колупаев С. С. Совершенствование воспроизводственной и информационных структур в государственном и муниципальном управлении / С. С. Колупаев, В. В. Панков // Инновационные идеи молодых исследователей для агропромышленного комплекса: Сборник материалов Международной научно-практической конференции, Пенза, 24–25 марта 2022 года. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2022. – С. 74-76.
8. Мокрушин С.А., Охапкин С.И., Хорошавин В.С. Исследование процесса стерилизации консервной продукции с целью дальнейшей автоматизации // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». 2015. №4. с. 62–72.
9. Мокрушин С.А. Система управления процессом стерилизации на основе ПЛК // Естественные и технические науки. – М.: Издательство «Спутник+», 2010 г. - №4 (48). - с.309-314.
10. Мокрушин, С.А. Анализ управляемости и устойчивости приближенной модели теплопереноса в автоклаве / С.А. Мокрушин, В.С. Хорошавин, С.И. Охапкин, А.В. Зотов, В.С. Грудинин / Вестник Мордовского университета. 2018. Т. 28. № 3. С. 416-428.
11. Якунин С. П. Формирование групп энергосберегающих технологий с учетом технико-экономической целесообразности / С. П. Якунин, Д. А. Басманов, В. С. Артемьев // Студенческая наука - первый шаг в академическую науку : Материалы Всероссийской студенческой научно-практической конференции с участием школьников 10-11 классов, Чебоксары, 14–15 марта 2018 года. – Чебоксары: Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, 2018. – С. 137-140.

© Панков В.В., 2022

Научная статья
УДК 681

Системные платформы для мобильного обеспечения управляемым интерфейсом

Виталий Валерьевич Панков,
Московский финансово-промышленный университет, Москва

Аннотация. Несмотря на то, что прорывные изменения здесь не так просто заметить, производители догадались о ценности сложной среды выполнения. Все больше и больше ученых-компьютерщиков и разработчиков программного обеспечения нанимаются на работу, а также нанимаются эксперты в области авиации, чтобы сделать принципы и опыт разработки ИМА интегрированной модульной авионики применимыми для автомобильного сектора.

Ключевые слова: аппаратные платформы, среда, уровень, архитектура концепция

System platforms for mobile provision of a managed interface

Vitaliy Valerievich Pankov,
Moscow Financial and Industrial University, Moscow

Annotation. Even though the breakthrough changes here are not so easy to notice, vendors have guessed the value of a complex runtime environment. More and more computer scientists and software developers are being hired, as are aviation experts, to make IMA's principles and experience in developing integrated modular avionics applicable to the automotive sector.

Key words: hardware platforms, environment, level, architecture concept

Большинство блоков управления по-прежнему работают с уже установленными уровнями абстракции Autosar и OSEK. Однако с введением новых аппаратных платформ и концепцией хост-компьютера домена необходимость в более совершенных средах выполнения становится

все более очевидной. Из-за правил, касающихся критических с точки зрения безопасности функций, которые по-прежнему считаются чрезвычайно сложными и важными, plug-and-play внедряется на уровне клиента.

Очень скептически, когда дело доходит до информационно-развлекательной системы. Там Android Auto или проприетарная Apple CarPlay гарантируют, что мобильные устройства и их функции могут быть легко интегрированы в архитектуру автомобиля через стандартизированные интерфейсы и могут управляться с помощью операционных режимов. Tesla предприняла первые шаги к критически важным для безопасности функциональным расширениям посредством обновления программного обеспечения после продажи автомобиля. Это обновление включало пост-установку функции автопилота, но Tesla прямо возлагает ответственность в случае аварии на водителя. Из-за отсутствия последовательности в спецификации – каждый под домен определяет по-разному и часто неформально, а большой объем знаний доступен только от поставщиков-исполнителей – предназначен для настройки и защиты функций и требуется обширная ручная работа промежуточного программного обеспечения.

Поскольку согласованной модели всего транспортного средства не существует, конфигурация не может быть создана на уровне среды HiL аппаратное обеспечение в цикле или SiL программное обеспечение в цикле. Это возможно только за счет интеграции всех компонентов интеграция большого взрыва и пошаговых настроек, основанных на «лучших догадках» и опыте разработчиков. Растущее сетевое взаимодействие функций, пересекающих доменные границы, делает этот процесс все более и более сложным. Более глубокий анализ прогнозов на 2022 г. и текущего положения дел можно найти в приложении [1].

К моменту исследования в марте 2022 года появилось «Больше программного обеспечения в автомобиле. Вот почему эта тема также была поднята, но причина, указанная в исследовании относительно того, почему этот тип влечения будет преобладать в предполагаемой перспективе, была другой. Аргумент был сделан с точки зрения автономизации и необходимой красоты [3].

Таким образом, особое внимание уделялось вопросу о том, какая конструкция привода лучше всего интегрируется с разработанной программной архитектурой, чтобы улучшить инкапсуляцию томов всей системы. Эта инкапсуляция рассматривалась как решающий шаг к выявлению автономного вождения. В то же время это также стало возможным использовать средства массовой информации в качестве платформы для создания открытых приложений разработчиков приложений и, таким образом, сделать его частью новой крупной экосистемы. Электропривод с его высоким интеграционным предложением, т. е. может быть использована без использования функции через программный интерфейс, является логичным выбором, однако в то время исследования не касалось вопроса о том, какую роль должен играть сам автомобиль играть в будущем сравнимо с возможностью совершать звонки со смартфона. Чтобы ответить на вышеуказанные вопросы, было изучено, какие компании уже активно работают в автомобильных экосистемах.

Становится ясно, что компании, которые изначально занимались разработкой и производством автомобиля, подвергаются давлению со стороны все большего числа компаний из совершенно разных областей.

Среди этих ИТ-компаний вы найдете группу, которая предлагает Интернет вещей (IoT), включая подключение к облаку и анализ данных как услугу. Другой фокусируется на планировании ресурсов предприятия (ERP), базах данных и сетевых компонентах. Третий сегмент состоит из крупных компаний, которые работают близко к конечному потребителю и в основном предлагают интернет-услуги, такие как социальные сети, электронная коммерция, поисковые системы, медиа контент, смартфоны и т. д., и последняя группа представлена провайдерами мобильных и проводных сетей связи [2].

Что графическое изображение в конечном итоге призвано выразить: автомобиль и трактор больше не может рассматриваться как изолированная сущность. Напротив, если предположить, что каждая из новых компаний надеется открыть новый источник

долгосрочного дохода с их участием, одним из следствий является изменение доли добавленной стоимости. Как будет выглядеть это распределение и выйдет ли автомобильная промышленность победителем или проигравшим, пока полностью открыто.

Список источников

1. Абросимова М. С. Повышение устойчивости развития региональной экономики России / М. С. Абросимова, В. С. Артемьев // Современная аграрная экономика: проблемы и перспективы в условиях развития цифровых технологий: Материалы Всероссийской научно-практической конференции, Чебоксары, 20 мая 2019 года. – Чебоксары: Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, 2019. – С. 4-11.
2. Алексеев, В. А. Снижение энергоёмкости ОАО "Промтрактор" / В. А. Алексеев, В. С. Артемьев, С. П. Колосов // Современные материалы, техника и технологии. – 2017. – № 1(9). – С. 21-26.
3. Артемьев В. С. Риски в контексте обеспечения устойчивого развития региона / В. С. Артемьев, М. С. Абросимова // Молодежь и инновации: Материалы XV Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, Чебоксары, 14–15 марта 2019 года. – Чебоксары: Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, 2019. – С. 462-466.
4. Гаврилов, П. И. Информатизация и регулирование агробизнеса за счёт его стабилизации и развитого для него управления / П. И. Гаврилов, В. В. Панков // Здоровьесберегающие технологии, качество и безопасность пищевой продукции: Сборник статей по материалам Всероссийской конференции с международным участием, Краснодар, 19 ноября 2021 года. – Краснодар: трубилин, 2021. – С. 346-348.
5. Елисева С. А. Методологические подходы и процессы внедрения электронного машинного обучения в агропромышленных комплексах / С. А. Елисева, В. В. Панков // Здоровьесберегающие технологии, качество и безопасность пищевой продукции: Сборник статей по материалам Всероссийской конференции с международным участием, Краснодар, 19 ноября 2021 года. – Краснодар: трубилин, 2021. – С. 70-73.
6. Панков, В. В. Качественное управление в промышленной сфере основными моделями устойчивости НАССР / В. В. Панков // Научно-информационное обеспечение инновационного развития АПК : Материалы XIV Международной научно-практической Интернет-конференции, Московская обл., Пушкинский р-н, рп. Правдинский, 07–09 июня 2022 года. – Москва: Российский научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса, 2022. – С. 315-321.
7. Ушаков М. В. Статистические методы сбора данных в информационно-технологической среде путем снижения энергозатрат для аграрного сектора / М. В. Ушаков, В. В. Панков // Здоровьесберегающие технологии, качество и безопасность пищевой продукции: Сборник статей по материалам Всероссийской конференции с международным участием, Краснодар, 19 ноября 2021 года. – Краснодар: трубилин, 2021. – С. 115-118.
8. Киселев И. Д. Реформирование системного анализа сферы потребления услуг на основе интернет-технологии / И. Д. Киселев, В. В. Панков // Инновационные идеи молодых исследователей для агропромышленного комплекса: Сборник материалов Международной научно-практической конференции, Пенза, 24–25 марта 2022 года. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2022. – С. 72-74.
9. Колупаев С. С. Совершенствование производственной и информационных структур в государственном и муниципальном управлении / С. С. Колупаев, В. В. Панков // Инновационные идеи молодых исследователей для агропромышленного комплекса: Сборник материалов Международной научно-практической конференции, Пенза, 24–25 марта 2022 года. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2022. – С. 74-76.

10. Мокрушин С.А. Система управления процессом стерилизации на основе ПЛК // Естественные и технические науки. – М.: Издательство «Спутник+», 2010 г. - №4 (48). - с.309-314.

© Панков В.В., 2022

Научная статья
УДК: 528

Реестровая ошибка в кадастре и пути ее исправления

Василиса Николаевна Петаева¹, Ирина Владимировна Шмидт^{1,2},
Аксана Анатольевна Царенко²

¹СГТУ имени Гагарина Ю.А.

² Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии
и инженерии имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов

Аннотация. Работа посвящена освещению темы реестровой ошибки, причин её возникновения и пути исправление. Рассмотрение реестровой ошибки на примере земельного участка городской территории, соответствие межевого плана с установленной законом нормой и процесс решения данной проблемы.

Ключевые слова: Реестровая ошибка, межевой план, исправление реестровой ошибки

Registry error in the cadastre and ways to correct it

Vasilisa Nikolaevna Petaeva¹, Irina Vladimirovna Shmidt^{1,2}, Aksana Anatolyevna Tsarenko²

¹Yuri Gagarin State Technical University of Saratov

²Saratov State University of genetics, biotechnology and engineering
named after N.I. Vavilov, Saratov

Abstract. This work is devoted to the coverage of the topic of register error, the reasons for its occurrence and ways to correct it. Consideration of the registry error on the example of the oil refinery, the compliance of the boundary plan with the statutory standard and the process of solving this problem.

Keywords: Register error, boundary plan, correction of register error

Уточнение границы объекта недвижимости, его местоположение определяется путем получения сведений, содержащихся в документе о праве на земельный участок или объект капитального строительства. Если такого документа нет, то исходя из сведений, содержащихся в документах, определявших местоположение границ земельного участка при его образовании [1]. Зачастую местоположение и границы объекта недвижимости (в частности земельного участка) определяется в соответствии с утвержденным в установленном градостроительном законодательстве проектом межевания территории. При отсутствии в утвержденном проекте межевания территории сведений о таком земельном участке его границами являются границы, существующие на местности пятнадцать и более лет. Особенность такая, что данные границы должны быть ограничены естественными или искусственными границами. Еще один из вариантов доказательства существования границ земельного участка является наличие картографической основы, планов местности масштаба 1:5000 и крупнее, которые подтверждают существование объекта недвижимости. Кадастровые инженеры используют в своей работе и отражают эту информацию в заключении кадастрового

инженера также генеральный план территории, проект планировки и проект межевания товарищества собственников недвижимости (бывшее садовое товарищество), планы земельных участков, включаемы в технический паспорт при технической инвентаризации и другие материалы.

Обоснование использования такого рода материалов кадастровый инженер обязан привести в Заключении кадастрового инженера при подготовке межевого плана, например:

- описание конкретных объектов искусственного происхождения, которыми закреплены на местности границы земельного участка (вид объекта, например, забор);
- сведения, обосновывающие существование границ земельного участка на местности пятнадцать и более лет (например, дата создания садоводческого, огороднического или дачного некоммерческого объединения граждан, дата карты (плана), фотопланов местности, с использованием которых определялись границы земельного участка).

Рассмотрим допущенную реестровую ошибку на примере земельного участка, границы которого были определены по фактическому землепользованию (рис. 1).

Предыдущее уточнение границ земельного участка проводилось при плохих погодных условиях, из-за этого качество геодезических работ пострадало, в связи с чем произошло смещение границ земельного участка с последующим некорректным отображением их в базе Единого государственного реестра объектов недвижимости (ЕГРН). Поэтому границы земельного участка, отраженные в ЕГРН, не соответствуют границам земельного участка на местности. Для приведения в соответствие границ земельного участка необходимо исправление реестровой ошибки.



Рисунок 1. Схема расположения земельного участка

Фрагменты допущенной реестровой ошибки при проведении первоначальных геодезических работ представлены на рисунке 2.

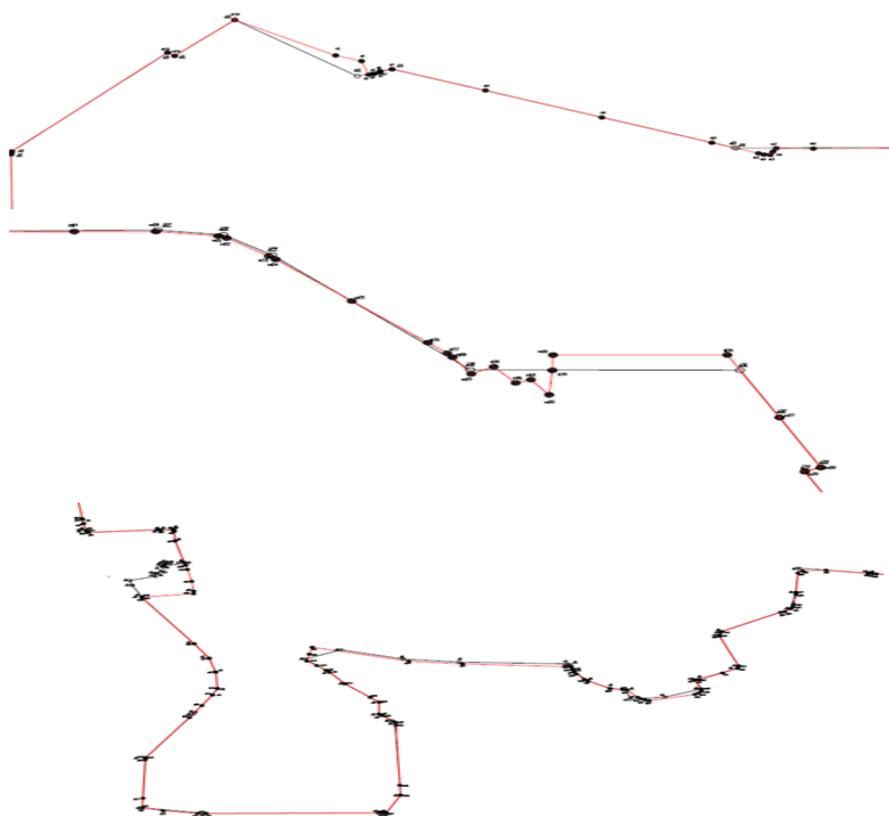


Рисунок 2. Фрагменты границы земельного участка с реестровой ошибкой

Земельный участок расположен в территориальных зонах П-3 (производственная) и ИТ-1 (инженерных и транспортных инфраструктур) (рис. 3). В соответствии с Правилами землепользования и застройки Муниципального образования «Город Саратов» предельные (минимальные и максимальные) размеры земельных участков, расположенных в территориальных зонах П-3 и ИТ-1, не регламентируются [4].



Рисунок 3. Фрагмент Карты градостроительного зонирования г. Саратова

На земельном участке действуют ограничения следующих зон с особыми условиями использования территории:

1. Зона 64.48.2.521 - Санитарно-защитная зона имущественного комплекса Общества с ограниченной ответственностью «Саратоворгсинтез» (рисунок 4);

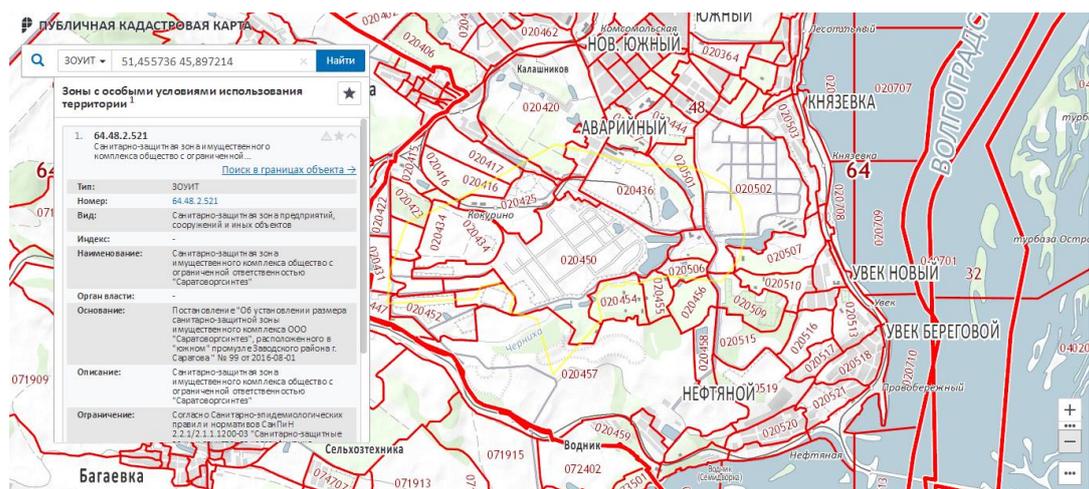


Рисунок 4. Санитарно-защитная зона имущественного комплекса Общества с ограниченной ответственностью «Саратоворгсинтез» (на карте желтым цветом)

2. Зона 64.48.2.538 - Зона с особыми условиями использования территории - охранная зона сооружения - трубопровода осветительного керосина протяженностью 3401 м, литер С26;
3. Зона 64.48.2.539 - Зона с особыми условиями использования территории - охранная зона сооружения - трубопровода от бензонасосной до колодца 1 протяженностью 3172 м, литер С29;
4. Зона 64.48.2.540 - Зона с особыми условиями использования территории - охранная зона сооружения - трубопровода бензина А-72 от бензонасосной протяженностью 3416,3 м литер С28;
5. Зона 64.48.2.542 - Зона с особыми условиями использования территории - охранная зона сооружения - дизелепровода до Увекской нефтебазы протяженностью 3236,6 м.

В результате кадастровых работ были подготовлен межевой план в связи с уточнением границы и площади земельного участка и исправлением реестровой ошибки, площадь земельного участка составил 2671887 кв.м.

Величина погрешности определения площади рассчитывается по формуле (1) и находится в пределах допустимого расхождения с правоустанавливающими документами:

$$\Delta P = 3,5 * 0,1 * \sqrt{P}, \quad (1)$$

$$\Delta P = 3,5 * 0,1 * \sqrt{2671887} = 572,11 \text{ кв. м.}$$

Реестровая ошибка - воспроизведенная в Едином государственном реестре недвижимости ошибка, содержащаяся в межевом плане, техническом плане, карте-плане территории или акте обследования, возникшая вследствие ошибки, допущенной лицом, выполнившим кадастровые работы, или ошибка, содержащаяся в документах, направленных или представленных в орган регистрации прав иными лицами и (или) органами в порядке информационного взаимодействия [1].

Межевой план на сегодняшний день подготавливается в соответствии с приказом Росреестра от 14.12.2021 № П/0592 «Об утверждении формы и состава сведений межевого плана, требований к его подготовке» [2] и состоит из текстовой и графической частей (рисунок 5).



Рисунок 5. Составные части межевого плана

Для постановки на кадастровый учет и внесение изменений в сведениях ЕГРН необходимо подготовить межевой план в формате XML-файла. Схема XML-файла предназначена для формирования электронного документа - межевого плана, в котором воспроизведены определенные внесенные в ЕГРН сведения и указаны сведения об образуемых земельном участке или земельных участках либо о части или частях земельного участка, либо новые необходимые для внесения в ЕГРН сведения о земельном участке или земельных участках.

Документ состоит из набора файлов, упакованных в один ZIP-архив (Пакет). Один Документ соответствует одному Пакету. Имя Пакета должно иметь следующий вид: GKUZU_*.zip, где GKUZU – префикс, обозначающий файл со сведениями Документа; * – уникальный набор символов, соответствующий GUID, указанный в XML-файле (MP/@GUID). На рисунке 6 представлен сформированный и подписанный электронной цифровой подписью XML-файл межевого плана рассматриваемого объекта.

Имя	Дата изменения	Тип
Images	24.08.2017 9:36	Папка с файлами
GKUZU_08f79842-4794-4171-8717-9c0fa6ee78ae.xml	24.08.2017 9:32	Файл "XML"
GKUZU_08f79842-4794-4171-8717-9c0fa6ee78ae.xml.sig	24.08.2017 9:36	Файл "SIG"

Рисунок 6. Созданный и подписанный ЭЦП XML-файл межевого плана

В Пакет должен всегда входить XML-файл, содержащий семантические сведения Документа, а также один или несколько файлов с расширением PDF, XML, ZIP (графические разделы, документы Приложения). Документы Приложения, подготовленные на бумажном носителе, оформляются в форме электронных образов бумажных документов в виде файлов в

формате PDF. Документы Приложения, подготовленные в форме электронного документа, оформляются в виде файлов в формате XML. Архивы документов Приложения оформляются в формате ZIP. XML-файл Документа должен располагаться в корневом каталоге Пакета.

Таким образом, на сегодняшний день создание межевого плана можно полностью автоматизировать с помощью геоинформационных специализированных программ, а для взаимодействия с Росреестром применяется усиленная электронная цифровая подпись.

Таким образом, сведения, содержащиеся в ЕГРН предоставляют не всегда достоверную информацию. Ранее учтенные земельные участки составляют все еще большую часть всех объектов недвижимости, сведения о которых внесены в ЕГРН. Основной проблемой является то, что границы земельных участков были определены способами, не отвечающими точности определения координат, или же, как в случае с рассматриваемым земельным участком реестровая ошибка, по сути, была заложена еще при первичном межевании объекта недвижимости, а после уточнения границ земельного участка в ненадлежащих погодных условиях повторилась. Несоответствие границ земельного участка возникло из-за того, что до этого земельный участок был определен границами по фактическому землепользованию. Из-за всех этих мероприятий пострадало качество геодезических работ, в связи с этим произошло смещение границ земельного участка с последующим некорректным отображением их в базе ЕГРН.

Вследствие этого в данном случае появляется необходимость корректировки границ повторно. Устранить этот недостаток позволили бы комплексные кадастровые работы и полный контроль на каждом этапе работы, так же инициирование исправление реестровой ошибки еще на стадии кадастрового учета или регистрации прав.

Список источников

1. Российская Федерация. Законы. О государственной регистрации недвижимости: Федеральный закон № 218-ФЗ: [принят Государственной Думой 3 июля 2015 года: одобрен Советом Федерации 8 июля 2015 года]. – Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_182661/. – Текст электронный.

2. Приказ Росреестра от 14.12.2021 № П/0592 «Об утверждении формы и состава сведений межевого плана, требований к его подготовке». - Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_413314/. - Текст электронный.

3. Публичная кадастровая карта: официальный сайт. - Режим доступа: <https://pkk.rosreestr.ru/#/search/71.01463138767942,83.88900614826152/4/@180lpkj4j5>. – Текс. Карта: электронные.

4. Администрация МО «Город Саратов»: официальный сайт. – Саратов. - <https://saratovmer.ru/groundusingrules>. – Текст. Карта: электронные.

© Петаева В.Н., Шмидт И.В., Царенко А.А., 2022

Научная статья
УДК 630.181

Актуальные проблемы предоставления лесных участков для проведения изыскательских работ и проведения рубок лесных насаждений на данных участках

Петрунина Д.С., Тарбаев В.А.

Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов

Аннотация. Статья рассматривает основные проблемы проектно-изыскательских работ на лесных участках, а также вопрос рубки лесных насаждений при выполнении таких работ.

Ключевые слова: инженерные изыскания, лесной участок, лесные ресурсы.

Actual problems of providing forest plots for survey work and logging of forest plantations on these sites

Petrynina D.S., Tarbaev V.A

Saratov State University of genetics, biotechnology and engineering named after N.I. Vavilov, Saratov

Annotation. The article considers the main problems of design and survey work on forest plots, as well as the issue of cutting down forest stands when performing such work.

Keywords: engineering surveys, forest area, forest resources.

Инженерные изыскания, согласно п.1 ст.47 Градостроительного кодекса Российской Федерации (далее – ГрК РФ), являются необходимым начальным этапом строительства объектов. Для использования земельных участков в целях выполнения проектно – изыскательских работ требуется оформить правоустанавливающие документы.

При выполнении проектно-изыскательских работ на лесных участках заключаются договоры аренды соответствующих участков. В силу пункта 1 статьи 72 Лесного кодекса РФ (далее – ЛКРФ) по договору аренды лесного участка, находящегося в государственной или муниципальной собственности, арендодатель предоставляет арендатору лесной участок для одной или нескольких целей, предусмотренных статьей 25 ЛК РФ.

Статья 25 ЛК РФ не содержит цели использования лесного участка: «для выполнения изыскательских работ», в то же время, статья 10.1 Федерального закона от 04.12.2006 № 201-ФЗ «О введении в действие Лесного кодекса Российской Федерации» (далее – Федеральный закон от 04.12.2006 № 201-ФЗ) говорит о том, что лесной участок, в том числе расположенный в резервных лесах, может быть предоставлен в аренду для выполнения изыскательских работ без проведения аукциона на срок не более чем один год в соответствии с ЛК РФ и Земельным кодексом РФ в порядке, установленном Правительством Российской Федерации.

Постановлением Правительства РФ №161 от 24.02.2009 утверждено Положение о предоставлении в аренду без проведения аукциона лесного участка, в том числе расположенного в резервных лесах, для выполнения изыскательских работ, пункт 5 которого предусматривает, что для заключения договора аренды лесного участка для выполнения изыскательских работ заинтересованное в получении права аренды лицо представляет в соответствующий орган исполнительной власти или орган местного самоуправления заявление.

Таким образом, законодатель предусматривает право заинтересованных лиц на заключение договора аренды лесного участка в целях проведения изыскательских работ.

В то же время, при обращении в органы исполнительной власти субъектов РФ, уполномоченные на распоряжение лесными участками, на практике складывается следующая ситуация: ввиду отсутствия в статье 25 ЛК РФ такой цели использования лесного участка, как проведение изыскательских работ, органы исполнительной власти субъектов РФ настаивают на необходимости оформления прав для строительства, реконструкции, эксплуатации линейных объектов, при этом в качестве основания для предоставления требуют подготавливать документацию по планировке территории для строительства, реконструкции, эксплуатации линейных объектов и в дальнейшем заключают договоры с указанным видом использования.

Вместе с тем, ст. 41 ГрК РФ не предусматривает разработку документации по планировке территории в целях выполнения изыскательских работ, сами проектно-изыскательские работы не предусматривают использование земельного участка для строительства линейного объекта, поэтому требования п. 2.1. ст. 11.3 ЗК РФ в данном случае не применяются, и в соответствии с п.7 Требований к составу и к содержанию проектной документации лесного участка,

утвержденных Приказом Минприроды России от 03.02.2017 N 54, для использования лесов в целях проведения изыскательских работ, предусмотренного статьей 10.1 Федерального закона от 04.12.2006 № 201-ФЗ, должна подготавливаться только проектная документация лесного участка.

Актуальным на сегодняшний день, также является вопрос возможности рубки лесных насаждений при выполнении изыскательских работ, ввиду отсутствия в лесном законодательстве однозначной трактовки требований к рубке леса и реализации древесины, полученной при выполнении изыскательских работ. Так, Постановление Правительства РФ от 23.07.2009 N 604 (ред. от 17.10.2019) "О реализации древесины, которая получена при использовании лесов, расположенных на землях лесного фонда, в соответствии со статьями 43 - 46 Лесного кодекса Российской Федерации" (вместе с "Правилами реализации древесины, которая получена при использовании лесов, расположенных на землях лесного фонда, в соответствии со статьями 43 - 46 Лесного кодекса Российской Федерации") устанавливается порядок реализации древесины, которая получена при использовании лесов, расположенных на землях лесного фонда, в соответствии со статьями 43 - 46 Лесного кодекса Российской Федерации. Данными нормами не предусмотрен такой вид использования лесов, как «для выполнения изыскательских работ».

Вместе с тем, исходя из норм градостроительного законодательства подготовка проектной документации, а также строительство, реконструкция объектов капитального строительства в соответствии с такой проектной документацией, не допускаются без выполнения соответствующих инженерных изысканий.

Положениями СП 47.13330.2016. Свод правил. Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 11-02-96, утвержденными Приказом Минстроя России от 30.12.2016 N 1033/пр, предусмотрено, что исполнители инженерных изысканий на участках не принадлежащих застройщику (техническому заказчику) на праве собственности или ином законном основании имеют право устанавливать (закладывать) геодезические пункты (центры) и их внешние знаки, осуществлять проходку горных выработок, создавать сети стационарных наблюдений, отбирать пробы почв и грунтов, воздуха, поверхностных и подземных вод, стоков, атмосферных осадков и промышленных отходов, выполнять подготовительные и сопутствующие работы (расчистку и планировку площадок, рубку визирок, строительство водоводов и водосточков, устройство дорог, переездов, переправ и других временных сооружений) при выполнении работ по договору (контракту) с застройщиком (техническим заказчиком).

Согласно приказу Минрегиона РФ от 30.12.2009 N 624 «Об утверждении Перечня видов работ по инженерным изысканиям, по подготовке проектной документации, по строительству, реконструкции, капитальному ремонту объектов капитального строительства, которые оказывают влияние на безопасность объектов капитального строительства», выполняемые инженерные изыскания для подготовки проектной документации, строительства, реконструкции объектов капитального строительства строительными работами не являются.

Таким образом, изыскательские работы, для выполнения которых предоставляются в аренду лесные участки, являются самостоятельным видом работ, которые предшествуют строительной деятельности, но строительством не являются, данная позиция имеет отражение в судебной практике (Постановление четвертого арбитражного апелляционного суда от 22.06.2020 по делу №А19-28664/2019).

Для непосредственного же выполнения изыскательских работ, в том числе в целях передвижения буровой техники, обустройству временных подъездных путей и площадок для складирования древесины требуется рубка лесных насаждений. Но статьи 43-46 ЛК РФ не предусматривают изыскательские работы, как самостоятельный вид работ, а, соответственно, положения пункта 2 статьи 20 ЛК РФ и постановления Правительства РФ от 23.07.2009 N 604 (ред. от 17.10.2019) "О реализации древесины, которая получена при использовании лесов, расположенных на землях лесного фонда, в соответствии со статьями 43 - 46 Лесного кодекса Российской Федерации" не могут быть применены.

В целях же рационального использования лесных ресурсов и исключения дополнительной рубки лесных насаждений для размещения площадок складирования вырубленной древесины целесообразнее применять пункт 1 статьи 20 ЛК РФ, позволяющий самостоятельно реализовывать древесину арендатору участка, предоставленного для выполнения изыскательских работ, как лицу, приобретающему право собственности на древесину и иные добытые лесные ресурсы в соответствии с гражданским законодательством.

Получается, что законодателем не регламентирован порядок проведения рубки лесных насаждений для проведения изыскательских работ и реализации полученной в данном случае древесины, однако из условий Типового договора аренды лесного участка для выполнения изыскательских работ, утвержденного Приказом Минприроды России от 20.12.2017 № 693, а именно пп. б,в п.3.3, пп. в,г,е-к п.4.2, следует, что проведение рубки лесных насаждений на лесном участке, предоставленном для изыскательских работ, допускается при наличии проекта освоения.

Таким образом, законодательство РФ не запрещает рубку лесных насаждений в целях проведения изыскательских работ, но и не регламентирует порядок ее проведения и порядок использования полученной древесины, что приводит к судебным спорам с органами власти субъектов РФ, ответственными за использования лесов.

Учитывая вышеизложенное, считаем необходимым выработку единой правовой позиции по вопросу предоставления лесных участков для проведения изыскательских работ и проведения рубок лесных насаждений на данных участках и отражению ее в нормативно-правовых актах РФ, а именно внесению изменений в ст. 25 ЛК РФ, указав такой вид использования, как проведение изыскательских работ, что обеспечит также разрешение вопроса о рубке и реализации древесины на арендованных лесных участках.

Список источников

1. Российская Федерация. Законы. Земельный кодекс Российской Федерации [Электронный ресурс]: [федер. закон: принят Гос. Думой 28 сен. 2001 г.: по состоянию 7 октября 2022 г.] – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>, свободный.

2. Российская Федерация. Законы. Градостроительный кодекс Российской Федерации [Электронный ресурс]: [федер. закон: принят Гос. Думой 22 декабря 2004 г. по состоянию на 4 ноября 2022 г.] – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>, свободный.

3. Российская Федерация. Законы. Лесной кодекс Российской Федерации [Электронный ресурс]: [федер. закон: принят Гос. Думой 8 ноября 2006 г. по состоянию на 30 декабря 2021 г.] – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>, свободный.

© Петрунина Д.С., Тарбаев В.А., 2022

Научная статья
УДК 929

Современные технологии при проведении кадастровых работ

Екатерина Ивановна Попова

Марковский сельскохозяйственный техникум-филиал Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов

Аннотация. В статье представлены современные технологии при проведении кадастровых работ, которые предполагают использование высокоточных геодезических приборов. Применение GPS технологий дает более точное определение координат местоположения объектов недвижимости, высокую экономическую эффективность.

Ключевые слова: Кадастровый инженер, программное обеспечение, ГИС, 3D-модель, Полигон, ПО «Аргон», ПО «Технокад-Гео», «Технокад-Экспресс», геодезические приборы, земельные участки, эффективность

Modern technologies in carrying out cadastral works

Ekaterina Ivanovna Popova

Marks Agricultural College-branch of Saratov State University of genetics, biotechnology and engineering named after N.I. Vavilov, Saratov

Abstract. The article presents modern technologies for cadastral work, which involve the use of high-precision geodetic instruments. The use of GPS technologies provides a more accurate determination of the coordinates of the location of real estate objects, high economic efficiency.

Key words: Cadastral engineer, software, GIS, 3D model, Polygon, Argon software, Technokad-Geo software, Technokad-Express, geodetic instruments, land plots, efficiency

Развитие инновационных технологий в нашей стране имеет первостепенное значение. Сфера кадастровой деятельности не стала исключением. Исследования в этой области носят как теоретический, так и прикладной характер.

Актуальность и точность кадастровых данных зависит от эффективности управления земельными ресурсами, а также от подготовки необходимой информации кадастровыми инженерами. В рыночных условиях кадастровая информация, получаемая в результате кадастровой деятельности, создает в государстве и обществе основу для формирования инновационного климата, реализуемого через инновационные технологии.

Мной были выделены основные документы в работе кадастрового инженера: межевой план; технический план; карта (план) объектов землеустройства; проект межевания; схема расположения земельного участка на кадастровом плане территории (КПТ); акт обследования.

В последнее время наблюдаются технологические прорывы в области автоматизации кадастровых работ, в частности, появились инновационные технологии сбора, обработки и предоставления информации. Одним из основных направлений инноваций в области кадастра недвижимости является действующее программное обеспечение кадастрового инженера, при помощи которого не только сокращаются временные издержки на выполнение кадастровых работ, но и существенно облегчается деятельность кадастрового инженера. Для кадастровых инженеров необходимо специальное программное обеспечение, которое позволяет:

- учитывать и изменять пространственные данные;
- готовить кадастровую документацию;
- подписывать документы;
- подавать заявления в Росреестр.

Особое значение инновационные технологии приобретают в кризисные переходные периоды, когда практически полностью меняются производственные технологии и возникает острая необходимость в модернизации кадастрового и иного производства и управления всеми сферами общественной жизни, в их трансформации в новое состояние, адекватное национальной идее (переход к инновационной экономике). Различные виды кадастровых работ имеют специфичные выходные документы. Например, кадастровые работы с земельными участками (ЗУ), по нашему мнению, можно разделить на две большие группы: работы по образованию и работы по внесению изменений в существующие характеристики земельного участка, которые в зависимости от способа и особенностей процесса кадастровых работ подразделяются на конкретные виды. Кадастровые работы с объектами капитального строительства различаются в зависимости от типа, а также от вида действия с объектом. Выходными документами могут быть как технический план, так и акт обследования, цель последнего предоставить информацию для снятия здания, сооружения, помещения или объекта незавершенного строительства (ОНС) с кадастрового учета. Документом,

отражающим основные данные объектов землеустройства, необходимые для внесения сведений в государственный кадастр недвижимости, является карта (план) объектов землеустройства. Особенности формирования данного документа также зависят от вида объекта, для которого он составляется. Также необходимо отметить, что для подготовки межевого плана по выделу земельного участка в счет доли необходимо сформировать проект межевания, который также относится к кадастровой документации, хотя имеет только утвержденный бумажный вариант. Последним видом кадастровой документации, которую может подготовить кадастровый инженер, является схема расположения земельного участка на кадастровом плане территории. Данный документ необходим для образования земельного участка из земель государственной или муниципальной собственности, утверждает его исполнительный орган государственной власти или орган местного самоуправления.

Можно выделить несколько этапов развития программного обеспечения и на каждом из них, так называемый, стэк-технологий — набор одновременно используемых технологий.

Информационная система, оперирующая пространственными данными — геоинформационная система.

На сегодняшний день нет информационных геосистем, представляющей возможность работы с пространственными данными и поэтажными планами через браузер, таким образом программное обеспечение этого вида представляет собой классическое «настольное».

В 3D-модели объекта недвижимости будь то модель здания, сооружения или объекта незавершенного строительства, имеющее пространственное описание конструктивных элементов, в виде электронного документа в одном из рекомендуемых форматов DXF, RVT, PLN, SKP.

Веб-сервисы для кадастровых инженеров «Полигон», разработанные не государственной или муниципальной структурой, а частной организацией. Данный сервис стал постоянным подручным инструментом многих кадастровых инженеров.

Программное обеспечение «АРГО» имеет ряд преимуществ, такие как редактор шаблонов и клиент-серверная архитектура.

Программное обеспечение разработанное на основе ГИС ObjectLand - «ПКЗО», необходима для кадастровой деятельности, а именно формирования и проверки документов, импорта и экспорта данных в форматы XML, CSV, MIF, SHP, DXF, построений схем и чертежей на нескольких листах и многое другое.

Программное обеспечение «Полигон Про» подразумевает несколько отдельных программ для кадастрового инженера, каждая из которых представляет собой самостоятельный набор инструментов для узкого перечня задач.

Специализированный программный продукт «Технокад-Гео» для подготовки графической части межевых, технических планов, карт (планов), схем расположения земельных участков на кадастровом плане территории и иных документов. Отличительной чертой программы является интеграция с флагманским программным обеспечением ТехноКад-Экспресс, это позволяет еще на этапе построения графика создавать проект итогового документа (межевого и технического плана).

Программный комплекс «Технокад-Экспресс», предназначен для выполнения цикла кадастровых работ от запроса сведений до регистрации прав на объекты недвижимости. Программное обеспечение удобно тем, что в него встроен функционал по простой отправке созданных документов в Росреестр, а также по быстрой передаче проектов документации от одного сотрудника другому в локальной сети, что позволяет более гибко организовать производственный процесс.

Все описанные программные комплексы в той или иной степени удовлетворяют потребности действующего кадастрового инженера. Выбор конкретной программы зависит от финансовых возможностей, личных предпочтений, а также уровня компьютерной грамотности кадастрового инженера, в том числе в сфере ГИС-технологий. Каждый из представленных программных комплексов постоянно совершенствуется, упрощая, модернизируя и оптимизируя действия кадастрового инженера при формировании

кадастровой документации. Однако не стоит забывать, что какой бы «умной» ни была программа, главное, какой специалист ею пользуется, ведь именно от его квалификации, опыта и умения зависит не только корректность и правильность создаваемых им кадастровых документов, но и вся его деятельность.

Список источников

1. ИПС «Консультант Плюс»
2. Землеустройство и кадастры недвижимости. Материалы международного научно-практического форума, посвященного 235-летию со дня основания Государственного университета по землеустройству./Под редакцией С.Н.Волкова, В.В. Вершинина. ГУЗ.-М.,2014.-328с.
3. Энциклопедия кадастрового инженера. Учебное пособие/Под общ.ред. М.И.Петрушиной, А.Г. Овчинниковой.- М.:Кадастр недвижимости, 2015. -704с.
4. Приказ Минтруда №167н от 24.03.2022 утвержден профессиональный стандарт «Специалист в области картографии и геоинформатики»

© Попова Е.И., 2022

Научная статья
УДК 631.347

Конструктивные и технические параметры ДМ «Волга-СМ» при гидроподкормке

Николай Федорович Рыжко

Волжский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации,
г. Энгельс

Аннотация. В статье показаны особенности конструкции и технические характеристики дождевальной машины «Волга-СМ» со стальным и полиэтиленовым трубопроводами в зависимости от длины машины и расхода воды. Дано описание схем подключения полиэтиленовых трубопроводов при внесении растворов удобрений и агрессивных химических веществ. Расчёты показывают, что использование полиэтиленовых трубопроводов по предлагаемым схемам позволит снизить массу водопроводящего трубопровода для малорасходных машин (5- 22 л/с) на 32-280 % и для машин с расходом воды 45-90 л/с на 3-12 %. При этом давление на входе в машину снижается с 0,42-0,63 МПа до 0,35-0,45 МПа или на 20-40 %. Проведение гидроподкормки только через полиэтиленовые трубы и устройства приповерхностного дождевания исключит попадание агрессивных веществ на металлоконструкции и стальные трубы машины и повысит срок их службы. Отключение полиэтиленовых труб обеспечит передвижение дождевальной машины «Волга-СМ» пол по полю без полива.

Ключевые слова: дождевальная машина, гидроподкормка, напор на входе, масса трубопровода, потери напора, устройства приповерхностного дождевания

Constructive and technical parameters of the «Volga-SM» sprinkling machine during hydro-feeding

Nickolay FedorovichRyzhko

Volzhsky Research Institute of Hydraulic Engineering and Land Reclamation,
Engels

Abstract. The article shows the constructive features and technical characteristics of the «Volga-SM» sprinkling machine with steel and polyethylene pipelines, depending on the length of the machine and water consumption. A description of the schemes for connecting polyethylene pipelines when applying solutions of fertilizers and aggressive chemicals is given. Calculations show that the use of polyethylene pipelines according to the proposed schemes will reduce the weight of the water-conducting pipeline for low-flow machines (5-22 l/s) by 32-280 % and for machines with a water flow of 45-90 l/s by 3-12 %. At the same time, the pressure at the inlet to the machine is reduced from 0,42-0,63 MPa to 0,35-0,45 MPa, or by 20-28 %. The implementation of hydro-feeding only through polyethylene pipes and near-surface sprinkling devices excludes the ingress of aggressive substances on the metal structures and steel pipes of the machine and will increase their service life. Disconnection of polyethylene pipes will ensure the movement of the «Volga-SM» sprinkling machine across the field without irrigation.

Key words: sprinkling machine, hydro-feeding, inlet pressure, pipeline mass, pressure loss, near-surface irrigation devices

Многоопорные дождевальные машины являются основными в мелиоративном комплексе нашей страны, они обеспечивают полив порядка 40 % орошаемой площади [1, 2]. В стране широко эксплуатируются многоопорные дождевальные машины вантовой и ферменной конструкции типа «Фрегат», «Днепр», «Кубань-ЛК1» и др., иностранные машины Valley, Zimmatic, T-L, Bauer, Western и др. В последние годы в нашей стране начат выпуск новых дождевальных машин «Кубань», «Казанка», «Каскад» [3], «Корвет», «Бамбук» [4], «Волго-Дон» [5] и др. В ВолжНИИГиМе разработана новая многоопорная дождевальная машина «Волга-СМ» [6-8], которая состоит из стального трубопровода малого диаметра 102-114 мм и полиэтиленового трубопровода 63-160 мм.

Основные преимущества машины «Волга-СМ»:

- работая круглосуточно в автоматическом режиме имеет высокую производительность, что обеспечивает оптимальную влажность почвы и хорошие условия для роста сельскохозяйственных культур;

- возможность работы при низком давлении на входе в машине (0,35-0,5 МПа в зависимости от длины и модификации машины). Энергоёмкость полива по сравнению с высоконапорными дождевальными машинами «Фрегат» меньше в 1,2-1,4 раза;

- противоаварийная защита позволяет оператору обслуживать 3-4 и более одновременно работающих дождевальных машин;

- применение полиэтиленового трубопровода позволяет снизить массу водопроводящего трубопровода на 3-280 % [6] и его стоимость, а срок службы машины увеличивается до 40-50 лет, так как полиэтилен не подвержен коррозии;

- трубопровод комплектуется стальными трубами малого диаметра 102-114 мм массового производства и полиэтиленовыми трубами диаметром 63-160 мм серийного изготовления, что упрощает производство машины [9].

Однако пока не разработана эффективная схема [6], обеспечивающая внесение удобрений и агрессивных химических веществ только через полиэтиленовый трубопровод и устройства приповерхностного дождевания (УПД), чтобы позволит уменьшить коррозию труб, и позволит перемещаться машине без полива.

Цель работы определить конструктивные особенности и технические параметры дождевальной машины «Волга-СМ» при гидроподкормке.

Результаты исследований. При обосновании конструктивных параметров и оптимальных размеров стальных и полиэтиленовых труб были проведены гидравлические расчёты потерь напора по их длине по известным формулам А.Ф. Шевелёва [10]. Для одноопорной ДМ «Волга-СМ» длиной 35 м и расходом воды 5 л/с оптимальной является схема, при которой стальной трубопровод диаметром 102x2 мм служит только для обеспечения жёсткости пролёта. Вода в него не подается. Параллельно прокладываются два полиэтиленовых трубопровода: первый диаметром 40x2 мм для подачи воды в гидропривод тележки, второй

диаметром 63х2,5 мм для подачи воды в УПД и концевой аппарат. Удобрительный раствор подается только во второй трубопровод и через УПД поступает на поле. Масса трубопровода с водой на данной машине уменьшается с 860 кг до 307 кг или в 2,8 раза (см.таблица). Давление на входе в машину уменьшается с 0,42 до 0,35 МПа – на 20 %.

Для двухопорной дождевальнoй машины «Волга-СМ» длиной 67 м и расходом воды 8 л/с в стальной трубопровод диаметром 102 мм вода подается только до первой тележки, а второй пролёт и консоль без воды. Вода после первой тележки подается в два трубопровода. Первый диаметром 40х2 мм предназначен для подачи воды в гидропривод тележки № 2, а второй трубопровод разделяется на два трубопровода: один диаметром 32х2 мм – для подачи воды в УПД первого пролёта длиной 5 м и другой диаметром 63х2,5 мм - для подачи воды в УПД второго пролёта, консоли и концевой аппарат. Удобрительный раствор подается только во второй трубопровод и через УПД поступает на поле. Масса трубопровода с водой на данной машине уменьшается с 1646 кг до 652 кг или в 2,5 раза. Давление на входе в машину уменьшается с 0,43 до 0,35 МПа – на 22 %.

Для трёхопорной дождевальнoй машины «Волга-СМ» длиной 90 м и расходом воды 11 л/с в стальном трубопроводе диаметром 102 мм вода подается только до второй тележки, а третий пролёт и консоль без воды. Вода после второй тележки подается в два трубопровода. Первый диаметром 40х2 мм для подачи воды в гидропривод третьей тележки, а второй разделяется на два трубопровода диаметром 63х2,5 мм и далее 32х2 мм к УПД первого и второго пролёта длиной 35 м и второй диаметром 63х2,5 мм для подачи воды в УПД третьего пролёта, консоли и концевой аппарат. Удобрительный раствор подается только во второй трубопровод и через УПД поступает на поле. Масса трубопровода с водой на данной машине уменьшается с 2211 кг до 1239 кг или в 1,78 раза. Давление на входе в машину уменьшается с 0,43 до 0,35 МПа – на 18 %.

Для шестиопорной ДМ «Волга-СМ» длиной 175 м и расходом воды 22 л/с в стальном трубопроводе диаметром 102 мм вода подается вода расходом 8,4 л/с до шестой тележки, а в консоль вода перекрыта. Параллельно стальному трубопроводу монтируется полиэтиленовый диаметром 90х3,5 мм до тележки № 3 и далее до тележки № 6 – трубопровод диаметром 63х2,5 мм. На консоли монтируется полиэтиленовая труба диаметром 63х2,5 мм для подачи воды в УПД консоли и концевой аппарат. Удобрительный раствор подается только в полиэтиленовые трубопроводы и через УПД поступает на поле. Масса трубопровода с водой на данной машине уменьшается с 4287 кг до 2926 кг или в 1,32 раз (таблица). Давление на входе в машину уменьшается с 0,46 до 0,39 МПа – на 18 %.

Таблица 1 – Масса пролетов и трубопровода машины «Волга-СМ» и «Фрегат» в зависимости от модификации и расхода воды

Базовая ДМ «Фрегат»		ДМ «Волга-СМ», диаметры труб		Масса трубы длиной 10 м с водой, кг	
Марка машины	Диаметр стальной трубы	Полиэтиленовая	Стальная	«Фрегат»	«Волга-СМ»
ДМУ-Б,16 опор, 463 м, 90 л/с	До Т11-178 мм; Далее -152 мм	160 мм до Т10	114	328,7	341 (+3,7%)
		140 мм до Т12	102	328,7	279 (-3,7%)
		125 мм до Т13	102	245,7	220 (-11,3%)
		110 мм до Т16	102*	245,7	145 (-68,9%)
		90 мм - далее	102*	245,7	145 (-68,9%)
Снижение общей массы трубопровода на 3 %					
ДМУ-Б, 13 опор, 379 м, 75 л/с	До Т11-178 мм; Далее -152 мм	160 мм до Т3	114	328,7	341 (+3,7%)
		140 мм до Т7	114	328,7	317 (-3,7%)
		110 мм до Т12	102	245,7	220 (-11,3%)
		90 мм далее	102*	245,7	145 (-68,9%)

Снижение общей массы трубопровода на 9 %					
ДМУ-А, 10 опор, 283 м, 45 л/с	152 мм	110 мм до Т7	108	245,7	235 (-4,5%)
		90 мм до Т10	102	245,7	194 (-26,6%)
		63 мм далее	102*	245,7	80 (-306%)
Снижение общей массы трубопровода на 12 %					
ДМУ-А, 6 опор, 175 м, 22 л/с	152 мм	90 мм до Т3	102	245,7	194 (-26,6%)
		63 мм до Т6	102	245,7	156 (-57,5%)
		63 мм далее	102*	145,7	80 (-306%)
Снижение общей массы трубопровода на 132 %					
ДМУ-А, 3 опор 90 м, 11 л/с	152 мм	40 мм до Т1	102	245,7	138 (-178%)
		63 мм до Т2	102	245,7	156 (-57,5%)
		63 мм далее	102*	245,7	80 (-306%)
Снижение общей массы трубопровода на 178 %					
ДМУ-А, 2 опор, 67 м, 8 л/с	152 мм	40 мм до Т1	102	245,7	138 (-178%)
		63 мм далее	102*	245,7	80 (-306%)
Снижение общей массы трубопровода на 252 %					
ДМУ-А, 1 опор, 35 м, 5 л/с	152 мм	40 и 63 мм до Т1	102*	245,7	94 (-261%)
		63 мм далее	102*	245,7	80 (-306%)
Снижение общей массы трубопровода на 280 %					

Примечание: 102* – трубопровод последнего пролёта машины и консоль без воды

Для десятиопорной ДМ «Волга-СМ» длиной 283 м и расходом воды 45 л/с стальной трубопровод состоит из труб диаметром 108х2 мм (до тележки № 7) и диаметром 102 мм до консоли. Оптимальный расход вода стального трубопровода равен 9,2 л/с и расходуется на гидроприводы тележек (4 л/с) и концевой аппарат (5,2 л/с). В консоль вода перекрыта. Параллельно стальному трубопроводу монтируется полиэтиленовый диаметром 110х4,2 мм до тележки № 7 и далее до тележки № 10 трубопровод диаметром 90х3,5 мм. На консоли монтируется полиэтиленовый трубопровод диаметром 63х2,5 мм который запитывается после десятой тележки и подает воду в концевой аппарат. Удобрительный раствор подается только в полиэтиленовые трубопроводы и через УПД поступает на поле. Масса трубопровода с водой на данной машине уменьшается с 6737 кг до 5932 кг или 12 % (таблица). Давление на входе в машину уменьшается с 0,51 до 0,39 МПа – на 30,5 %.

Шестнадцатиопорная ДМ «Волга-СМ» длиной 463 м и расходом воды 90 л/с имеет свои особенности (рисунок 1) и состоит из неподвижной опоры 1, самоходных тележек 2 с гидроприводами 3, основного полиэтиленового трубопровода 4 (диаметром 160 мм в начале машины до тележки № 10, далее диаметром 140 мм до тележки № 12, далее диаметром 125 мм до тележки № 13 и далее диаметром 110мм до тележки № 16 и консоли). Оптимальный расход воды в полиэтиленовом трубопроводе 73 л/с. Стальной трубопровод 5 состоит из трубы диаметром 114х2,5 мм до тележки № 8 и далее труба диаметром 102х2 мм до консоли. Основной полиэтиленовый трубопровод 4 подсоединён к поворотному колену 6 неподвижной опоры 1. Стальной трубопровод 5 подсоединён к поворотному колену 6 и предназначен для подачи воды в гидроприводы 3 самоходных тележек 2 (4,12 л/с), в концевой аппарат 2,6 л/с и в дополнительные полиэтиленовые трубопроводы 7 малого диаметром (32-50 мм), которые через переходники 8 соединены со стальным трубопроводом 5 в начале машины. В конце машины на дополнительном полиэтиленовом трубопроводе 9 смонтирован концевой дождевальным аппарат 10.

На основном полиэтиленовом трубопроводе 4 и дополнительных полиэтиленовых трубопроводах 7 посредством седелок 11 смонтированы устройства приповерхностного дождевания 12 с дождевальными насадками 13. За последним переходником 8 смонтирован дисковый затвор 14, который перекрывает подачу воды в консоль 15 машины. Возле

неподвижной опоры 1 установлена ёмкость 16 с раствором удобрений и гидроподкормщик 17, который через удобрительную трубку 18 подаёт концентрированный раствор в основной полиэтиленовый трубопровод 4 и в дополнительные полиэтиленовые трубопроводы 7 и 9 малого диаметра. Величина подачи концентрированного раствора пропорциональна расходу воды в полиэтиленовых трубопроводах 4, 7 и 9 и достигается установкой дюз 19 с требуемым диаметром отверстия. Подача воды в неподвижную опору 1 осуществляется при помощи трубопровода 20. Для поддержки стального и полиэтиленовых трубопроводов используется система вертикальных тросов 21.

Дождевальная машина работает следующим образом. Вода под напором из стального трубопровода 20 поступает в неподвижную опору 1, поворотное колено 6 и далее – в дополнительный стальной трубопровод 5 и в основной полиэтиленовый трубопровод 4, а посредством переходников 8 – и в дополнительные полиэтиленовые трубопроводы 7 и 9 малого диаметра. Из основного полиэтиленового трубопровода 4 и из дополнительных полиэтиленовых трубопроводов 7 вода через седёлки 11 поступает в устройства приповерхностного дождевания 12 и распыляется по полю дождевальными насадками 13. Из дополнительного полиэтиленового трубопровода 9 вода подается в концевой дождевальный аппарат 10 и распыляется на поле.

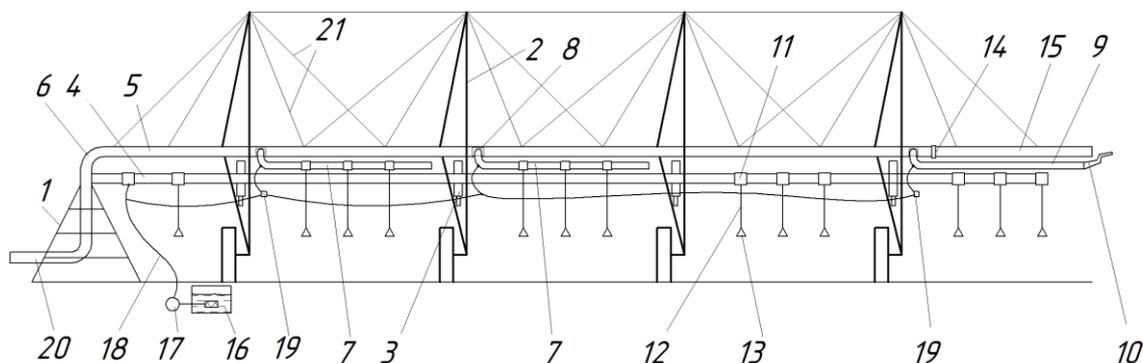


Рисунок 1. Общая схема дождевальной машины ферменной конструкции

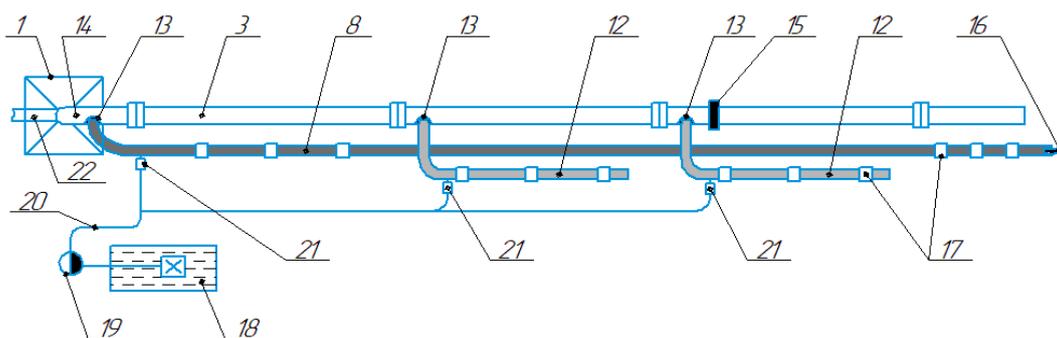


Рисунок 2. Схема подачи воды в полиэтиленовые трубопроводы машины

При внесении удобрений с поливной водой гидроподкормщик 17 через удобрительную трубку 18 подаёт концентрированный раствор удобрений посредством дюз 19 в основной полиэтиленовый трубопровод 4 и в дополнительные полиэтиленовые трубопроводы 7 и 9 малого диаметра. Далее удобрение с поливной водой через седёлки 11 поступает в устройства приповерхностного дождевания 12 и распыляется по полю дождевальными насадками 13 и концевым дождевальным аппаратом 10.

Масса трубопровода с водой на данной машине уменьшается на 3 %, а давление на входе в машину уменьшается с 0,63 до 0,45 МПа – на 40 %.

Заключение

Усовершенствованные конструктивные схемы подачи агрессивных химических веществ и удобрений на ДМ «Волга-СМ» только через основные и дополнительные полиэтиленовые трубопроводы, которые не подвержены коррозии, а также устройства приповерхностного полива, которые снижают снос дождя и уменьшают попадание агрессивных капель на металлические детали тележек и трубопровода машины. Это будет обеспечивать повышение срока службы дождевальной машины. Применение полиэтиленового трубопровода на ДМ «Волга-СМ» позволяет вести её изготовление из не дефицитных труб малого диаметра, массового производства, при этом снижается массу водопроводящих трубопроводов для машин с расходом воды 5-90 л/с соответственно на 280-3 %, также уменьшается давление на входе дождевальной машины с 0,45-0,63 МПа до 0,35-0,45 МПа (на 20-40 %).

Список источников

1. Турапин С.С. Современные задачи и перспективные пути повышения эффективности и надёжности широкозахватных дождевальных машин / С.С. Турапин, И.А. Костоваро / Экология и строительство. М., 2018. № 3. С. 17-26.
2. Ресурсосберегающие энергоэффективные экологически безопасные технологии и технические орошения / Г. В. Ольгаренко [и др.]; Под ред. Г.В. Ольгаренко: справочник. М., ФГБНУ «Росинформагротех», 2015. 264 с.
3. Журавлева Л.А. Ресурсосберегающие широкозахватные дождевальные машины кругового действия: автореф. дисс....д-ра техн. наук / Журавлева Лариса Анатольевна. Саратов. 2018. 40 с.
4. Пат. № 2768855 РФ, МПК А01G 25/09. Широкозахватная дождевальная машина / В.Н. Сопляченко, А.А. Гельман, [и др.]; заявитель и патентообладатель «Инжиниринговая технологическая компания СВ». – № 2020135483; заявл. 28.10.2020; опубл. 25.03.2022, Бюл. № 9.
5. Чураев А.А. Сравнительные характеристики новой широкозахватной дождевальной машины вантовой конструкции / А.А. Чураев // Мелиорация и водное хозяйство. 2018. № 4. С. 26-30.
6. Рыжко Н.Ф. Повышение эффективности многоопорной дождевальной машины «Волга-СМ» с полиэтиленовым трубопроводом / Н.Ф. Рыжко, С.Н. Рыжко, Е.С. Смирнов, С.А. Хорин, С.В. Ботов // Аграрный научный журнал Саратовского ГАУ им. Н.И. Вавилова, 2022. № 4. С. 92-95.
7. Рыжко Н.Ф. Ресурсосбережение - как основа совершенствования многоопорных дождевальных машин / Н.Ф. Рыжко, С.Н. Рыжко, Е.С. Смирнов, С.А. Хорин // Природообустройство, 2022. № 1. С. 12-19.
8. Пат. № 178776 РФ, МПК А01G 25/09. Дождевальная машина / Н.Ф. Рыжко, Е.С. Смирнов, [и др.]; заявитель и патентообладатель ФГБНУ «ВолжНИИГиМ». № 2017135034; заявл. 04.10.2017; опубл. 19.04.2018, Бюл. № 11.
9. Рыжко С.Н. Совершенствование дождевальной машины ферменной конструкции для улучшения технических характеристик и качественных показателей полива: автореф. дисс....канд. техн. наук / Рыжко Сергей Николаевич. Саратов. 2022. 24 с.
10. Шевелев Ф.А., Шевелев А.Ф. Таблицы для гидравлического расчёта водопроводящих труб / справ. Пособие. 6-е изд. доп. и перераб. М: Стройиздат, 1984. 116 с.

© Рыжко Н.Ф., 2022

Повышение качественных показателей полива электрифицированными дождевальными машинами ферменной конструкции

Сергей Николаевич Рыжко

Волжский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации,
г. Энгельс

Аннотация. В статье показаны основные направления повышения качественных показателей при поливе дождевальными машинами ферменной конструкции. Для снижения интенсивности дождя в средней и концевой части машины дождевальные насадки монтируются на открьках длиной 1-2,5 м, которые увеличивают расстояние между насадками перпендикулярно к трубопроводу до 6 м, что обеспечивает уменьшение интенсивности дождя на 30-65 %. Применение дефлекторных дождевальных насадок на устройствах приповерхностного полива уменьшает средний диаметр капель дождя с 0,7-1,8 мм до 0,5-1,0 мм или в 1,4-1,8 раза. Снижение интенсивности и среднего диаметра капель дождя уменьшает энергетическое воздействие дождя на почву и повышает норму полива до стока. Устройства приповерхностного полива позволяют регулировать высоту расположения насадок в пределах 1,5-3,2 м, что гарантирует нахождение дождевого облака всегда немного выше растений и обеспечивает высокую равномерность полива в течение поливного сезона и при поливе высокостебельных культур. Установка в районе тележек дождевальных насадок контурного полива значительно уменьшает попадание дождя под колеса машины, а глубина колеи уменьшается с 20-30 см до 6-8 см.

Ключевые слова: интенсивность дождя, диаметр капель, равномерность полива, глубина колеи, устройства приповерхностного полива, дождевальная насадка

Improving irrigation quality indicators of electricified truss sprinkling machines

Sergei Nickolaevich Ryzhko

Volzhsy Research Institute of Hydraulic Engineering and Land Reclamation,
Engels

Abstract. The article shows the main directions for improving quality indicators when irrigating with truss sprinkling machines. To reduce rain intensity in the middle and end parts of the machine, sprinkler nozzles are mounted on 1-2.5 m long openings, which increase the distance between nozzles perpendicular to the pipeline to 6 m, which reduces rain intensity by 30-65 %. The use of deflector sprinkler nozzles on near-surface irrigation devices reduces the average diameter of raindrops from 0,7-1,8 mm to 0,5-1,0 mm, or 1,4-1,8 times. Reducing the intensity and average diameter of raindrops reduces the energy impact of rain on the soil and increases the rate of irrigation to runoff. Near-surface irrigation devices allows to adjust the location height of the nozzles within 1,5-3,2 m, which guarantees that the rain cloud is always slightly above the plants and ensures high irrigation uniformity during the irrigation season and when irrigating tall crops. The installation of contour irrigation nozzles near the carts significantly reduces the ingress of rain under the wheels of the machine, and the rut depth decreases from 20-30 cm to 6-8 cm.

Key words: rain intensity, droplet diameter, watering uniformity, rut depth, near-surface irrigation device, sprinkling nozzle

Электрифицированные дождевальные машины ферменной конструкции являются одними из наиболее распространенными в орошаемом земледелии нашей страны. На долю таких

машин приходится порядка 40 %, но количеству и они поливаю до 50 % орошаемой площади[1].

Основные преимущества таких машин:

- высокая надёжность работы [2, 3], что обеспечивает поддержание влажности почвы в оптимальном режиме и получение стабильно высоких урожаев;
- возможность работы при низком давлении на входе в машине в большинстве случаев при 0,2-0,35 МПа [2-4] в зависимости от длины и модификации машины. Энергоёмкость полива по сравнению с высоконапорными дождевальными машинами «Фрегат» меньше в 1,8-2 раза;
- один оператор может обслуживать несколько одновременно работающих дождевальных машин. В передовых хозяйствах ЗАО ПЗ «Мелиоратор» и других оператор обслуживает до 10 машин и более [2, 3].

Однако агротехнические показатели полива требуют значительного улучшения. Это связано с тем, что интенсивность дождя при установке иностранных дождевателей i-wob, Nelson, Comet и др. на напорных рукавах в линию вдоль трубопровода имеет высокие значения от 0,3 мм/мин в начале машины и до 1,2-1,4 мм/мин в её конце [5]. В тоже время тяжелые почвы Саратовского Заволжья требуют полив при более низкой интенсивности в пределах 0,3-0,4 мм/мин [6].

При работе дождевателей под небольшим давлением (обычно 1,03 атм, 15 psi) средний диаметр капель изменяется вдоль трубопровода дождевальной машины в пределах 0,6-1,8 мм[5], а удельная мощность достигает больших значений 0,2-0,4 Вт/м². Для дождевальных насадок конструкции ВолжНИИГиМ средний диаметр капель ниже примерно в два раза и изменяется вдоль трубопровода в пределах 0,5-0,9 мм [2, 5, 8,10].

Значительное энергетическое воздействие дождя иностранных дождевателей не позволяет выдавать оптимальные поливные нормы. Сток в концевой части дождевальной машины начинается при норме полива порядка 200 м³/га. Для подачи больших поливных норм необходимо делать 2 или 3 полива подряд.

Высота установки дефлекторных насадок обычно составляет 1,5-1,8 м от поверхности почвы и практически не регулируется, а при выращивании высокостебельных культур, таких как кукуруза, которая достигает высоты 3-3,2 м это приводит к поливу насадок внутри стеблей, которые снижают радиус полета струй и вызывают значительную неравномерность полива.

Тележки дождевальных машин передвигаются в зоне дождя, поэтому влажность почвы перед колёсами повышается, а несущая способность почвы снижается [7], что приводит к образованию глубокой и широкой колеи. Обычно к концу поливного сезона глубина колеи достигает 20-30 см [2, 9], а на пониженных участках может происходить буксование колес тележек. Глубокие колеи приводят к снижению производительности машинно-тракторных агрегатов и уборочной техники [2].

Для улучшения качественных показателей полива в ВолжНИИГиМ разработана технология приповерхностного дождевания с дефлекторными насадками (рисунок 1 и 2). Дождевальная машина ферменной конструкции состоит из неподвижной опоры 1, ферменных пролетов 2, включающих трубы 3, раскосы 4 и шпренгели 5. Пролёты 2 монтируются на тележки 6 с колесами 7.

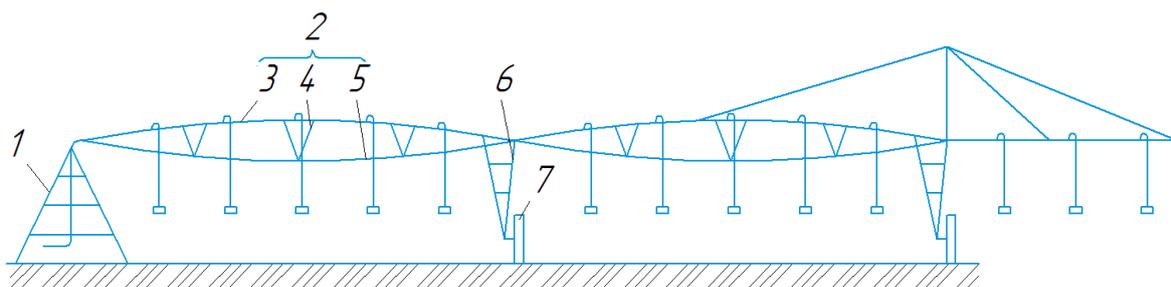


Рисунок 1. Общая схема дождевальной машины ферменной конструкции

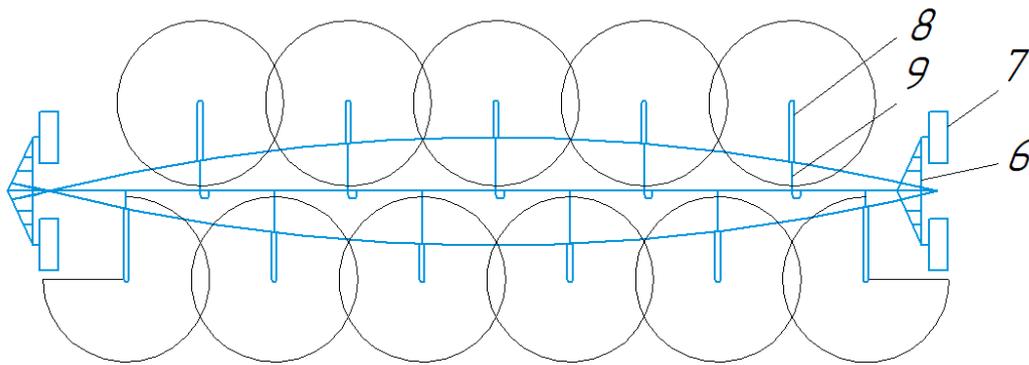


Рисунок 2. Схема полива дождевальными насадками на пролёте машины

Устройство приповерхностного дождевания в средней части пролёта включает напорный рукав 9, который соединяется со стальной трубой 3 и 8, верхний конец трубы 8 монтируется на шпренгеле 5, а на нижнем конце через короткий напорный рукав 12 монтируется переходник 13 с дефлекторной насадкой 14 (рисунок 3а).

Высота установки дефлекторной насадки регулируется по мере роста сельскохозяйственных культур от 1,5 до 3,2 м и более (рисунок 3а), что обеспечивает нахождение дождевого облака всегда выше растений и обеспечивает хорошую равномерность полива и низкие потери воды на испарение и снос ветром, так как скорость ветра тем меньше, чем ближе дождевое облако к поверхности растений или почвы.

Для регулирования высоты установки дождевательных насадок используют кронштейн 10 и тросо-цепочный фиксатор 11, а вертикальное положение дождевательных насадок 14 регулируется за счёт изменения фиксатора 16.

Длина металлической трубы 8 изменяется от 1 м в центре ферменного пролёта до 2,5 м на краях ферменного пролёта.

Расстояние между насадками перпендикулярно трубопроводу увеличивается до 6 м (рисунок 2), при этом средняя интенсивность дождя в средней и концевой части машины уменьшается с 0,6-1,4 мм/мин до 0,3-0,7 мм/мин. Дефлекторные насадки формируют мелкокапельный дождь, так как струя при сходе с дефлектора диаметром 30 мм имеет толщину порядка 0,1-0,8 мм, которая распадается на мелкие капли, средняя величина у которых изменяется вдоль трубопровода от 0,5 до 0,9 мм. Такой дождь снижает энергетическое воздействие на почву и растения.

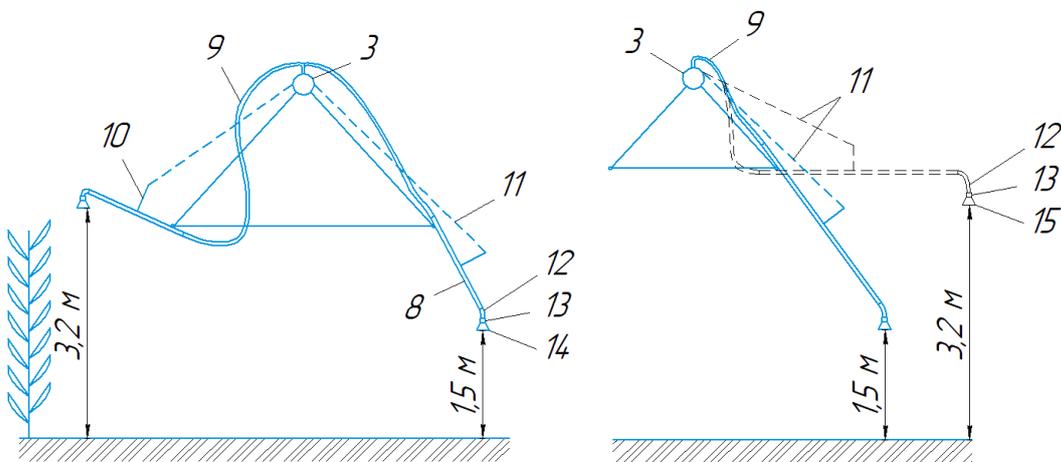


Рисунок 3. Устройство приповерхностного дождевания в центральной части машины (а) и в районе тележки (б)

В районе тележек на устройства приповерхностного дождевания монтируются дефлекторные насадки контурного полива 15 (рисунок 3б), которые устанавливаются за задним колесом тележки и исключают попадание дождя в зону движения колес тележек (рисунок 2). Исследования показали, что в этом случае глубина колеи находится на уровне 6-8 см

Заключение:

Для снижения интенсивности дождя в средней и концевой части машины дождевальные насадки монтируются на открылках длиной 1-2,5 м, которые увеличивают расстояние между насадками перпендикулярно к трубопроводу до 6 м, что обеспечивает уменьшение интенсивности дождя на 30-65 %. Применение дефлекторных дождевальных насадок на устройствах приповерхностного полива уменьшает средний диаметр капель дождя с 0,7-1,8 мм до 0,5-1,0 мм или в 1,4-1,8 раза. Снижение интенсивности и среднего диаметра капель дождя уменьшает энергетическое воздействие дождя на почву и повышает норму полива до стока. Устройства приповерхностного полива позволяют регулировать высоту расположения насадок в пределах 1,5-3,2 м, что гарантирует нахождение дождевого облака всегда немного выше растений и обеспечивает высокую равномерность полива в течение поливного сезона и при поливе высокостебельных культур. Установка в районе тележек дождевальных насадок контурного полива значительно уменьшает попадание дождя под колеса машины, а глубина колеи уменьшается с 20-30 см до 6-8 см.

Список источников

1. Турапин С.С. Современные задачи и перспективные пути повышения эффективности и надёжности широкозахватных дождевальных машин / С.С. Турапин, И.А. Костоварова / Экология и строительство. М., 2018. № 3. С. 17-26.
2. Рыжко Н.Ф. Совершенствование дождеобразующих устройств для многоопорных дождевальных машин. Саратов: ФГОУ ВПО Саратовский ГАУ, 2009. 176 с.
3. Ресурсосберегающие энергоэффективные экологически безопасные технологии и технические орошения / Г.В. Ольгаренко [и др.]; Под ред. Г.В. Ольгаренко: справочник. М., ФГБНУ «Росинформагротех», 2015. 264 с.
4. Рязанцев А.И. Механизация полива широкозахватными дождевальными машинами кругового действия в сложных условиях. Рязань, 1991. 131 с.
5. Рыжко С.Н. Совершенствование дождевальной машины ферменной конструкции для улучшения технических характеристик и качественных показателей полива: автореф. дисс....канд. техн. наук / Рыжко Сергей Николаевич. Саратов. 2022. 24 с.
6. Клепальский А.П. Качество дождя машин ДКШ-64 и АДП-350 при орошении в зоне Сыртов Заволжья. А.П. Клепальский // Орошение земель в Поволжье. Саратов, 1973. С. 108-117.
7. Синеоков Г.Н. Проектирование почвообрабатывающих машин. М. Машиностроение. 312 с.
8. Рыжко Н.Ф. Технологические показатели полива дефлекторной насадки с обратным конусом и модернизация устройств приповерхностного дождевания ДМ «Фрегат» / Рыжко Н.Ф., Рыжко С.Н., Ботов С.В., Карпова О.В. / Пути повышения эффективности орошаемого земледелия // Современные проблемы сельскохозяйственного производства на орошаемых землях» (11 января - 31 марта 2016 г.): матер. конф. РосНИИПМ. Выпуск 2016 г. № 1 (16). С.119-127.
9. Смирнов А.И. Оценка параметров ходовых и энергетических систем дождевальной машины «Кубань-ЛК1» / Смирнов А.И., Рязанцев А.И., Антипов А.О. / сб.: материалы всероссийской национальной научно-практической конференции, посвящённой 80-летию со дня рождения профессора Анатолия Михайловича Лопатина. ФГБОУ ВО Рязанский государственный аграрно-технологический университет им. П.А. Костычева, Совет молодых ученых. 2020. С. 204-208.

10. Соловьев Д.А. Совершенствование устройств приповерхностного дождевания для ДМ «Фрегат» // Соловьев Д.А., Карпова О.В., Рыжко Н.Ф., Рыжко С.Н. Аграрный научный журнал. Саратов: Саратовский ГАУ им. Н.И. Вавилова. 2016. №3. С. 65-68.

© Рыжко С.Н., 2022

Научная статья
УДК 681.1

Автоматизированные технологии и их системы для повышения эффективности объектов алгоритмизации

Сергей Дмитриевич Савостин
Виктор Степанович Артемьев

Московский государственный университет пищевых производств,
г. Москва

Аннотация. В данной статье рассмотрены вопросы автоматизации для цифровой трансформации во всех существующих для неё аспектах, а сельском хозяйстве. Это относится, в частности, к человеческому фактору, людским ресурсам и политическому контексту в вопросах развития сельских территорий.

Ключевые слова: цифровизация, автоматизация, трансформация, информация

Automated technologies and their systems to improve the efficiency of algorithmization objects

Sergey Dmitrievich Savostin
Victor Stepanovich Artemyev

Moscow State University of Food Production,
Moscow

Annotation. This article discusses the issues of automation for digital transformation in all aspects that exist for it, and agriculture. This applies in particular to the human factor, human resources and political context in rural development issues.

Keywords: digitalization, automation, transformation, information

Уже сегодня многие агрохолдинги должны лучше адаптировать свои условия труда к потребностям своих сотрудников. Для этого они должны серьезно относиться к внутренним коммуникациям и развитию персонала и рассматривать их как инвестиции в свою будущую жизнеспособность.

Кроме того, государство должно не только субсидировать инновации, но и использовать систему образования и народное образование для создания в обществе общей атмосферы, открытой для технологий.

Агрохолдинги стремятся стать более эффективными. Для этого они оптимизируют процесс создания добавленной стоимости, в частности, посредством стандартизации и автоматизации. Однако эти взгляды на стремление компаний к эффективности отнюдь не новы и уже давно адекватно описаны в учебниках по вводной экономике.

Новым для событий нашего времени, то есть цифровой трансформации, является то, что пространство для новых возможностей сейчас значительно расширяется, а инновационные циклы становятся все короче. Это расширение относится как к поставке новых товаров и

услуг, так и к самому процессу создания добавленной стоимости. Во многих секторах экономики можно увидеть, что цифровизация коренным образом меняет свою структуру.

Общепринятого определения термина цифровая трансформация не существует. В зависимости от происхождения аналитики описывают текущие процессы такими терминами, как «Индустрия 4.0», «Четвертая промышленная революция», «Интегрированная промышленность», «Промышленный Интернет», «Интернет вещей и услуг», «Вторая эра машин» или, исходя из информатики, «Киберфизическая система» GPS или цифровой двойник [1].

Но что характеризует цифровую трансформацию в создании ценности сегодня? Под этим подразумевается не что иное, как полная автоматизация всей цепочки создания стоимости для всех участников и на протяжении всего жизненного цикла продукта. Соответствующая информация должна беспрепятственно передаваться в режиме реального времени между человеком, машиной и заготовкой, от сырья к конечному пользователю и даже далее к агрохолдингам по утилизации. Таким образом, все действующие лица, машины и заготовки, участвующие в общем процессе.

Затем эта информация поступает к месту, а именно к машине, которая необходима ей для ее автоматизированного принятия решений чистым и своевременным образом [3].

Люди в значительной степени не учитываются в типичном процессе принятия решений просто потому, что они не могут обрабатывать поток информации так быстро и поэтому могут выступать в качестве разрушительного фактора из-за иррационального дискреционного вмешательства. Эта основная идея цифровой трансформации радикально меняет отношения между человеком и машиной.

Например, в 2018 году немецко-китайская робототехническая компания Kuka сотрудничала с ассоциацией Lebenshilfe, целью которой является вовлечение людей с ограниченными возможностями в трудовую жизнь. В рамках этого сотрудничества роботы Kuka использовались в мастерских умственно отсталых людей в Лимбурге для выполнения подготовительных работ для региональных поставщиков автомобилей.

Таким образом, основная идея цифровых изменений гораздо более радикальна, чем основные идеи предыдущих промышленных революций. Также совершенно очевидно, что вопросы цифровой трансформации выходят далеко за рамки информатики и также напрямую затрагивают социологию, психологию и системы социального обеспечения. Не только повышение эффективности, но и дальнейшее развитие. Соответственно, изменения в компаниях не ограничиваются только производством, но охватывают все части агрохолдинга, от логистики, маркетинга и финансирования цепочки поставок до организации труда и развития персонала. Цифровая трансформация в компаниях открывает совершенно новые возможности, выходящие далеко за рамки основной цели повышения эффективности за счет снижения производственных затрат. Цифровизация дает компаниям возможность расширить спектр своих предложений и адаптировать их к индивидуальным потребностям каждого клиента.

Четыре рычага для клиент ориентированного предложения Это улучшение ориентированного на клиента предложения в первую очередь достигается за счет следующих четырех рычагов: высокой гибкости производства, рентабельного производства наименьших размеров партии, коротких сроков при преобразовании производства и увеличения доли услуг в предложении тактильных продуктов. С цифровой трансформацией новые бизнес-процессы становятся очень гибкими в отношении отклонений от стандартного случая.

В соответствии с этим цифровая трансформация позволяет адаптировать продукт к индивидуальным требованиям заказчика при единичном производстве. Это означает, что специально адаптированный продукт может быть предложен покупателю по значительно более низкой цене. Это также основано на том, что сроки переоборудования производства значительно сокращаются. Это достигается за счет того, что все важные части и данные доступны без разрывов носителя, без ошибок и в режиме реального времени именно там, где они необходимы [2].

Таким образом, идея совершенствуется с цифровой трансформацией и, в частности, с помощью цифрового двойника. Кроме того, цифровая трансформация предложения также позволяет лучше ориентироваться на клиента. Это идет рука об руку с тем фактом, что доля услуг, предлагаемых при предложении тактильных продуктов, увеличивается. Это значит, что помимо самого железа производитель теперь предлагает покупателю все больше подходящих комплектующих из сферы услуг. В настоящее время многое связано с профилактическим обслуживанием. Это сделано для того, чтобы избежать дорогостоящих простоев за счет заблаговременного распознавания и последующего предотвращения неизбежных дефектов.

Как следствие, дополнительный спектр услуг в скором времени значительно расширится и будет сопровождать тактильный продукт от колыбели до могилы на протяжении всего срока его службы — от консультации перед фактической покупкой до утилизации в конце срока службы продукта. Но, несмотря на чрезвычайно увлекательную технологию, преимущества цифровой трансформации в компаниях могут быть реально достигнуты только в том случае, если сотрудники подходят для соответствующей задачи на месте. Это означает, что сотрудники обладают необходимыми навыками и необходимой гибкостью.

С другой стороны, они также должны быть готовы продолжать свое образование на постоянной основе. Кроме того, они должны фактически стоять за общей концепцией цифровой трансформации в агрохолдинг. При этих достаточно высоких барьерах условия труда сразу выходят на первый план как ключевой аргумент при подборе персонала.

В завершении хочется отметить, что сегодня агрохолдинги обязаны просто на просто создавать привлекательные условия труда и структуры для принятия стратегических решений на селе.

Список источников

1. Абросимова М. С. Повышение устойчивости развития региональной экономики России / М. С. Абросимова, В. С. Артемьев // Современная аграрная экономика: проблемы и перспективы в условиях развития цифровых технологий: Материалы Всероссийской научно-практической конференции, Чебоксары, 20 мая 2019 года. – Чебоксары: Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, 2019. – С. 4-11.
2. Алексеев, В. А. Снижение энергоёмкости ОАО "Промтрактор" / В. А. Алексеев, В. С. Артемьев, С. П. Колосов // Современные материалы, техника и технологии. – 2017. – № 1(9). – С. 21-26.
3. Алексеев, В. А. Роль науки в повышении экономической эффективности аграрного сектора регионов России / В. А. Алексеев, В. С. Артемьев, А. В. Ледрова // Перспективы развития региона: социально-экономические аспекты : сборник материалов научно-практической конференции (с международным участием), Чебоксары, 13 ноября 2014 года. – Чебоксары: Типография ИП Варламова И. П., 2015. – С. 84-89.
4. Артемьев В. С. Риски в контексте обеспечения устойчивого развития региона / В. С. Артемьев, М. С. Абросимова // Молодежь и инновации: Материалы XV Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, Чебоксары, 14–15 марта 2019 года. – Чебоксары: Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, 2019. – С. 462-466. Алексеев, В. А. Снижение энергоёмкости ОАО "Промтрактор" / В. А. Алексеев, В. С. Артемьев, С. П. Колосов // Современные материалы, техника и технологии. – 2017. – № 1(9). – С. 21-26.
5. Петров К. М. Современные энергосберегающие технологии - резерв снижения энергоёмкости в АПК / К. М. Петров, Ю. Л. Александров, В. С. Артемьев // Актуальные проблемы энергетики АПК : материалы VII международной научно-практической конференции, Саратов, 18 апреля 2016 года / Под общей редакцией Трушкина В.А.. – Саратов: ООО "Центр социальных агроинноваций СГАУ", 2016. – С. 178-179.
6. Тихонов В. А. Анализ базовых моделей транспортного потока / В. А. Тихонов, В. В. Белов, В. С. Артемьев // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2017. – № 3-2. – С. 175-177.

7. Ушаков М. В. Статистические методы сбора данных в информационно-технологической среде путем снижения энергозатрат для аграрного сектора / М. В. Ушаков, В. В. Панков // Здоровьесберегающие технологии, качество и безопасность пищевой продукции: Сборник статей по материалам Всероссийской конференции с международным участием, Краснодар, 19 ноября 2021 года. – Краснодар: трубилин, 2021. – С. 115-118.
8. Киселев И. Д. Реформирование системного анализа сферы потребления услуг на основе интернет-технологии / И. Д. Киселев, В. В. Панков // Инновационные идеи молодых исследователей для агропромышленного комплекса: Сборник материалов Международной научно-практической конференции, Пенза, 24–25 марта 2022 года. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2022. – С. 72-74.
9. Колупаев С. С. Совершенствование воспроизводственной и информационных структур в государственном и муниципальном управлении / С. С. Колупаев, В. В. Панков // Инновационные идеи молодых исследователей для агропромышленного комплекса: Сборник материалов Международной научно-практической конференции, Пенза, 24–25 марта 2022 года. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2022. – С. 74-76.
10. Мокрушин С.А., Охалкин С.И., Хорошавин В.С. Исследование процесса стерилизации консервной продукции с целью дальнейшей автоматизации // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». 2015. №4. с. 62–72.
11. Мокрушин С.А. Система управления процессом стерилизации на основе ПЛК // Естественные и технические науки. – М.: Издательство «Спутник+», 2010 г. - №4 (48). - с.309-314.
12. Мокрушин, С.А. Анализ управляемости и устойчивости приближенной модели теплопереноса в автоклаве / С.А. Мокрушин, В.С. Хорошавин, С.И. Охалкин, А.В. Зотов, В.С. Грудинин / Вестник Мордовского университета. 2018. Т. 28. № 3. С. 416-428.
13. Якунин С. П. Формирование групп энергосберегающих технологий с учетом технико-экономической целесообразности / С. П. Якунин, Д. А. Басманов, В. С. Артемьев // Студенческая наука - первый шаг в академическую науку : Материалы Всероссийской студенческой научно-практической конференции с участием школьников 10-11 классов, Чебоксары, 14–15 марта 2018 года. – Чебоксары: Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, 2018. – С. 137-140.

© Артемьев В.С., Савостин С.Д., 2022

Научная статья
УДК 544.1

Цифровые технологии в изучении строения некоторых загрязнителей атмосферы

Ирина Вячеславовна Сергеева, Юлия Михайловна Мохонько, Юлия Михайловна Андриянова, Наталия Николаевна Гусакова

Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии
и инженерии имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов

Аннотация. Настоящая работа посвящена применению цифровых технологий для изучения строения первичных ароматических аминов и выявления закономерности влияния различных заместителей в орто, мета- и пара – положении на состояние функционально-аналитической аминогруппы, что позволяет прогнозировать механизм протекания химических реакций для существенного улучшения их аналитических характеристик, что особенно важно для экспрессной диагностики загрязнителей.

Ключевые слова: цифровые технологии, загрязнитель, атмосфера, ароматические амины

Digital technologies in the study of the structure of some atmospheric pollutants

Irina Vyacheslavovna Sergeeva, Yulia Mikhailovna Mokhonko, Yulia Mikhailovna Andrianova, Natalia Nikolaevna Gusakova

Saratov State University of genetics, biotechnology and engineering
named after N.I. Vavilov, Saratov

Abstract. This work is devoted to the use of digital technologies to study the structure of primary aromatic amines and to identify patterns of influence of various substituents in ortho, meta- and para-position on the state of the functional-analytical amino group, which makes it possible to predict the mechanism of chemical reactions to significantly improve their analytical characteristics, which is especially important for express diagnostics of pollutants.

Key words: digital technologies, pollutant, atmosphere, aromatic amines

Обширным классом загрязнителей атмосферы являются первичные ароматические амины (ПАА), которые широко применяются в качестве регуляторов роста растений, лекарственных средств широкого спектра действия, ингибиторов коррозии, кино-фото-материалов, красителей меха, хлопка, кожи, волос и т.д.

Однако, при концентрациях выше ПДК (0,05-0,10 мкг/см³) ПАА оказывают комплексное токсическое действие на различные уровни организации живых организмов, в том числе угнетают рост биомассы, вызывают уродства у гидробионтов, уменьшают продукцию пыльцы, плодов и семян древесных культур, высоту и объем товарной древесины, вызывают нарушения координации движения и деятельности нервной системы у животных.

В связи со сказанным, актуальным является разработка аналитических способов определения ПАА на уровне долей ПДК при диагностике объектов окружающей среды, а также промышленных, медицинских, биологических и сельскохозяйственных объектов [2].

Развитие цифровых технологий в настоящее время позволяет до проведения экспериментальных исследований осуществить квантово-химическое изучение строения ПАА и выявить закономерности влияния различных заместителей в орто, мета- и пара – положении на состояние функционально-аналитической аминогруппы [1, 3].

Цель настоящего исследования – установить закономерности влияния природы и положения заместителей в молекулах первичных ароматических аминов, их геометрического и электронного строения, а также распределение молекулярного электростатического потенциала для прогнозирования поведения различных орто-, мета- и пара-замещенных ПАА в аналитических реакциях с альдегидами.

Объекты и методы исследования. Модели изученных ПАА приведены в таблице 1.

При проведении квантово-химических расчетов использованы полуэмпирические всевалентные методы MINDO, MNDO/3, AM1, PM3.

Расчеты проводили с использованием компьютеров на базе процессоров INTEL Pentium G 4400 с применением пакета программ LEV (г. Москва ГЕОХИ РАН). Рассчитывали геометрическое строение, распределение электронной плотности и молекулярного электростатического потенциала (МЭСП) исследуемых моделей молекул.

Расчет геометрического строения показал, что введение заместителей различной природы в молекулу анилина, являющегося простейшим представителем ПАА приводит к изменению геометрии функционально-аналитической группы NH₂ (ФАГ), которое выражается в 3-х эффектах:

- изменение валентного угла между атомами водорода в ФАГ,
- изменению двухгранного угла, образованного плоскостью бензольного кольца и связью N-H,
- колебаниями атома азота функционально-аналитической группы относительно плоскости бензольного кольца (табл. 2).

Знак «плюс» в значениях углов, характеризующих колебания атома азота означает, что азот и два атома водорода находятся по разные стороны от плоскости бензольного кольца, в этом случае сопряжение свободной неподеленной пары электронов атома азота с бензольным кольцом увеличивается. Знак «минус» свидетельствует о поднятии атома азота вместе с двумя атомами водорода над плоскостью бензольного кольца и уменьшении степени сопряжения.

Расчет показал, что введение акцепторных заместителей в молекулу анилина приводит к увеличению степени сопряжения азота ФАГ, введение донорных заместителей приводит к уменьшению степени сопряжения.

В дальнейшем аналитический эксперимент показал, что введение донорных заместителей в молекулу анилина приводит к гипсохромному эффекту аналитической полосы поглощения, а введение акцепторных заместителей приводит к батохромному сдвигу полосы поглощения, что способствует улучшению аналитических характеристик определения ПАА.

Таким образом, нами показано, что уже только на основании изучения геометрии замещенных анилина, можно прогнозировать улучшение чувствительности и контрастности аналитических реакций ПАА, имеющих акцепторные заместители.

Следующим этапом работы явилось изучение распределения электронной плотности и молекулярного электростатического потенциала в молекулах ПАА, причем мы сравнивали эти характеристики отдельно для орто, мета и пара-замещенных анилина.

Таблица 1 – Модели исследованных первичных ароматических аминов

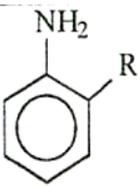
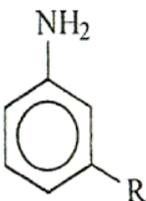
Структура	Типы заместителей	Название ПАА
	R: -NO ₂ , -COOH, -SO ₃ H, -NH ₂ , -CH ₃ , -OH	
	Акцепторные заместители	
	-NO ₂	Нитроанилины, нитрофениламинны
	-COOH	Аминобензойные кислоты, карбоксианилины
	-SO ₃ H	Аминобензолсульфо кислоты, сульфоанилины
	-NH ₂	Фенилендиамины
	Донорные заместители	
	-CH ₃	толуидины, толиламины
	-OH	Аминофенолы, гидроксианилины

Таблица 2 – Величины углов между связью N₇-C₁ и плоскостью бензольного кольца

Анилин + 2,25 ⁰	Величины углов, ⁰		
	Орто-положение	Мета-положение	Пара-положение
Заместитель			
Метил-	-2,86	-3,46	-3,52
Окси-	-3,46	-1,76	-2,51
Карбокси-	+5,01	+5,39	+3,31
Нитро	-	+6,15	+10,89
Амино	+6,77	+1,64	+6,07
Сульфо-	+2,08	+2,10+2,69	
Хлор-	+2,10	+4,04	+4,53

Расчет распределения электронной плотности в молекулах орто- замещенных ПАА показал, что при введении акцепторных заместителей фиксируется наличие квазикольца между ФАГ и нитро-(карбоксылной-) группами, что свидетельствует об образовании внутримолекулярной водородной связи (ВМС). Это приводит к уменьшению электронной плотности в области существования ФАГ на 3-4 % (σ -связь). При введении донорных заместителей электронная плотность увеличивается в области существования ФАГ на 1,0-2,0% (σ -связь). Наличие ВМС является серьезным препятствием для протекания нуклеофильного присоединения и, следовательно, можно прогнозировать, что орто-замещенные анилина с акцепторными заместителями не будут давать хороших аналитических эффектов.

Результаты расчета распределения МЭСП молекул орто-замещенных ПАА с акцепторными заместителями показал, что в области существования ФАГ над и под плоскостью бензольных колец значения МЭСП становятся положительными (+1,1A⁻¹ для орто-нитро-анилина и +0,15A⁻¹ для о-АБК), что свидетельствует о невозможности (о-НА) или затруднении (о-АБК) подхода данных ПАА к положительно заряженному карбонильному углероду аналитического реагента. Для молекул ПАА с донорными заместителями в орто-положении наблюдается возрастание отрицательных значений МЭСП на ФАГ до (-8,50A⁻¹) в плоскости колец и (-0,45A⁻¹) над и под плоскостью бензольных колец, что свидетельствует о локализации неподеленной пары на атоме азота ФАГ, что должно ухудшать аналитические характеристики реакции взаимодействия с альдегидами.

Полученный прогноз хорошо согласовался в дальнейшем с результатами спектрофотометрического исследования систем ПАА с заместителями в орто-положении, которое показало, что взаимодействия с аналитическими реагентами – альдегидами не наблюдается.

В целом, применение цифровых технологий для исследования влияния заместителей различной природы, расположенных в орто-положении по отношению к ФАГ-аминогруппе показало нецелесообразность фотометрического определения таких ПАА по реакции нуклеофильного присоединения к аналитическим реагентам – альдегидам в водных средах.

Расчет распределения электронной плотности в молекулах мета-замещенных показал, что в области ФАГ наблюдается увеличение электронной плотности при введении донорных заместителей на 0,5 % в области бензольных колец и уменьшение ее на 0,5 % при введении акцепторных заместителей. Изменений в распределении электронной плотности над и под плоскостью бензольных колец по сравнению с базовым ПАА – анилином не наблюдается.

Изучение распределения МЭСП вокруг молекул мета-замещенных ПАА показало, что при введении электроакцепторных заместителей распределение МЭСП на ФАГ близко к значению его на анилине. При введении донорных заместителей в мета-положение наблюдается увеличение отрицательных значений МЭСП, но более слабое, чем для орто-замещенных ПАА. На основании этого можно прогнозировать, что для ПАА с донорными

заместителями в мета-положении по сравнению с орто-замещенными основная реакция с альдегидами будет протекать легче, что будет способствовать улучшению аналитических характеристик диагностики ПАА.

Нами было проведено квантово-химическое изучение ПАА, содержащих те же заместители в пара-положении по отношению в ФАГ. Анализ результатов расчетов показал, что происходит увеличение дипольных моментов по связи $C_{\text{кольца}} - NH_2$, что позволяет прогнозировать улучшение сопряжения неподеленной пары атома азота амино-группы с π -системой бензольных колец, что должно способствовать облегчению атаки карбонильного кислорода аналитического реагента и облегчению аналитического процесса.

Изучение распределения электронной плотности в молекулах ПАА, содержащих заместители в пара-положении показало, что для ПАА, содержащих акцепторные заместители, наблюдается образование хиноидных структур, что существенно увеличивает цепь сопряжения в ПАА и должно приводить к еще большей в орто- и мета-положении делокализации неподеленной пары электронов на атоме азота амино-группы. Это дает основание прогнозировать удачную реализацию стадии нуклеофильного присоединения аналитического реагента и самые хорошие аналитические характеристики для аналитических форм, в которых содержатся акцепторные заместители в пара-положении по отношению к ФАГ.

Расчет распределения электронной плотности для ПАА, содержащих донорные заместители в пара-положении по отношению к ФАГ, показал, что наблюдается увеличение электронной плотности на ФАГ на 1,5 % в плоскости бензольных колец и на 2,0 % над и под плоскостью бензольных колец (соответственно σ и π электронная плотность). Можно предположить, что как и в случае с орто- и мета-положением донорных заместителей наблюдается локализация неподеленной пары атома азота ФАГ, это позволяет прогнозировать реализацию стадии протонирования азота амино-группы, что будет способствовать затруднению аналитической реакции с альдегидами.

Расчет распределения МЭСП вокруг молекул, имеющих заместители в пара-положении показал, что для акцепторных заместителей наблюдается уменьшение отрицательных значений МЭСП в области ФАГ по сравнению с базовым анилином до $-4,32 \text{ \AA}^{-1}$, $-4,65 \text{ \AA}^{-1}$.

Для ПАА, содержащих донорные заместители нами получено увеличение отрицательных значений МЭСП до $-7,55 \text{ \AA}^{-1}$. Это дает основание прогнозировать, что введение акцепторных заместителей в пара-положение по отношению к ФАГ приводит к самой сильной делокализации неподеленной пары электронов на ФАГ, что должно способствовать активному участию таких ПАА в реакциях с аналитическими реагентами – альдегидами, которые должны сопровождаться самыми эффективными аналитическими характеристиками.

Прогноз, основанный на результатах квантово-химического изучения ПАА, имеющих заместители в различных положениях по отношению к ФАГ подтвердился результатами спектрофотометрического изучения систем ПАА-Аналитические реагенты – альдегиды. Для систем, содержащих ПАА с акцепторными заместителями в мета- и пара-положении в ФАГ, были получены максимальные бато- и гипер-хромные эффекты: коэффициенты молярного светопоглощения увеличились до $(2,0-3,8) \cdot 10^4$, сдвиг полосы поглощения составил 50-70 нм.

Таким образом, использование современных цифровых технологий на примере изучения строения некоторых загрязнителей атмосферы, а именно первичных ароматических аминов, показало перспективность их применения для выявления влияния природы и положения заместителей на состояние функционально аналитической группы, для прогноза механизма химических реакций и существенного улучшения их аналитических характеристик, что особенно важно для экспрессной диагностики загрязнителей.

Список источников

1. Грибов Л. А. Квантовая химия. М. : Гардарики, 1999. 389 с.
2. Оценка безопасности применения средств защиты растений – производных ароматических аминов на основе мицеллярно-каталитических реакций / И. В. Сергеева, Ю. М.

Мохонько, Ю. М. Андриянова, Н. Н. Гусакова, Е. С. Сергеева // Аграрный научный журнал. 2022. № 7. С. 46-50.

3. Шарутина О. К. Введение в квантовую химию. Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2015. 198 с.

© Сергеева И. В., Мохонько Ю.М., Андриянова Ю.М., Гусакова Н.Н., 2022

Научная статья
УДК 332:625.7/.8

Основные аспекты проведения кадастровых работ по формированию объекта недвижимости в Аркадакском районе Саратовской области

Анастасия Дмитриевна Синяшина, Аксана Анатольевна Царенко

Саратовский государственный университет
генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы осуществления кадастровой деятельности в отношении объектов недвижимости. Проанализированы основные моменты строительства и постановки на кадастровый учёт линейного объекта на примере автомобильной дороги в Аркадакском районе Саратовской области. Приведены особенности получения права собственности на линейные объекты.

Ключевые слова: кадастровый учёт, кадастровая деятельность, кадастровый инженер, линейный объект, строительство

The main aspects of cadastral works on the formation of a real estate object in the Arkadasky district of the Saratov region

Anastasia Dmitrievna Sinyashin, Aksana Anatolyevna Tsarenko

Saratov State University of genetics, biotechnology and engineering
named after N.I. Vavilov, Saratov

Abstract. The article deals with the implementation of cadastral activities in relation to real estate. The main points of construction and cadastral registration of a linear object are analyzed on the example of a highway in the Arkadasky district of the Saratov region. The features of obtaining ownership of linear objects are given.

Key words: cadastral registration, cadastral activity, cadastral engineer, linear object, construction

На сегодняшний день, осуществление кадастровой деятельности позволяет проводить регистрацию права собственности и учёт всех объектов недвижимости на территории Российской Федерации. Это является важной и неотъемлемой частью кадастровых и земельных отношений.

Кадастровая деятельность включает в себя выполнение кадастровых работ, в отношении объектов недвижимого имущества, в результате которых обеспечивается подготовка необходимых документов, содержащих в себе сведения для постановки на кадастровый учёт объектов недвижимости.

Ведется кадастровая деятельность уполномоченным лицом - кадастровым инженером в соответствии с требованиями, установленными Федеральным законом от 24.07.2007 г. № 221-ФЗ «О кадастровой деятельности». Работы, в результате которых обеспечивается подготовка

документов, содержащих необходимые для осуществления кадастрового учета сведения, о таком недвижимом имуществе, которые и называются кадастровыми работами. В свою очередь, результатом кадастровых работ кадастрового инженера являются, такие документы, как межевой план, технический план или акт обследования [1].

Исходя из вышеизложенного, рассмотрим основные аспекты проведения кадастровых работ по формированию объекта недвижимости в Аркадакском районе Саратовской области на примере автодороги - линейный объект – сооружение.

Анализируя вопросы и особенности выполненных работ по сбору, обработке данных, для формирования объекта недвижимости, надо подчеркнуть, что кадастровым инженером на линейное сооружение был подготовлен технический план, а на земельный участок, по которому оно проходило, межевой план. Полученные документы имели достоверные и актуальные сведения о формирующемся объекте недвижимости, подлежащие в дальнейшем внесению в единый государственный реестр недвижимости (далее – ЕГРН). Главной задачей кадастровых работ является внесение в Росреестр сведений об объекте недвижимости в соответствии с современной конъюнктурой.

Целью каждого вида кадастровых работ оказывается полный или частичный цикл мероприятий для решений поставленных задач. При этом собственник объекта недвижимости самостоятельно решает, заказать комплекс кадастровых работ или ограничиться несколькими направлениями и определить правовые, технические и прочие характеристики объекта.

Давая характеристику рассматриваемому нами объекту, надо отметить, что в соответствии с п. 10.1 ст. 1 Градостроительного кодекса РФ автомобильные дороги являются линейными объектами [2]. Основной характеристикой линейных объектов, подлежащей внесению в ЕГРН, является их протяженность. В связи с этим, протяженность стала существенной особенностью и даже трудностью при формировании земельного участка под линейным объектом. Это выражается в прохождении объекта по большому количеству земельных участков различных категорий земель, по разным землевладениям и землепользованиям.

Кроме того, контур линейного объекта при постановке на кадастровый учет отображается в виде разомкнутой линии, образуемой точками, расположенными на центральной оси [2,3].

На приведённом ниже рисунке 1 представлен объект наших исследований – дорога, т.е. улица Кооперативная, которая соединяется и имеет пересечения с улицами: Рабочая, Осоавиахимовская, Весёлая, Пожарная, Луговая, Советская и Мира в Аркадакском районе Саратовской области. Протяженность данного линейного объекта составляет 1677,0 м.

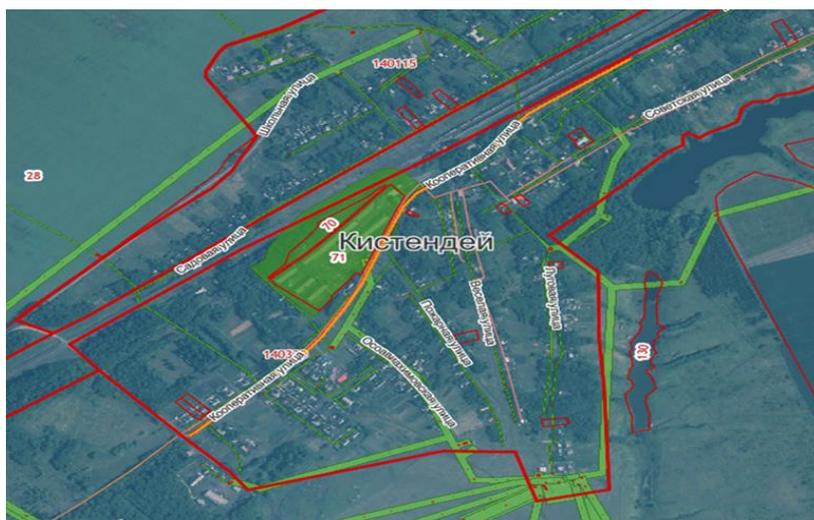


Рисунок 1. Фрагмент дороги на улице Кооперативная на ПКК

Строительство данного объекта-автодороги производилось по запросу Краснознаменского муниципального образования Аркадакского муниципального района Саратовской области на

основании Акта «Приема-передачи муниципального имущества, передаваемого из собственности Аркадакского муниципального района Саратовской области в собственность Краснознаменского муниципального образования Аркадакского муниципального района Саратовской области».

На рисунке 2 можно увидеть этапы создания линейного объекта – автомобильной дороги.



Рисунок 2. Технологическая схема процесса строительства и регистрации ОКС (объекта капитального строительства)

Далее, подробнее рассмотрим этапы строительства и постановки на кадастровый учет объекта недвижимости.

Перечислим, что является основными этапами при строительстве и регистрации данного линейного объекта является:

1. Подготовка проектной документации.

В соответствии с п.11 ст.48 ГрК РФ установлено, что подготовка проектной документации линейного объекта осуществляется на основании проекта планировки и проекта межевания территории, а в отдельных случаях, можно готовить на основании решения о подготовке документации по планировке территории [2].

2. Получение разрешения на строительство.

Большую часть линейных объектов причисляют к капитальным строениям, поэтому их возведение должно осуществляться только с разрешения властей, если же власть не дает разрешение на строительство объекта, то он признается незаконным. В этой ситуации власти обяжут снести объект за свой счет. Чтобы избежать таких последствий, застройщиком заблаговременно было получено разрешение на строительство данного линейного объекта [2].

3. Строительство линейного объекта.

После получения государственного разрешения застройщик переходит к строительству линейного объекта.

4. Введение линейного объекта в эксплуатацию.

После завершения строительства линейного объекта и при соблюдении всех условий и соответствии объекта требованиям, государством выдается разрешение на введение объекта в эксплуатацию [2].

Для ввода объекта в эксплуатацию застройщику необходимо обратиться в федеральный орган исполнительной власти, орган исполнительной власти субъекта Российской Федерации, орган местного самоуправления выдавшие разрешение на строительство [2].

5. Заключительный этап строительства.

Постановка объекта на кадастровый учёт и регистрация на него права собственности. Для того, чтобы приступить к кадастровым работам заказчику, в первую очередь, необходимо подать заявление на постановку линейного объекта на государственный кадастровый учет [2].

Заявление на постановку линейного объекта на государственный кадастровый учет можно подать в любом офисе многофункционального центра (далее-МФЦ), а также в электронном виде на официальном сайте Росреестра (<http://rosreestr.gov.ru>).

На основе поступившего заявление кадастровым инженером был осуществлен выезд на линейный объект, с применением геодезических приборов и были установлены фактические координаты земельного участка на местности и подготовлены текстовая и графическая части документации, для постановки сооружения на кадастровый учет.

На рисунке 3 представлен фрагмент Технического плана (графическая часть).

Однако отметим, что каждый линейный объект имеет свои особенности по формированию, но общим стало - упрощённая процедура государственного кадастрового учета и государственной регистрации прав для всех линейных объектов не зависимо от его назначения, это произошло с момента подписания Президентом Российской Федерации Федерального закона от 01.07.2021 № 275-ФЗ «О внесении изменений в Градостроительный кодекс Российской Федерации и отдельные законодательные акты Российской Федерации», поправки вступили в силу 01.09.2021.

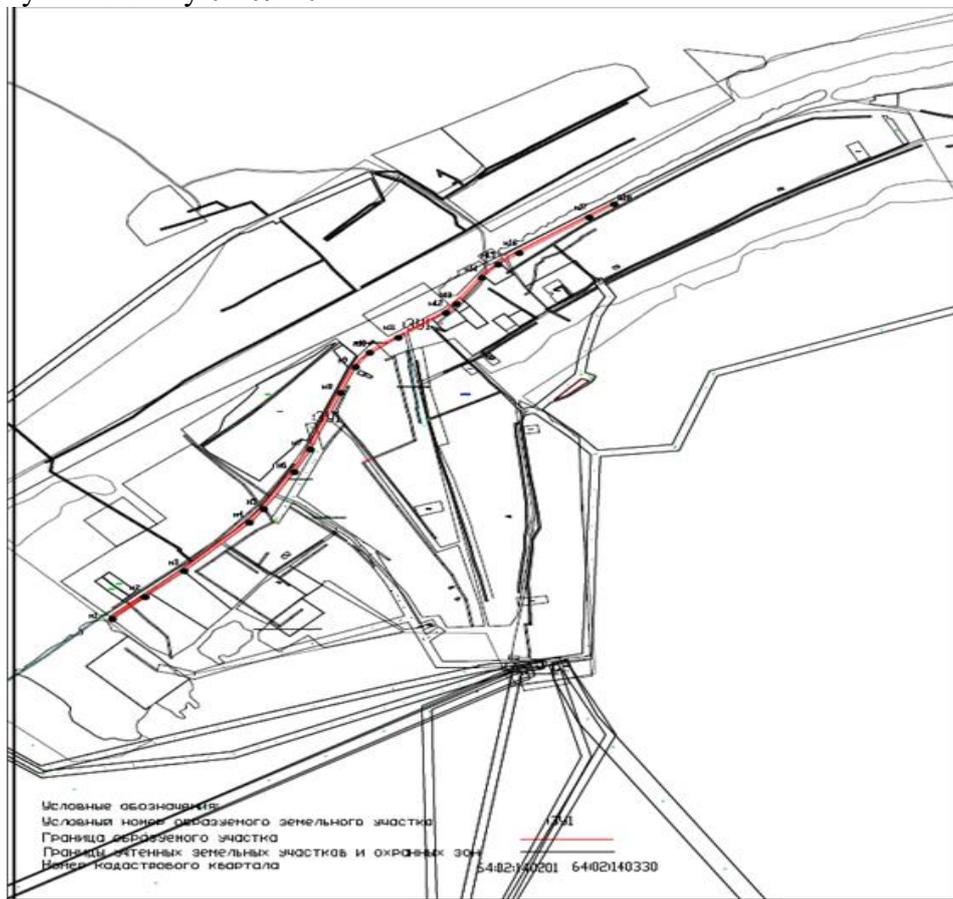


Рисунок 3. Схема расположения земельных участков

Таким образом для кадастрового учета, является важным не только подготовка Технического плана на линейный объект, но и оформление земельного участка под ним и соответственно, подготовка Межевого плана.

Государственный кадастровый учет является обязательной процедурой при строительстве или реконструкции и вводе объекта в эксплуатацию согласно ст. 19 Закона «О государственной регистрации недвижимости» № 218-ФЗ [4].

Также значимым и основным подтверждающим документом существования объекта недвижимости, представляется на сегодняшний день выписка из ЕГРН.

В результате, можно сделать вывод о том, что автодорога представляет собой инженерное сооружение. Оно в полной мере относится к объектам недвижимости и подлежит процедуре регистрации. Регистрация и постановка на кадастровый учет объекта недвижимости происходит на завершающей стадии строительства автомобильной дороги с целью узаконивания статуса этого объекта и оформления на него права собственности, что определяет все рассмотренные выше основные аспекты проведения кадастровых работ по формированию объекта недвижимости.

Список источников

1. Федеральный закон от 24.07.2007 № 221-ФЗ (ред. от 01.05.2022) "О кадастровой деятельности" (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.07.2022).
2. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 № 190-ФЗ (ред. от 14.07.2022) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.09.2022). // Справочно-правовая система «Консультант-плюс»: [Электронный ресурс] / Компания «Консультант плюс».
3. Об утверждении формы технического плана и требований к его подготовке, состава содержащихся в нем сведений, а также формы декларации об объекте недвижимости, требований к ее подготовке, состава содержащихся в ней сведений: Приказ Минэкономразвития России от 18.12.2015 №953 // Справочно-правовая система «Консультант-плюс»: [Электронный ресурс] / Компания «Консультант-плюс».
4. Федеральный закон от 13.07.2015 № 218-ФЗ (ред. от 20.10.2022) "О государственной регистрации недвижимости" // Справочно-правовая система «Консультант-плюс»: [Электронный ресурс] / Компания «Консультант-плюс».

© Синяшина А.Д., Царенко А.А., 2022

Научная статья
УДК 631.347

Технические решения для повышения проходимости многоопорной дождевальная машины «Волга-СМ»

Евгений Станиславович Смирнов

Волжский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации,
г. Энгельс

Аннотация. В статье представлены технические решения, обеспечивающие увеличение несущей способности почвы, снижение глубины колеи и повышение проходимости многоопорной дождевальная машины «Волга-СМ».

Ключевые слова: дождевальная машина, дефлекторная насадка, проходимость, несущая способность почвы, колея, колеобразование, орошение

Technical solutions to improve cross-country ability multi-bearing sprinkling machine «Volga-SM»

Evgeny Stanislavovich Smirnov

Volzhsky research institute of hydraulic engineering and land reclamation,
Engels

Abstract. The current paper presents technical solutions that provide an increase in the bearing capacity of the soil, a decrease in the depth of the track and an increase in the cross-country ability of the multi-bearing sprinkling machine «Volga-SM».

Key words: sprinkling machine, deflector sprinkler, cross-country ability, bearing capacity of the soil, rut, rutting, irrigation

Дождевальная машины «Фрегат» до сих пор широко используются на орошаемых участках Российской Федерации. Одним из существенных недостатков этой машины является то, что при ее работе поливная вода попадает под колеса тележек, это приводит к снижению твердости почвы и уменьшению ее несущей способности. Вследствие движения машины по влажной почве, образуются колеи, происходит разрушение ее плодородного слоя. За

несколько проходов машины глубина колеи может достигать 30-45 см, а при буксовании колеса – 50 см и более (рис. 1) [1, 2].

В 2015 г. на базе дождевальной машины «Фрегат» в ФГБНУ «ВолжНИИГиМ» была разработана и передана в серийной производство многоопорная дождевальная машина «Волга-СМ», которая имеет ряд значительных преимуществ. Однако проблема колееобразования и разрушения почвы актуальна и для новой дождевальной машины.



Рисунок 1. Колееобразование ДМ «Фрегат», приводящее к пробуксовке машины и разрушению почвы

Существует несколько способов, повышающих проходимость машины и уменьшающих колееобразование. Основными из них является использование на дождевальной машине пневматических шин, спаренных металлических колес, заравнивателей колеи и устройств, исключающих попадание воды в зону движения тележек [2, 3]. Все способы имеют свои преимущества и недостатки, но предпочтительней использовать разнообразные устройства, препятствующие попаданию воды под колеса дождевальной машины.

В качестве таких устройств предлагается использовать разработанную в ФГБНУ «ВолжНИИГиМ» специальную дефлекторную насадку из полимерного материала с заданным углом полива 270° . Насадка устанавливается на ближайших к тележке штуцерах водопроводящего трубопровода дождевальной машины «Волга-СМ» либо на открытках длиной 2,0-2,5 м.

Поливная вода, поступающая по трубопроводу через водовыпуск, попадает в насадку, которая направляет струю под специально заданным углом и разбрызгивает ее в обратном направлении от движения тележки. В качестве дополнительной меры защиты от попадания воды под колеса тележек рекомендуется также использовать сливные насадки гидроцилиндра.

Схема расположения насадок при поливе дождевальной машиной «Волга-СМ» представлена на рисунке 2.

Исследования по снижению глубины колеи, используя разработанные дефлекторные насадки с заданным углом полива на ДМ «Волга-СМ», проводились на полях ОПХ «ВолжНИИГиМ».

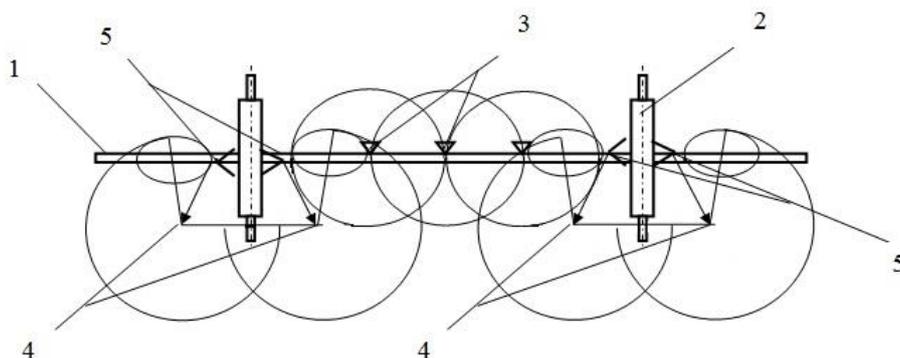


Рисунок 2. Схема расположения насадок при поливе дождевальной машиной «Волга-СМ»:

- 1 – трубопровод дождевальной машины;*
- 2 – опорная тележка;*
- 3 – дефлекторные насадки кругового полива;*
- 4 – дефлекторные насадки с заданным углом полива 270°;*
- 5 – сливные насадки гидроцилиндра*

Было установлено, что при использовании обычных дефлекторных насадок и повышении нормы полива с 50 до 600 м³/га и объема воды, попадающего под колеса тележки дождевальной машины, происходит снижение несущей способности почвы. Глубина колеи составляет 10-12 см уже после первого прохода машины. С повышением числа поливов наблюдается увеличение глубины колеи и после 4-5 проходов дождевальной машины по полю достигает уже 22-25 см (рис.3).

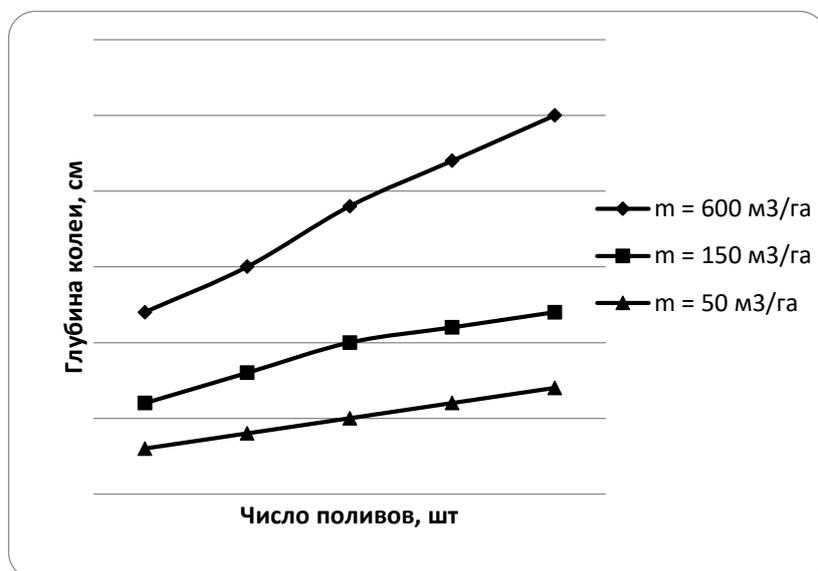


Рисунок 3. Зависимость глубины колеи от нормы полива в районе тележек ДМ «Волга-СМ» и числа проходов машины по полю

Установка на ДМ «Волга-СМ» дефлекторных насадок с заданным углом полива 270° обеспечивает полив в противоположную сторону от направления движения машины. Вследствие чего, объем воды, попадающий под колеса тележки, резко снижается до 0-50 м³/га и дождевальная машина передвигается практически по сухой почве. Глубина колеи с увеличением числа проходов меняется незначительно и находится на уровне 3,0-7,0 см.

Заключение. Снижение несущей способности почвы и увеличение глубины колеи приводят к ее разрушению и являются острой проблемой при поливе дождевальными машинами «Фрегат» и «Волга-СМ». Исследованиями, проводимыми на полях «ВолжНИИГиМ», установлено, что при увеличении нормы полива в районах тележки ДМ «Волга-СМ» до 600 м³/га глубина колеи после первого прохода машины составляет 10-12 см, а после 4-5 проходов увеличивается до 22-25 см.

При использовании разработанной в ФГБНУ «ВолжНИИГиМ» дефлекторной насадки с заданным углом полива 270°, объем воды, попадающий под колеса тележки, резко снижается, дождевальная машина передвигается практически по сухой почве, а глубина колеи с увеличением числа поливов остается почти неизменной и составляет 3,0-7,0 см.

Список источников

1. Журавлева Л. А. Ресурсосберегающие широкозахватные дождевальные машины кругового действия: дис. ... д-ра техн. наук. Саратов. 2018. 409 с.
2. Рыжко Н. Ф. Совершенствование дождеобразующих устройств для многоопорных дождевальных машин. Саратов. 2009. 173 с.
3. Рязанцев А. И. Повышение тягово-сцепных свойств ходовых систем широкозахватных дождевальных машин кругового действия «Фрегат» // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. 2009. № 3. С. 19-22

© Смирнов Е.С., 2022

Научная статья
УДК 004:664

Цифровые технологии в сельском хозяйстве (обзор)

Наталья Ивановна Степаненко

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Красноярский государственный аграрный университет,
г. Красноярск

Аннотация. В статье рассмотрен рынок роботов и пищевой промышленности, как на мировом рынке, так и на рынке России. Приведены аналитические данные по роботизации пищевых производств. В пищевом производстве внедрение составляет лишь 2 % от всей роботизации.

Ключевые слова: роботы, промышленность, сельское хозяйство, пищевые продукты, производство

Digital technologies in agriculture (overview)

Natalia Ivanovna Stepanenko

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Krasnoyarsk State Agrarian University,
Krasnoyarsk

Annotation. The article examines the market of robots and the food industry, both on the world market and on the Russian market. Analytical data on the robotization of food production are presented. In food production, the introduction accounts for only 2% of the total robotization.

Keywords: robots, industry, agriculture, food products, production

Современная пищевая промышленность имеет низкий технологический уровень и низкую инновационную активность и создает высокие риски устойчивого развития пищевой промышленности. Данная проблема увеличивает сохранность импортозависимости нашей страны в основных видах продуктов питания. По данным статистики Росстата на период 2010 год по сентябрь 2022 год основных видов продукты питания в Российской Федерации (далее РФ) направленные на импортозамещения представлены на рисунке 1 [1].

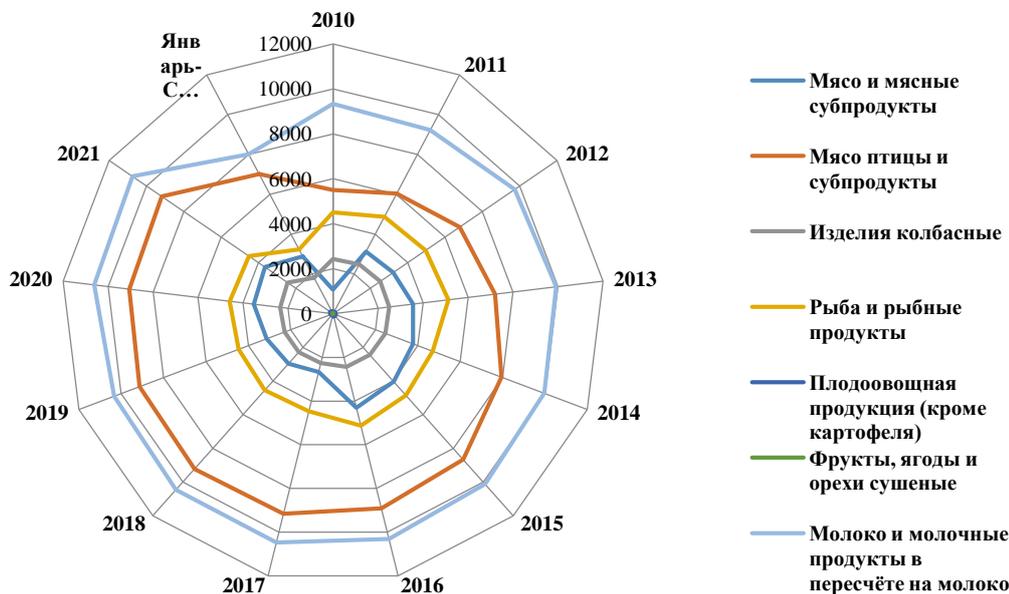


Рисунок 1. Статистика основных видов продукции в РФ, тыс. тонн

Из рисунка видно, что молоко и молочные продукты являются лидерами в импортозамещении. Что немаловажно для нашей страны.

По данным BusinessStat анализа рынка кондитерских изделий по видам на 2021 год импорт составляет 14,2 % к предыдущему году (рис. 2) [2].



Рисунок 2. Импорт кондитерских изделий по видам кондитерских изделий РФ, на 2017-2021 гг. (тыс. т)

Большая доля приходится на шоколадные кондитерские изделия на 2021 год и составляет 47,4 % по отношению к 2017 году – 42,5 %. На долю сахаристых кондитерских изделий на 2021

год наблюдается снижение с 30,9% до 26,0 %. Удельный вес мучных кондитерских изделий в среднем составляет 27,1% от суммарных поставок импорта [2].

По данным анализа статистики импорта кондитерских изделий можно сделать вывод, что данный вид продукции является импортозависимым продуктом питания.

В РФ производство кондитерских изделий составляет около 2 млн. тонн в год. Ассортимент отвечает различной возрастной и социальной групп населения. Годовое потребление кондитерских изделий в среднем на одного человека составляет 14 кг, из них 63 % составляют мучные кондитерские изделия или дневной норме 24 г/сут, в пересчете на энергетическую ценность 627-752 кДж [3].

По решению задач модернизации пищевой промышленности, тем самым укрепляя конкурентоспособность на российском рынке, а также на мировом рынке, большое значение имеет внедрение цифровых технологий. Как показывает практика мирового рынка, автоматизация предприятия способствует экономической эффективности [4, 5].

Перспектива развития автоматизации в пищевой промышленности, как и в других отраслях, связаны с преобразованием цифровых технологий в производстве. Таким примером является робототехника. Данное внедрение способствует безопасному производству продуктов питания без контакта человека. Среда внутри камеры производства стерильная, тем самым не обсеменяет пищевые продукты микроорганизмами.

По данным статистики Всемирной ассоциации робототехники (International Federation of robotics, IFR) количество на 2020 год составила 422241 единицу. Существует два типа роботов: промышленные и сервисные (рис. 3) [3].



а)



б)

Рисунок 3. Виды роботов (а) Промышленные роботы; б) Сервисные роботы)

Согласно данным IFR, комплект для установки работы нового рекордного уровня «The automation booster ignited» на 2021 год после пандемического года продано рекордное число роботов в истории и составляет 517000 (+31 %) единиц, по сравнению CAGR на период 2016-2021 (+11 %). Нарушен лимит на 2021 год в полмиллиона (рис. 4) [3].

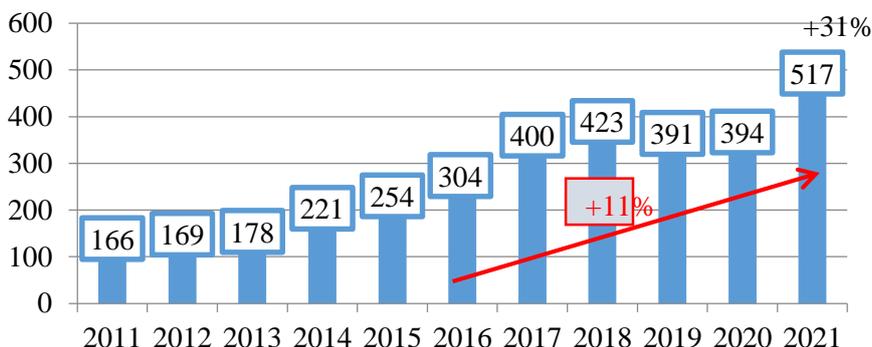


Рисунок 4 – Количество устанавливаемых промышленных роботов в мире (2011-2021 гг.), тыс. единиц

В то время запас роботов составляет 3,5 млн. единиц (+15 %) (рис. 5), а CAGR 2016-2021 составляет +14 % [3].

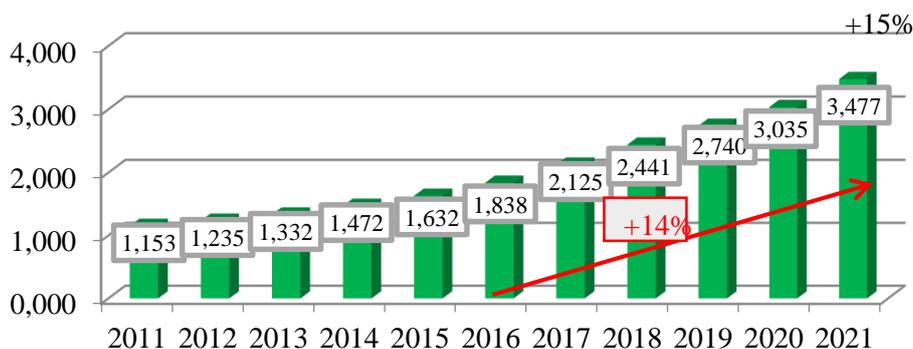


Рисунок 5 – Эксплуатационный запас промышленных роботов в мире, млн. единиц

Электроника является основным заказчиком роботов (рис. 6) [3].

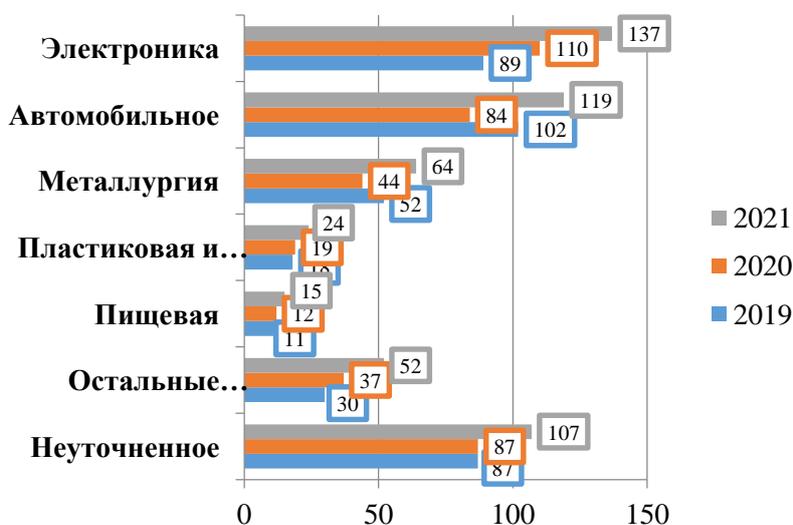


Рисунок 6. Количество заказов роботов по видам деятельности предприятия на мировом рынке, тыс. единиц

Пищевая промышленность стоит одной из последних предприятий на мировом рынке, которые внедряют робототехнику. Робототехника способна обеспечить данному предприятию бесконтактное человеком производство продуктов питания, что обеспечить полную безопасность в изготовлении.

Профессиональные сервисные роботы применяются в медицине, сельском хозяйстве, гостиничном или ресторанном бизнесе и др. (рис. 7) [3].



Рисунок 7 – Профессиональные сервисные роботы в мире, единицы

Объем продаж роботов в Российской Федерации меньше, чем в как развитых, так и в развивающихся странах. Так в 2019 году было продано 958 единиц роботов, что на 98 единиц больше, чем в 2018 году, из которых 4,8 % составляют российского производства (рис. 8) [5].

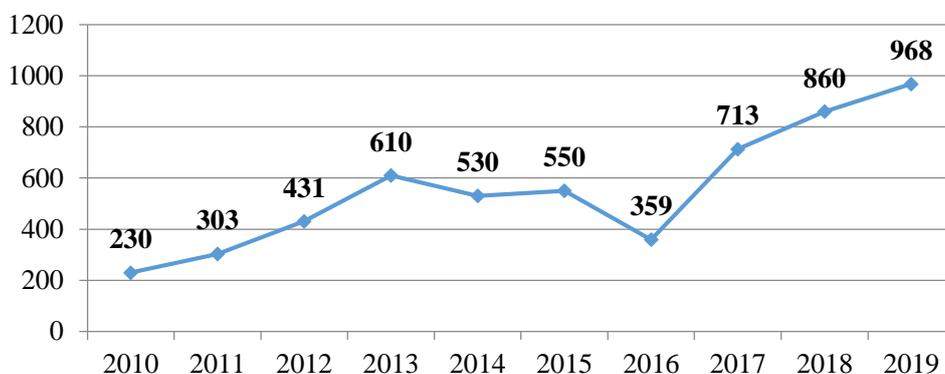


Рисунок 8. Количество проданных роботов в России, единицы

По отраслевой структуре покупок промышленных роботов, на конец 2018 года представлено на рисунке 9 [5].

Робототехника является дорогостоящим продуктом и в связи с этим внедрение данного продукта на многих предприятиях финансово затруднительно. Цена одной единицы робота для сельского хозяйства и пищевой промышленности составляет в среднем на российском рынке 900 тыс. рублей. Производство роботов в среднем составляет 3 робота в месяц.

Причины столь небольшого производства являются длительный срок НИОКР и испытаний, отсутствием электронных компонентов, высокой стоимостью производства при низкой стоимости ручного труда, тем самым это приводит к большим срокам окупаемости.

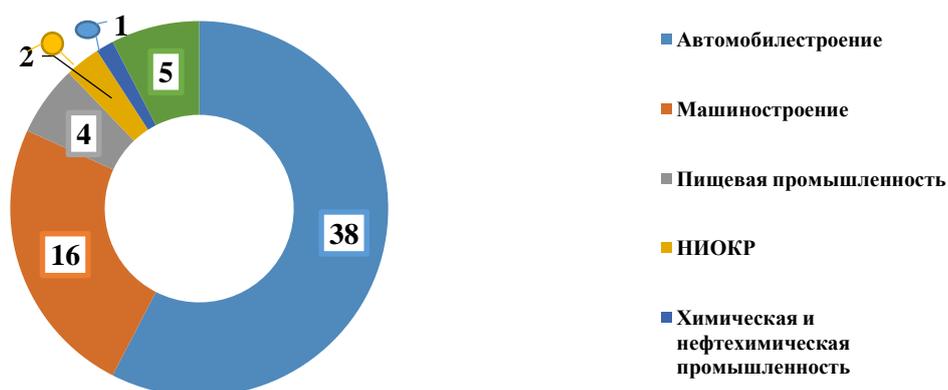


Рисунок 8. Продажи роботов в России, %

Однако основной причиной является сокращение и разрушение больших предприятий пищевой переработки. На 2019 год она составляет 14 % от всего числа российского производства и 2,6 % от общего числа занятости в экономике Российской Федерации [5]. Растет число малых предприятий пищевых производств, рассчитанных на производство разнообразного ассортимента продукции, которое не требует автоматизации и роботизации.

Таким образом, из вышесказанного можно сделать заключение, что в сельском хозяйстве и пищевой промышленности роботизация мало внедряют в производство. В пищевом производстве внедрение составляет лишь 2 % от всей роботизации, что является незначительным.

Список источников

1. Показатели, характеризующие импортозамещение в России. Производство основных видов импортозамещающих пищевых продуктов в Российской Федерации // Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики. URL: <https://goo.su/iDVp> (дата обращения 1.11.2022).
2. Анализ рынка кондитерских изделий в России в 2017-2021 гг, прогноз на 2022-2026 гг. Потенциал импортозамещения и новые рынки сбыта. URL: <https://goo.su/Qp8u> (дата обращения 1.11.2022).
3. International Federation of Robotics / BusinesStat. URL: <https://ifr.org/free-downloads/> (дата обращения 1.11.2022).
4. Рыжакова, А. В. Мировой рынок кондитерских изделий / А. В. Рыжакова, О. А. Бабина // Международная торговля и торговая политика. – 2017. – № 4(12). – С. 59-74. – EDN YMFFLN.
5. Шнипова, А. Использование промышленных роботов: обзор рынка робототехники в России и мире – аналитические материалы Группы «ДЕЛОВОЙ ПРОФИЛЬ» / А. Шнипова // DELOVOY PROFIL. – 2020. – С. 13. URL: <https://delprof.ru/press-center/open-analytics/ispolzovanie-promyshlennykh-robotov-obzor-rynka-robototekhniki-v-rossii-i-mire/> (дата 1.11.2022).

© Степаненко Н.И., 2022

Изучение влияния биологического удобрения Изабион на процесс адаптации на рост и развитие микрорастений картофеля в условиях *in vivo*

Лариса Николаевна Федорова

Юлия Николаевна Федорова

ФГБОУ ВО «Великолукская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Великие Луки

Аннотация. В научной статье представлены данные по влиянию биологического удобрения Изабион на рост и развитие микрорастений картофеля в условиях *in vivo*. По результатам проведенных исследований установлено, что для лучшей приживаемости и адаптации растений к различным факторам среды перед высадкой микрорастений из пробирки в условия *in vivo* необходимо проводить обработку Изабионом в концентрации 2 мг/л. На получение наибольшего количества семенного материала клубней. положительное действие оказывает Изабион от 10мг/л до 15 мг/л, так у сортов Лига – 12,0 шт. и Сиреневый туман – 11,9 шт. больше всего семенных клубней собрали в варианте 10 мг/л, а у сортов Аврора – 10,9 шт. и Гусар - 12,7 в варианте с обработкой от 10-15 мг/л.

Ключевые слова: картофель, *in vivo*, адаптация, биологическое удобрение Изабион, урожайность

Study of the effect of biological fertilizer Izabion on the adaptation process, on the growth and development of potato micro-plants *in vivo*

Larisa Nikolaevna Fedorova

Yulia Nikolaevna Fedorova

Velikiye Luki State Agricultural Academy, Velikiye Luki

Abstract. The scientific article presents data on the effect of the biological fertilizer Izabion on the growth and development of potato micro-plants *in vivo*. According to the results of the conducted studies, it was found that for better survival and adaptation of plants to various environmental factors, before planting micro-plants from a test tube in *in vivo* conditions, it is necessary to carry out treatment with Isabion at a concentration of 2 mg/l. To obtain the largest amount of seed material of tubers. Isabion has a positive effect from 10 mg / l to 15 mg / l, so in the varieties of League – 12.0 pcs and Lilac mist – 11.9 pcs, most of the seed tubers were collected in the 10 mg / l variant, and in the varieties of Aurora – 10.9 pcs. and Gusar - 12.7 in the variant with treatment from 10-15 mg / l.

Key words: potato, *in vivo*, adaptation, biological fertilizer Izabion, yield

Введение.

Семеноводство картофеля в значительной степени зависит от качества семенного материала, используемого для последующего размножения и получение его остается актуальной задачей на всех этапах репродуцирования [1,6].

Качество семеноводческой работы определяется здоровым материалом и получением максимального коэффициента размножения в естественных условиях. Для оптимизации схемы семеноводства ведется поиск биологических препаратов, которые позволят решить одну из главных в агрономии проблем это отрицательное влияние стрессовых факторов на растение [3,5].

Биостимуляторы защищают от неблагоприятных воздействий окружающей среды как биотических, так и абиотических. А также повышают устойчивость к стрессам и быстро восстанавливают растения, подвергшимся таким воздействиям как физическим, химическим

и радиационным, так и поражением болезнями, и вредителями. Способствуют повышению качества и урожайности получаемого материала благодаря обеспечению растений основными элементами минерального питания – азотом, фосфором и калием. А картофель — это культура, которая на протяжении всего вегетационного периода нуждается в полноценном питании [4,7].

Перенос микрорастений в условия *in vivo* вызывает сильный стресс, так как микроклимат пробирки существенно отличаются от климата при пересадке их в грунт. Это способствует появлению у растений структурных и физиологических отклонений, которые в свою очередь сильно затрудняют их выживание в естественных условиях. Да и пробирочные растения имеют слабую анатомическую дифференциацию, пониженную активность отвечающих за фотосинтез ферментов, недоразвитую сосудистую систему листьев и отсутствие защитного воскового покрытия, устьица остаются раскрытыми и не реагируют на стимулы, которые в норме вызывают их закрытие [7].

Материалы и методика.

Работа проводилась с 2021 – 2022 гг. в биотехнологической лаборатории клонального микроразмножения растений ФГБОУ ВО Великолукской государственной сельскохозяйственной академии и на опытном участке с использованием полевых опытов.

Пересадка картофеля в культуру *in vivo* приводит также к снижению устойчивости к патогенам. И именно поэтому в изменчивых условиях среды важно правильно применить приемы возделывания для мобилизации потенциальных защитных сил организма растения. Защитить от стресса и ускорить ростовые и продукционные процессы возможно путем применения биостимуляторов, к которым относится Изабион.

Объектом исследований служили сорта картофеля среднеспелой группы спелости Аврора, Гусар, Лига, Реал и Сиреневый туман.

Схема полевого опыта: 1. MS+Контроль; 2. MS+Изабион 5 мг/л; 3. MS+Изабион 10 мг/л; 4. MS+Изабион 15 мг/л.

На первом этапе нашей работы являлось максимально аккуратно для растений провести их пересадку в условия *in vivo* с целью получения в дальнейшем большего количества стандартных семенных клубней. При укоренении микрорастений мы обрабатывали их Изабионом в концентрации 2 мг/л, для увеличения приживаемости, лучшему укоренению и развитию растений в целом. Фенологические наблюдения, биометрические измерения и учет урожая проводили в соответствии с методикой исследований по культуре картофеля (1967) [2].

Результаты исследования.

В результате проведенных исследований мы отметили, что на 10-е сутки, растения в варианте с применением данного препарата визуально выглядели более развитыми, чем в контрольном варианте. На рисунке 1 видно, что наиболее устойчивыми к стрессовому фактору смены условий выращивания оказались сорта в варианте без опрыскивания Гусар, Лига и Сиреневый туман их приживаемость составила 85,0 %, 75,5 % и 74,0 % соответственно.

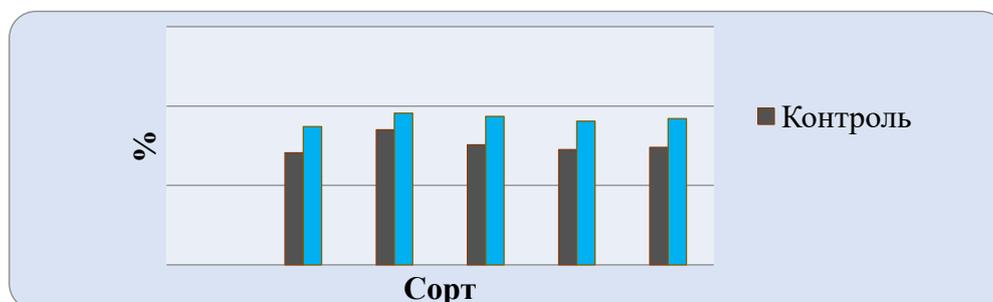


Рисунок 1. Приживаемость микрорастений при посадке в условия *in vivo* и опрыскивании их Изабионом 2 мг/л

Применение биостимулятора при посадке микрорастений оказало положительное действие на приживаемость всех изучаемых сортов. Наиболее высокой приживаемостью отличился сорт Гусар – 95,5, по сравнению с контрольным вариантом увеличилось на 10,5 %, а также хорошие результаты отмечены у сорта Лига – 93,5% и Сиреневый туман – 92,0% больше контроля на 18%.

По итогам проведенной работы по адаптации растений к естественным условиям можно с уверенностью сказать, что применение в виде опрыскивания биостимулятора Изабиона 2 мг/л повышает их приживаемость в среднем на 15 %.

В условиях открытого грунта была проведена сравнительная оценка трёхлетней схемы выращивания микрорастений картофеля с применением регулятора роста растений Мивал-Агро. Пробирочные растения высаживали в грунт в третьей декаде мая.

Далее на протяжении всего вегетационного периода мы также использовали жидкое биологическое удобрение Изабион в разных его концентрациях. Некорневые обработки проводились два раза за вегетационный период - это начальный период роста при высоте растений 10-15 см и во время фазы полной бутонизации.

При наблюдении за межфазным периодом растений картофеля при опрыскивании биостимулятором Изабионом в концентрациях от 5 до 15 мг/л произошли следующие изменения.

Применение данного препарата во всех вариантах способствовало развитию более мощной наземной части растений, что увеличивало продолжительность работы листового аппарата. В результате прохождения фенологических фаз было растянутым примерно на 2-9 дней наиболее явно это отмечено на всех сортах в вариантах с обработкой Изабионом в концентрации 10-15 мг/л.

Вегетационный период с применением биостимулятора, увеличился по сравнению с контрольным вариантом в среднем на 11-22 дня.

Наиболее продолжительным периодом вегетации из изучаемых сортов был отмечен в варианте с применением Изабиона в концентрации 15 мг/л, у сорта Аврора он составил – 124 дня, что превысило контрольный вариант на 18 дней. Самым продолжительным по сравнению с контролем вегетационный период был отмечен у сорта Реал превышение составило 22 дня.

Растения в варианте с применением Изабиона в концентрации 10 мг/л, также отличались увеличением периода вегетации в среднем превышение контрольного варианта составило 6-13 дней.

Биометрические показатели при получении максимального урожая семенных клубней картофеля очень важны. Увеличение выхода семенного материала картофеля непрерывно связано с совершенствованием технологии семеноводства. С этой целью мы применяли биологическое удобрение Изабион в разных концентрациях. Полученные показатели по биометрии представлены в таблице 1. Биостимулятор Изабион оказал положительное действие на все изучаемые сорта. Длина растений изменялось от концентрации применяемого препарата, максимальные данные отмечены при опрыскивании Изабионом 10 мг/л. Наибольшая длина стеблей была сформирована у сортов Гусар – 87,1 см и Лига – 86,3 см. В этом же варианте у сорта Гусар были отмечены лучшие показатели и по числу стеблей – 4,5 штуки на куст и по числу листьев – 16,8 шт.

Самыми низкорослыми с наименьшим числом стеблей и листьев были растения у сорта Реал, лучшие его показатели получены в опыте также с применением 10 мг/л Изабиона.

По числу стеблей у сортов Лига – 4,2 шт., Реал – 3,4 шт. и Сиреневый туман – 3,8 максимальные данные зафиксированы в варианте с опрыскиванием Изабиона в концентрации 15 мг/л.

Таблица 1 – Динамика роста и развития микрорастений картофеля при обработке биологическим удобрением Изабион в культуре *in vivo*

Сорт	Длина стеблей, см				Число стеблей на 1 куст, шт.				Число листьев, шт.			
	Вариант обработки препаратом*											
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Аврора	78,2	77,9	80,1	76,9	3,1	3,0	3,3	3,2	14,6	14,7	15,1	14,6
Гусар	82,4	85,6	87,1	84,7	3,9	4,2	4,5	4,4	15,9	14,6	16,8	16,5
Лига	80,1	85,2	86,3	83,9	3,9	3,9	4,1	4,2	14,7	15,2	15,9	16,0
Реал	69,5	72,3	74,8	70,1	2,8	2,6	3,2	3,4	12,3	12,8	13,1	12,9
Сиреневый туман	68,2	74,2	78,8	78,5	3,1	3,4	3,7	3,8	13,0	13,4	13,9	13,7

*1 – контроль без обработки; 2 – Изабион 5 мг/л; 3- Изабион 10 мг/л; 4 – Изабион 15 мг/л

Низкая остепенность отмечена у сорта Аврора -3,0 шт. в варианте с применением 15 мг/л Изабиона, у Сиреневого тумана – 68,2 шт.и Гусара – 82,4 шт. в контрольном варианте без обработки. На формирование листовой поверхности и на остепенность положительно отозвались растения в варианте с обработкой препаратом в концентрации 10 мг/л.

Изучая влияние биостимулятора Изабиона на формирование элементов структуры урожая картофеля в условиях *in vivo* (таблица 2), нами установлено, что на большее число сохранившихся растений к уборке повлияла концентрация от 10-15 мг/л Изабиона на все изучаемые сорта.

Таблица 2 – Элементы структуры урожая картофеля при обработке биологическим удобрением Изабион микрорастения в культуре *in vivo*

Сорт	Вариант обработки препаратом*	Высажено пробирочных растений, шт.	Сохранившиеся растения к уборке, шт.	Количество клубней с одного растения, шт.				Продуктивность, г/куст
				мелких <30 мм	средних 30-60 мм	крупных >60 мм	Всего, шт.	
Аврора	1	100	89	3,2	10,2	0,1	13,5	430,4
	2	100	91	3,4	10,4	0,5	14,3	480,7
	3	100	96	3,3	10,9	1,2	15,4	450,2
	4	100	98	2,9	10,9	2,1	15,9	440,1
Гусар	1	100	92	2,6	11,3	0,6	14,5	670,4
	2	100	96	2,1	12,6	0,6	15,3	720,0
	3	100	100	2,5	12,7	1,0	16,2	738,9
	4	100	100	1,7	12,7	2,2	16,6	850,1
Лига	1	100	94	2,4	10,6	0,8	13,8	430,0
	2	100	98	1,5	11,9	1,1	14,5	675,0
	3	100	98	2,0	12,0	1,6	15,6	687,6
	4	100	100	2,3	11,8	2,1	15,8	695,5
Реал	1	100	88	2,7	9,4	0,2	12,3	394,1
	2	100	94	2,2	9,8	0,9	12,9	467,3
	3	100	97	2,3	10,6	1,1	14,0	416,5
	4	100	97	1,3	11,1	1,5	13,9	492,5
Сиреневый туман	1	100	85	2,0	10,8	0,0	12,8	375,0
	2	100	91	2,2	11,0	0,3	13,5	495,4
	3	100	95	1,9	11,9	0,4	14,2	530,0
	4	100	100	1,8	11,6	0,8	14,2	680,2

*1 – контроль без обработки; 2 – Изабион 5 мг/л; 3- Изабион 10 мг/л; 4 – Изабион 15 мг/л

Сто процентная сохранность растений отмечена у сортов Гусар, Лига и Сиреневый туман. Минимальная количество сохранившихся растений было отмечено в варианте без обработки у сорта Сиреневый туман 85 растений, у сортов реал и Аврора по 89-88 растений соответственно.

На формирование наибольшего общего выхода клубней с растения у сорта Реал повлияла обработка биоудобрением 10 мг/л, что составило – 14 штук. У остальных изучаемых сортов лучший результат отмечен в варианте с обработкой Изабионом 15 мг/л.

Лучшие показатели по количественному выходу клубней мелкой фракции у сортов Аврора - 3,4 шт. и Сиреневый туман – 2,2 шт. отмечены в варианте 2, у остальных сортов в варианте без обработки.

Положительно на формирование фракции 30-60 мм у сорта Реал повлияла обработка Изабионом 15 мг/л. У сортов Лига – 12,0 шт и Сиреневый туман – 11,9 шт больше всего семенных клубней собрали в варианте 3, а у сортов Аврора – 10,9 шт. и Гусар - 12,7 шт. максимум семенного материала получено в варианте с опрыскиванием препаратом в концентрации от 10-15 мг/л. Обработка Изабионом в концентрации 15 мг/л повлияла на формирование крупных клубней фракции >60 мм, здесь у всех сортов был максимальный результат по сравнению с другими вариантами.

Что касается продуктивности изучаемых сортов можно с уверенностью сказать, что на формирование наибольшей массы с куста целесообразно использовать обработки биостимулятором Изабионом в концентрации 15, мг/л. Наиболее продуктивными были сорта Гусар – 850,1 г/куст и Лига 695,5 г/куст.

Выводы.

В результате проведенной работы по изучение биологического удобрения Изабиона, можно сделать следующее заключение. Целесообразно использовать перед высадкой микрорастений из пробирки в условия *in vivo* опрыскивание данным препаратом в концентрации 2 мг/л, что способствует их лучшей приживаемости и адаптации растений к различным факторам среды.

Также в ходе проведения опытов нами установлено, что опрыскивание данным препаратом в концентрации от 10-15 мг/л увеличивает период вегетации, а также способствует развитию наземной части растений, что положительно сказывается, как на нормальном росте и развитии его в период вегетации, так и на формировании урожайности.

В семеноводстве главной задачей является получение наибольшего количества семенного материала клубней. В нашей работе с этой задачей справился Изабион от 10мг/л до 15 мг/л в зависимости от сорта. У сортов Лига – 12,0 шт и Сиреневый туман – 11,9 шт больше всего семенных клубней собрали в варианте 10 мг/л, а у сортов Аврора – 10,9 шт. и Гусар - 12,7 в варианте с обработкой от 10-15 мг/л.

Список источников

1. Актуальные направления развития селекции и семеноводства картофеля в России / Е. А. Симаков [и др.] // Картофель и овощи. 2020. №12. С. 22-26.
2. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта: (с основами статистической обработки результатов исследований): учебник для студентов высших сельскохозяйственных учебных заведений по агрономическим специальностям. М.: Альянс, 2011. 351 с.
3. Замалиева Ф. Ф. Семеноводство картофеля на оздоровленной основе // // Защита и карантин растений. 2007. №2. С. 18-20.
4. Кильчевский А. В., Шконович Т. В., Курганская С. Д. Влияние регуляторов роста на приживаемость и продуктивность пробирочных растений картофеля после их переноса в грунт теплицы // Новое в семеноводстве картофеля: материалы научно-практической конференции, 11-14 июля 2000 г. Минск, 2000. С. 47-48
5. Конев П. А., Ильвес Н. В. Повышение эффективности картофелеводства (на примере семеноводства картофеля) // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2015. № 39. С. 275-279.

6. Осипов А. И., Евдокимова З. З., Шелабина Т. А. Перспективы селекции и семеноводства картофеля на Северо-Западе Российской Федерации. // Картофелеводство в регионах России: актуальные проблемы науки и практики. 2006. С. 241-246.

7. Черемисин А. И., Якимова И. А. Влияние стимуляторов роста и биофунгицидов на продуктивность микрорастений картофеля // Достижение науки и техники АПК. 2011. №3. С. 26-28.

© Федорова Л.Н., Федорова Ю.Н., 2022

Научная статья
УДК 332:711

Актуальные вопросы территориального планирования

Аксана Анатольевна Царенко

Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии
и инженерии имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов

Ирина Владимировна Шмидт

СГТУ имени Гагарина Ю.А.,
г. Саратов

Аннотация. В статье проанализированы актуальные вопросы, решение которых является важным для устойчивого развития территорий. Подробно рассмотрен вопрос о сокращении сроков согласования схем территориального планирования.

Ключевые слова: территориальное планирование, градостроительная деятельность, цифровизация, территории, схемы территориального планирования

Topical issues of territorial planning

Aksana Anatolyevna Tsarenko

Saratov State University of genetics, biotechnology and engineering
named after N.I. Vavilov, Saratov

Irina Vladimirovna Schmidt

SSTU of Gagarin Yu.A.,
Saratov

Abstract. The article analyzes topical issues, the solution of which is important for the sustainable development of territories. The issue of reducing the timing of approval of territorial planning schemes has been considered in detail.

Key words: territorial planning, urban planning activities, digitalization, territories, territorial planning schemes

Важным направлением в градостроительной деятельности является Территориальное планирование, которое рассматривает комплексное социально-экономическое развитие территорий, включая инфраструктурную организацию и рациональное землепользование.

Территориальное планирование нацелено на конгломерат таких факторов, как социальные, экономические, экологические на их учет для устойчивого развития территорий, а также развития инженерной, транспортной инфраструктур, учитывая при этом интересы граждан их объединений, как муниципальных образований, так и страны в целом.

На сегодняшний день перед территориальным планированием стоит ряд требующих решения вопросов, среди которых: цифровизация сферы территориального планирования, применение ГИС технологий при формировании документов территориального планирования, согласование документов территориального планирования между ведомствами, планирование размещения объектов, внесение градостроительной документации на портале ФГИС ТП и др.

Важно отметить, что один из наиболее главных вопросов - согласование проекта схемы территориального планирования, нашел свой ответ. В этой связи отметим, что для его решения Правительством Российской Федерации, было принято Постановление № 1878 от 21 октября 2022 г. «О внесении изменений в Положение о согласовании проекта схемы территориального планирования двух и более субъектов Российской Федерации или проекта схемы территориального планирования субъекта Российской Федерации», где были утверждены изменения относительно сокращения сроков согласования документов территориального планирования. Изменения были внесены в Положение № 178 от 24 марта 2007г. «Об утверждении Положения о согласовании проекта схемы территориального планирования двух и более субъектов Российской Федерации или проекта схемы территориального планирования субъекта Российской Федерации».

Согласно Постановлению № 1878 РФ согласования документов территориального планирования теперь будет проходить в электронном виде, что ведет к решению еще ряда вопросов - вопроса цифровизации и вопроса применения ГИС технологий. Также это позволит организовать процесс принятия решений необходимых для эффективного развития территорий, т.е. формируется информационный кластер территориального планирования, который является движущей силой экономического роста в регионах. Его введение становится эффективным инструментом взаимодействия между участниками градостроительных отношений.

Современные внесенные изменения сократили сроки согласования схем территориального планирования регионов до 10 дней, а ранее для этой процедуры отводилось около одного месяца. Новые сроки будут применяться для следующих документов:

- ✓ проектов строительства. Реализующихся за счет бюджетных средств;
- ✓ реконструкции объектов регионального значения;
- ✓ приведения региональных схем планирования в соответствие с документами территориального планирования РФ [1,3].

Во всех других случаях согласование вносимых изменений в схемы будет проходить не более чем за двадцатидневный срок.

Правительство Российской Федерации в лице Михаила Мишустина не раз подчеркивало важность территориального планирования и выделяло как платформу инфраструктурного развития городских территорий.

Правительство скорректировало порядок согласования проекта схемы территориального планирования двух и более регионов или одного региона, в итоге:

- ✓ - оптимизированы сроки рассмотрения и направления заключения о согласовании проекта документа территориального планирования;
- ✓ - в перечень согласующих органов и организаций включены госкорпорации «Росатом» и «Роскосмос»;
- ✓ - предусмотрено согласование проектов документов территориального планирования в электронной форме с использованием федеральной государственной информационной системы территориального планирования (ФГИС ТП) [3,1].

ФГИС ТП имеет возможности информационного взаимодействия с Федеральной государственной информационной системой Единого государственного реестра недвижимости (далее - ЕГРН), особенно в части внесения границ муниципальных образований, населенных пунктов и территориальных зон.

Еще ранее авторами предлагался алгоритм действий при внесении сведений градостроительной документации территориального планирования в федеральную

государственную информационную систему Единого государственного реестра недвижимости (ФГИС ЕГРН): сбор, анализ и проверка исходной информации (имеющийся картографический материал, кадастровые данные, геодезические измерения, данные спутниковых снимков и т.д.); построение прогнозной модели и результат выбора адекватной модели (создание проекта градостроительной документации); решение-ориентация (создание реальной градостроительной документации) [2].

Все эти решения на сегодняшний день успешно реализуются с помощью информационного межведомственного взаимодействия.

Важную роль в системе ведения и наполнения ФГИС ЕГРН играет межведомственное информационное взаимодействие органов государственной власти и местного самоуправления с органом регистрации прав посредством информации на ФГИС ТП, поскольку именно от местных властей зависит полнота и точность пополнения сведений об объектах недвижимости.

10 октября 2013 года Правительство Российской Федерации утвердило федеральную целевую программу «Развитие единой государственной системы регистрации прав и кадастрового учета недвижимости (2014-2020 годы)». Основными задачами программы стали:

- ✓ объединение Единого государственного реестра прав на недвижимое имущество и сделок с ним и государственного кадастра недвижимости в единый государственный информационный ресурс;
- ✓ обеспечение организации предоставления услуг по принципу «одного окна» и переход к оценке гражданами качества предоставления услуг;
- ✓ повышение качества указанных информационных ресурсов для обеспечения инвестиционной привлекательности и повышения эффективности налогообложения недвижимости.

В настоящее время в России количество регистрационных и учетных действий увеличивается. К вопросу о межведомственном информационном взаимодействии при ведении ЕГРН законодательством установлен порядок взаимодействия информационной системы ведения ЕГРН с иными государственными и муниципальными информационными системами. Обмен данными должен осуществляться на основе принципов обеспечения полноты и достоверности информации, предоставляемой и получаемой в рамках информационного взаимодействия.

Орган кадастрового учета и регистрации прав при ведении Единого государственного реестра недвижимости не может действовать изолированно от других органов и учреждений.

Между органом Росреестра, с одной стороны, и органами местного самоуправления муниципального района, с другой стороны, заключаются соглашения об информационном взаимодействии. Причем органы муниципального района должны быть во информационном взаимодействии также с ФГИС ТП в части документов территориального планирования.

Так, в соответствии со ст. 32 Закона о регистрации органы государственной власти и местного самоуправления должны направлять в Росреестр документы при принятии ими решений и актов. Основными решениями, направляемые в орган регистрации прав по межведомственному информационному взаимодействию являются следующие:

- ✓ об утверждении результатов государственной кадастровой оценки объектов недвижимости;
- ✓ об утверждении правил землепользования и застройки либо о внесении изменений в правила землепользования и застройки, если такими изменениями предусмотрено установление или изменение границ территориальных зон;
- ✓ об утверждении границ населенного пункта или внесении изменений в границы населенного пункта;
- ✓ об установлении или изменении разрешенного использования земельного участка.

В процессе информационного взаимодействия подача электронных документов администрацией муниципального района в Росреестр производится в формате PDF в электронном виде с использованием единой системы межведомственного электронного

взаимодействия и подключаемых к ней региональных систем межведомственного электронного взаимодействия (СМЭВ). Документы, передаваемые с использованием сетей связи, должны быть защищены от доступа лиц, не участвующих в их подготовке, обработке и получении в процессе информационного взаимодействия.

На основании части 21 статьи 32 Закона о регистрации за непредставление документов и содержащихся в них сведений, органы местного самоуправления муниципального района несут ответственность, предусмотренную законодательством Российской Федерации.

Орган регистрации прав после получения в срок не позднее 15 рабочих дней с даты поступления документов в порядке межведомственного информационного взаимодействия либо вносит информацию о границах объектов территориального планирования, либо принимает решение о невозможности внесения соответствующих сведений в ЕГРН. При этом органу регистрации прав требуется уведомить органы государственной власти и органы местного самоуправления об указанных изменениях и о внесении сведений в ЕГРН. Если установленный срок внесения сведений в порядке информационного взаимодействия истек, и такие сведения не были внесены в ЕГРН, заинтересованное лицо может обратиться в орган регистрации прав с заявлением о внесении соответствующих сведений в ЕГРН по форме заявления, утвержденного приказом Росреестра от 19.08.2020 № П/0310.

Информационное взаимодействие при ведении ЕГРН с органами государственной власти и органами местного самоуправления в части градостроительной документации в настоящее время является одной из самых насущных и в то же время одной из самых сложных задач. Связано это с несколькими причинами:

- ✓ за последнее время резко увеличился поток информации, как внешней, так и внутренней;
- ✓ качество выполняемых картографо-геодезических и аналитических работ подрядными организациями-исполнителями в градостроительной документации территориального планирования не всегда соответствует предъявляемым требованиям к таким документам;
- ✓ в связи с увеличением регистрационных действий с земельными участками и другими объектами недвижимости, возрастает риск ошибок при установлении и согласовании границ муниципальных образований и населенных пунктов с земельными участками других категорий земель.

Система информационного взаимодействия между органами местного самоуправления и органом регистрации прав позволяет значительно сократить затраты труда и материальных ресурсов на регистрацию объектов недвижимости и оформление прав на нее.

Таким образом, созданные на федеральном уровне две информационные системы ФГИС ТП и ФГИС ЕГРН являются основными взаимодействующими между собой платформами, содержащими сведения территориального планирования, в частности сведения о границах муниципальных образований, границах населенных пунктов и территориальных зон. Основная роль в данном вопросе отведена органам государственной власти, которым необходимо анализировать документацию территориального планирования в системе ФГИС ТП, утверждать градостроительные документы и предоставлять информацию об объектах градостроительной деятельности в ФГИС ЕГРН. Все вышеизложенные изменения и межведомственное взаимодействие позволяют облегчить регионам порядок согласования документов территориального планирования для формирования благоустроенных городских территорий. Также повышается наполняемость обеих систем актуальными, правомерными и полными данными, что, в свою очередь, влияет на эффективность управления земельными ресурсами в регионе в целом или конкретном муниципальном образовании.

Список источников

1. Постановление Правительства РФ от 21 октября 2022 г. № 1878 «О внесении изменений в Положение о согласовании проекта схемы территориального планирования двух и более субъектов Российской Федерации или проекта схемы территориального планирования субъекта Российской Федерации»

2. Царенко А.А. Установление границ населенных пунктов как основная функция территориального планирования / Царенко А.А., Шмидт И.В., Киреева С.А. - Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки. 2018. Т. 42. № 3. С. 404-413.

3. Официальный сайт Росреестра [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.rosreestr.ru, свободный.

© Царенко А. А., Шмидт И.В., 2022

Научная статья
УДК 332.1

Цифровая трансформация сельского хозяйства – базис развития сельских территорий

Илья Витальевич Чуксин, Анастасия Владимировна Фомина,
Государственный университет по землеустройству,
г. Москва

Аннотация. Цифровая трансформация сельского хозяйства является базисом для гармоничного развития сельских территорий. До недавнего времени сельские территории, хотя и являясь производственным базисом не заслужено находились на периферии экономической сферы. Но ввиду экономической, торговой обстановки и цифровой направленности экономики возникает острая необходимость модернизации сельского хозяйства и как следствие развития сельских территорий. Необходимо двигаться по пути устойчивого развития сельских территорий с разработкой теоретического, методического, методологического механизма трансформации, который будет соответствовать ключевым направлениям долгосрочного территориального развития страны.

Ключевые слова: цифровая трансформация сельского хозяйства, сельские территории, устойчивое развитие

Digital transformation of agriculture – the basis of rural development

Ilya Vitalievich Chuksin, Anastasia Vladimirovna Fomina,
State University of Land Management,
Moscow

Abstract. The digital transformation of agriculture is the basis for the harmonious development of rural areas. Until recently, rural areas, although being a production basis, were not deservedly on the periphery of the economic sphere. But due to the economic, trade situation and the digital orientation of the economy, there is an urgent need to modernize agriculture and, as a consequence, the development of rural areas. It is necessary to move along the path of sustainable development of rural areas with the development of a theoretical, methodological, methodological mechanism of transformation that will correspond to the key directions of long-term territorial development of the country.

Key words: digital transformation of agriculture, rural areas, sustainable development

Сельскохозяйственная отрасль является социально-экономическим базисом устойчивого развития сельских территорий, которая непосредственно оказывает качественное воздействие на уровень жизни сельского населения. Долгое время сельскохозяйственная отрасль переживала кризис, желание поддерживать агломерации, наращивать мощь городов,

мегаполисов, привела к дисбалансу в развитии сельских и городских территорий. Но глобальные проблемы, отношения между государствами, закрытие границ, ограничения экономической деятельности Российской Федерации на международном рынке ведет к необходимости качественного развития сельскохозяйственной отрасли. В этой связи необходимо внедрять цифровые технологии, которые позволят трансформировать отрасль [1, 2, 5].

В этой связи цифровая трансформация сельскохозяйственной отрасли имеет ряд присущих только ей особенностей. К таким можно отнести климатические и природные зоны, почвенные особенности, биологические особенности. Изменение экономической конъюнктуры рынков сбыта, большое количество хозяйствующих субъектов, разрозненная на довольно больших территориях.

Из существующих источников, докладов высокопоставленных лиц, программ по развитию сельских территорий можно вычлениить два столпа цифровой трансформации: технологическая трансформация и создание, развитие, укрепление кадрового потенциала с современными компетенциями. Первое важно в связи с тем, что используются передовые технологии, оборудование для работы с которыми требуются специальные знания. Эти знания помогают начать формировать цифровую базу для последующей трансформации отрасли. Необходимо иметь специалистов, понимающих отрасль для разработки приложений, программных продуктов и другое. Технологическая трансформация подразумевает под собой модернизацию предприятий, посредством внедрения цифровых технологий специалистами, овладевшими информационными технологиями. Однако сегодня отсутствует значимая доказательная база для оценки эффективности процессов цифровой трансформации агроэкономических систем, основанная на практическом применении и реализации комплексных цифровых решений [3, 4]. Можно сделать вывод, что трансформация сельского хозяйства - есть сложный технологический, информационный, финансовый, коммуникационный, социально экономический процесс. В этой связи для начала реализации необходимо разработать единый универсальный алгоритм, который бы позволит создать систему участников, а также определит совокупность инструментов, процедур и правил, регламентирующих поведение сторон в процессах цифровой трансформации рисунок 1.



Рисунок 1. Направления цифровой трансформации сельского хозяйства крупными мазками

В рамках первого этапа необходимо создание условий для стабильной работы сельскохозяйственной отрасли, которая положит подготовить сельское хозяйство посредством трансформации и внедрения системы дистанционных методов сбора информации, мобильные решения и новые программные средства.

На втором этапе происходит переход на цифровое управление сельскохозяйственным производством. В рамках цифровизации управления предприятиями сельскохозяйственной отрасли важен переход к управлению на основе планирования и прогнозирования рисков, т.е. в соответствии с принципами управления по результату.

Таким образом трансформация сельского хозяйства позволит добиться для бизнеса: возможность автоматизированного ведения и предоставления отчетности без человеческих трудозатрат, исключение посредника между потребителем сельскохозяйственных услуг и производителем, рациональное использование сельских территорий с применением технологий искусственного интеллекта, производство продукции оснащается полным циклом производства продукции, адаптированная и гибкая система государственной поддержки исходя из промежуточных показателей цифровой трансформации и др.

Для государства это возможность появления конкурентноспособных, качественных продуктов, сохранение ландшафта, развития система мониторинга и контроля использования земель позволит избежать выбывания сельскохозяйственных земель из оборота.

Список источников

1. Антропов, Д. В. Комплексные кадастровые работы в контексте кластерной политики в Российской Федерации / Д. В. Антропов, А. В. Фомина // Актуальные проблемы землеустройства и кадастров на современном этапе : VII Международная научно-практическая конференция. Сборник статей, Пенза, 06 марта 2020 года. – Пенза: Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, 2020. – С. 9-13. – EDN HDCIWZ.

2. К вопросу о "гаражной амнистии" как результате совершенствования нормативно-правовой базы государственного учета и регистрации гаражей / С. А. Гальченко, О. Б. Бородина, О. В. Гвоздева, И. В. Чуксин // Московский экономический журнал. – 2020. – № 10. – С. 55. – DOI 10.24411/2413-046X-2020-10708. – EDN NYRYLN.

3. Фомина А.В., Тесова Е.В. Создание туристско - рекреационных кластеров в Ивановской области // Актуальные проблемы землеустройства и кадастров на современном этапе. - Пенза, 2019. - С. 215-219. EDN: ZCTELB

4. Чуксин, И. В. Инструментарий информационного обеспечения пространственного развития региона: необходимость совершенствования и перспективы развития / И. В. Чуксин // Актуальные проблемы землеустройства, кадастра и природообустройства : материалы IV международной научно-практической конференции факультета землеустройства и кадастров ВГАУ, Воронеж, 29 апреля 2022 года. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2022. – С. 230-237. – EDN JZSZVK.

5. Цыпкин, Ю. А. К вопросу о необходимости повсеместной разработки стратегии пространственного развития муниципальных образований Российской Федерации / Ю. А. Цыпкин, А. В. Фомина, И. В. Чуксин // Московский экономический журнал. – 2021. – № 12. – DOI 10.24412/2413-046X-2021-10718.

© Чуксин И.В., Фомина А.В., 2022

Возделывание кукурузы на зерно с применением некорневых подкормок микроэлементами на черноземе выщелоченном Кубани

Ирина Вячеславовна Шабанова

Кубанский государственный аграрный университет
имени И. Т. Трубилина, г. Краснодар

Аннотация. При возделывании на черноземе выщелоченном Кубани кукурузы с применением хелатов микроэлементов (Cu, Zn, Co) с биоактивными янтарной и лимонной кислотами на фоне минерального питания N₆₀P₆₀K₆₀ получили зерно урожайностью до 61 ц/га, с содержанием белка 10 % и жира 5 %

Ключевые слова: кукуруза, урожайность, микроэлементы, белок, жир, крахмал

Cultivation of corn for grain with the use of non-root fertilizing with trace elements on the leached chernozem of the Kuban

Irina Vyacheslavovna Shabanova

Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin, Krasnodar

Annotation. When cultivating corn on leached chernozem of the Kuban with the use of chelates of trace elements (Cu, Zn, Co) with bioactive succinic and citric acids against the background of mineral nutrition N₆₀P₆₀K₆₀, grain with a yield of up to 61 kg/ha, with a protein content of 10% and fat 5 %

Keywords: corn, yield, trace elements, protein, fat, starch

Возделывание кукурузы на зерно является перспективным ввиду увеличения потребности в кормах как на территории Российской Федерации, так и за рубежом, особенно в странах Азии. Ценность зерна кукурузы для кормовых целей определяется высоким содержанием кормовых единиц достигающих 1,3, по сравнению с другими культурами. При выращивании кукурузы на Дальнем востоке в рамках исследований Дальневосточного ГАУ в удалось достичь урожаев 72 ц/га на фоне внесения минеральных удобрений N₆₀P₃₀ и дополнительной обработки семенного материала сульфатом кобальта и цинка. Следует учитывать благоприятный влажный климат с умеренными температурами, характерными для дальневосточного региона. Использование подкормки кукурузы гибрида 194 МВ в климатических условиях Чувашской республики на растениях показала положительный результат на урожайности, так, некорневая обработка В, Мо, Мп, Си на фоне минерального питания N₆₀P₆₀K₆₀ позволило увеличить урожайности на 1,7 т/га, что составляло 26 % по сравнению с контрольным вариантом и достичь показателя 8,7 т/га. Урожайность кукурузы на зерно на территории Краснодарского и Ставропольского краев в среднем составляет 45 ц/га, а в засушливые годы меньше 40 ц/га. Максимальная урожайность в 60 ц/га достигается при использовании раннеспелых гибридов, способных сформировать початок до начала засухи [1-5].

На опытном поле учхоза Кубань был заложен в 1991 г. многолетний стационарный опыт в рамках которого проводились исследования по влиянию применяемых агротехнологий на урожайность и качество продукции зернотравянопропашного севооборота. В 2020-2021 гг. на поле выращивали кукурузу на зерно гибрида Краснодарская 385 МВ с применением микроэлементных подкормок для улучшения урожайности и качества продукции.

В качестве микроудобрения для некорневой обработки использовали синтезированные хелаты цинка, меди и кобальта с биоактивными лигандами – янтарной и лимонной кислотой

на фоне минерального питания N₆₀P₆₀K₆₀. В фазах 7–8 листа и 10–12 листа вносили как чистый лиганд (янтарная и лимонная кислоты), так и хелаты микроэлементов в дозе 150 мг/л – Zn, Cu, Co, комбинации Zn+Cu, Zn+Co, Cu+Co, а также совместно Zn+Cu+Co. Расход рабочего раствора 2 л на гектар в 150 л воды водопроводной.

Для оценки возможного влияния микроудобрений на растения кукурузы в фазе цветения початка определяли содержание пигментов в спиртовой вытяжке: хлорофилла *a* – 665 нм, хлорофилла *b* – 649 нм, каротиноидов – 470 нм (таблица 1).

Таблица 1 – Содержание хлорофилла в листьях кукурузы в фазе цветения початка, мг/г

Вариант	Хлорофилл <i>a</i>		Хлорофилл <i>b</i>		Каротиноиды	
	Х	Прирост, %	Х	Прирост, %	Х	Прирост, %
Фон (N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀)	1,02	–	1,10	–	0,18	–
Лиганд, 150 мг/л	1,01	+1	1,12	+2	0,16	-11
Медь, 150 мг/л	1,16	+12	1,51	+36	0,21	+17
Цинк, 150 мг/л	1,41	+38	1,84	+67	0,22	+22
Кобальт, 150 мг/л	1,14	+11	1,64	+49	0,24	+17
Цинк+медь, 150 мг/л	1,32	+29	1,91	+74	0,18	+0
Цинк+кобальт, 150 мг/л	1,29	+26	1,50	+36	0,11	-39
Медь+кобальт, 150 мг/л	1,26	+24	1,61	+46	0,16	-11
Zn+Cu+Co, 150 мг/л	1,44	+41	1,89	+72	0,18	0
НСР ₀₅	0,11	–	0,44	–	0,11	–

В фазе цветения ранняя некорневая подкормка микроэлементами показала высокий прирост хлорофиллов *a* и *b* по сравнению с контролем, что может способствовать увеличению урожайности и качества продукции. Увеличение содержания хлорофилла *b* в листьях составило около 70 % при применении медно-цинкового микроудобрения по сравнению с контролем. Прирост содержания хлорофилла *a* при использовании комбинированных удобрений составляет только на 40 %. Применение микроудобрений на содержание каротиноидов в листьях растений не оказало. Следует отметить, что применение подкормок оказало наибольшее воздействие на накопление хлорофилла *b*, который является вспомогательным пигментом и способствует накоплению хлорофилла *a* и аккумуляции энергии растениями.

Как следствие, подкормок растений кукурузы микроэлементами, улучшилось качество выращенного зерна по содержанию жиров и белка (таблица 2).

Таблица 2 – Урожайность и качество зерна кукурузы при использовании некорневых подкормок микроэлементами

Вариант	Урожайность, ц/га	Белок, %	Жир, %	Крахмал, %
Фон (N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀)	55,0	8,9	3,8	65,9
Лиганд, 150 мг/л	57,0	8,9	3,8	66,5
Медь, 150 мг/л	58,1	9,2	3,9	65,0
Цинк, 150 мг/л	58,3	9,6	4,1	64,0
Кобальт, 150 мг/л	58,0	9,1	3,9	66,3
Цинк+медь, 150 мг/л	59,2	9,8	4,6	63,1
Цинк+кобальт, 150 мг/л	58,1	9,6	4,2	62,7
Медь+кобальт, 150 мг/л	58,2	9,3	3,9	67,0
Zn+Cu+Co, 150 мг/л	61,6	10,1	5,0	64,4
НСР ₀₅	0,2	0,2	0,1	0,3

Увеличение урожайности зерна кукурузы было несущественным и не превышало 10 % на варианте с комбинированным микроудобрением (Zn-Cu-Co) по сравнению с контролем. Накопление белка в зерне возросло до 10 %, что на 12 % выше показателя на контроле. Увеличение показателя жиров достигло значений 5,0 %, возрастание по сравнению с контролем составило почти 30 %.

Выявить зависимость увеличения содержания крахмала в зерне от микроудобрений не удалось. Общая тенденция показала существенное увеличение качества зерновой продукции при использовании микроудобрений.

Множественная регрессия выявила, что наибольшее влияние на урожайность и качество зерна кукурузы оказывают цинковые удобрения (Zn), существенно меньше кобальтовые (Co) и медные (Cu), обработка чистыми лигандами (L) практически не влияет (таблица 3).

Таблица 3 – Итоги множественной регрессии для зависимости показателей качества зерна кукурузы при использовании микроудобрений ($R = 0,89$, $R_2 = 0,92$, $F(5,1) = 93,2$, $p < 0,07$)

Показатель	Коэффициенты регрессии (доля воздействия)				Свободный член
	Медь	Цинк	Кобальт	Лиганд	
Урожай	0,13 (45 %)	0,13 (45 %)	0,08 (5 %)	0,08 (5 %)	-37
Белок	0,25 (25 %)	0,6 (60 %)	0,1 (10 %)	0,05 (5 %)	-92
Жир	0,3 (30 %)	0,5 (50 %)	0,1 (10 %)	-0,1 (10 %)	-74
Крахмал	0 (0%)	2,7 (81%)	0,5 (7%)	0,1 (15%)	280

Влияние цинковой подкормки на накопление протеина и жиров в зерне кукурузы достигает 50–60 %, крахмала – до 80 %. На урожайность кукурузы равное влияние оказывают медь и цинк. Влияние кобальтовых подкормок на качество и урожайность продукции выявить не удалось. Вопрос о необходимости подкормки растений кобальтом является спорным, и в нашем опыте установлено, что острой необходимости в этом микроэлементе у растений кукурузы нет. В комплексе с другими микроэлементами кобальт работает гораздо лучше, дополняя их функции, что свидетельствует о синергизме микроэлементов при их воздействии на растения.

Если рассматривать моноудобрения, то их эффективность может нивелироваться за счет выполнения вспомогательных функций за другие микроэлементы в растениях и требует больших доз внесения.

Корреляция содержания хлорофиллов *a* и *b* в листьях кукурузы в фазах появления метелки и цветения початков и качества полученного зерна имеют положительные значения (таблица 4).

Содержание протеина и жира в зерне возрастает с увеличением хлорофилла *a* и *b* в начальных фазах роста, корреляция составляет 0,8–0,9. Содержание крахмала в зерне снижается с накоплением пигментов в листьях, корреляция изменяется от -0,50 до -0,80. Корреляция урожайности зерна кукурузы и содержания хлорофиллов *a* и *b* в листьях кукурузы имеет высокое значение 0,8. Взаимосвязь качества зерна, урожайности продукции и накопления каротиноидов в листьях не выявлена.

Таблица 4 – Коэффициенты корреляции содержания пигментов в листьях кукурузы в начальных фазах роста и показателей качества зерна

Показатель качества	Коэффициенты корреляции			
	Хлорофилл <i>a</i>	Хлорофилл <i>b</i>	Хлорофилл <i>a + b</i>	Каротиноиды
Фаза появления метелки				
Урожайность	0,77	0,69	0,74	0,70
Белок	0,93	0,80	0,88	0,51
Жир	0,80	0,79	0,83	0,44
Крахмал	-0,80	-0,44	-0,52	0,11
Фаза цветения початков				
Урожайность	0,80	0,82	0,83	0,04
Белок	0,90	0,86	0,91	-0,15
Жир	0,78	0,75	0,78	-0,14
Крахмал	-0,61	-0,50	-0,55	0,27

Таким образом, в условиях засухи при выращивании кукурузы на черноземе выщелоченном Кубани наибольшее влияние на качество и урожайность зерна оказала некорневая обработка цинком, а также комбинацией его с медью и кобальтом, на фоне минерального питания N₆₀P₆₀K₆₀. Однако, применяемые микроудобрения не позволяют получить существенный прирост урожая и сохраняют его на уровне 50-60 ц/га.

Список источников

1. Гайдукова Н. Г. Биогеохимическая оценка обеспеченности чернозема выщелоченного эссенциальными микроэлементами / Н. Г. Гайдукова, И. В. Шабанова, И. И. Сидорова // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2017. – № 69. – С. 129–135.
2. Гайдукова Н. Г. Влияние агрохимических средств земледелия на содержание свинца и кадмия в черноземе выщелоченном и озимой пшенице / Н. Г. Гайдукова, Н. А. Кошеленко, И. И. Сидорова, И. В. Шабанова // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2007. – № 9. – С. 88–94.
3. Гарькуша С. В. Влияние различных технологий возделывания сахарной свеклы на содержание цинка, свинца и кадмия в почве и корнеплодах свеклы / С. В. Гарькуша, Н. Г. Гайдукова, И. В. Шабанова, Н. А. Кошеленко // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2012. – № 36. – С. 125–129.
4. Загорулько А. В. Биогенные и токсичные тяжелые металлы в агроценозе Кубани при интенсификации земледелия / А. В. Загорулько, И. В. Шабанова, Н. Н. Нецадим, Н. Г. Гайдукова // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2018. – № 74. – С. 58–64.
5. Загорулько А. В. Эколого-агрономическая оценка действия химических средств земледелия на урожай и качество зерна озимой пшеницы / А. В. Загорулько, Н. Г. Гайдукова, И. В. Шабанова, А. С. Скоробогатова // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2017. – № 131. – С. 1405–1424.

Цифровизация бухгалтерии сельскохозяйственных организаций

Чингиз Александрович Шабурдаев

Калмыцкий институт переподготовки и повышения квалификации кадров агропромышленного комплекса,
г. Элиста

Аннотация. В статье рассматривается цифровизация бухгалтерского и налогового учета в сельскохозяйственных организациях

Ключевые слова. Цифровизация, информационные технологии, 1С предприятие 8.3

Digitalization of accounting of agricultural organizations

Chingiz Alexandrovich Shaburdaev

Kalmyk Institute for Retraining and Advanced Training of Personnel of the Agro-Industrial Complex,
Elista

Abstract. The article discusses the digitalization of accounting and tax accounting in agricultural organizations

Keywords: Digitalization, information technology, 1С enterprise 8.3

Цифровизация - это перестройка бизнеса на новые цифровые, компьютерные технологии. Цифровая бухгалтерия включает в себя спектр электронных сервисов. Проще говоря – это автоматизация бухгалтерской деятельности с использованием программного обеспечения.

На сегодняшний день невозможно представить бухгалтера без бумажной рутины.

Сегодня можно перечислить следующие бухгалтерские документы.

- Первичные документы;
- Регистры бухгалтерского учета;
- Регламентированная отчетность.

Сегодня вопрос стоит в переходе на электронный документооборот, и в аграрной сфере тоже. В настоящее время сфера бухгалтерского и налогового учета в аграрном секторе находится на стадии внедрения новых цифровых информационных технологий. Большинство компаний, глав КФХ автоматизировали свою договорную деятельность с помощью автоматизации процессов бухгалтерской деятельности.

В настоящее время переход на электронную бухгалтерию просто неизбежен. Ведь на данный момент уже работают программы по цифровизации, которые уже способствуют построению систем налогового администрирования такие, как личные кабинеты, проверка контрагентов электронные цифровые подписи (ЭЦП), электронный документооборот, онлайн кассы и др.

Одна из востребованных программ для автоматизации бухгалтерского и налогового учета является 1С. Компания ООО 1С занимается разработкой типовых решений для автоматизации бухгалтерского и налогового учета, в том числе сельскохозяйственных предприятий. Программа 1С состоит из платформы и конфигурации. Платформа - мотор для разработки типовых решений. Конфигурация предназначена для ведения учетных задач. На площадке 1С разработаны множество различных программ для развития бизнеса в аграрной сфере. Например, Бухгалтерия сельскохозяйственного предприятия, Бухгалтерия крестьянско-фермерского хозяйства.

Развитие информационных технологий оказывает огромное влияние на все участки агропромышленного комплекса. Применение новых современных информационных

технологий может способствовать закреплению молодых кадров в сельской местности. Ведь сложнейшая обстановка, вызванная появлением новой коронавирусной инфекции, дает невероятный толчок к развитию информационных технологий, в включая и аграрную сферу. В данный момент в большинстве видов деятельности важнейшим элементом являются данные в цифровой форме. Производства развиваются стремительно и для их работы теперь необходимы большие массивы данных, которые обработать и проанализировать без использования специализированных программных комплексов становится затруднительно. Поэтому набирает обороты такое направление развития как цифровизация в различных сферах деятельности, в том числе и в сельскохозяйственной сфере. Большое значение приобрело такое направление как цифровая экономика ввиду того, что экономический эффект играет значительную роль в общественно важных отраслях. Для развития цифровой экономики в России наиболее рациональным шагом представляется создание ряда индустриальных цифровых платформ под руководством профильных министерств или госкорпораций, которые будут фокусировать усилия на ключевых направлениях: транспорт, телекоммуникации, энергетика, обработка данных.

В наше время все больше и больше организаций автоматизировали свой бизнес с помощью цифровых компьютерных программ, которые все шире и шире используются во всех сферах деятельности. Однако стоит понимать, то ни одна программа не сможет заменить человека. Толковое внедрение современных технологий может лишь облегчить ведение учета. Способы по переходу на цифровую бухгалтерию можно перечислять бесконечно, поскольку рынок современных цифровых технологий предполагает множество вариантов [1 – 4].

Вывод: В заключении хочется сделать вывод, что новизна этой статьи заключается в перспективе заменить бумажную рутину новыми, современными цифровыми технологиями.

Список источников

1. Муртузалиев М. М. Перспективы цифровизации в России // Цифровые технологии в АПК: состояние, потенциал и перспективы развития. Сборник трудов всероссийской научно-практической конференции. Махачкала. 2019. С. 22–24
2. Радченко М. Г. Хрусталева Е. Ю. Практическое пособие для разработчика. Примеры и типовые приемы. Учебное пособие. М., 1С: Паблишинг, 2013. 964с.
3. Шабурдаев Ч. А. О курсах повышения квалификации программ 1С в системе ДПО АПК // Современные подходы дополнительного профессионального образования в подготовки кадров агропромышленного комплекса. Материалы круглого стола «Золотая осень 2021» М., 2021. С. 192 -94.
4. Чистов Д.В, Матчинов В.А, Машенцева Г.А. под редакцией Д.В. Чистова. Факты хозяйственной жизни в 1С: Бухгалтерия 8, Издательство: М: 1С: Паблишинг, 2020. 459с.

© Шабурдаев Ч.А., 2022

Содержание

Секция 1. Академик Н.И. Вавилов в контексте истории, общества и мировой науки

Глазко В.И. Н.И. Вавилов – эволюционное учение.....	3
Калиничев Е.А., Кормакова Е.Д. Николай Иванович Вавилов – ученый, определивший путь развития сельскохозяйственного растениеводства СССР...	6
Мазаева Ю.В. Вклад Н.И. Вавилова в развитие научной отрасли растениеводства.....	8
Онищенко Л.М., Разгулин В.А., Голубова В.К. Николай Иванович Вавилов: научное наследие.....	11
Рамазанов О.М. С легкой руки Николая Вавилова.....	14
Суслов В.В. Закон гомологических рядов (ЗГР) Н.И. Вавилова как база нефизикалистского синтеза в биологии.....	17
Хаблова Е.С. Франкоязычная историография о Николае Ивановиче Вавилоче...	28

Секция 2. Современные методы в генетике и селекции растений

Максимов А.Г., Максимов Н.А. Убойные показатели помесных подсвинков в связи с генотипом по ROU1F1 гену.....	33
Максимов А.Г., Максимов Н.А. Мясные качества молодняка свиней ЙхЛхД в связи с генотипом по гену GH.....	36
Алаторцева Т.А., Апанасова Н.В. Исследование морфогенетической активности у некоторых линий кукурузы в культуре in vitro.....	39
Алаторцева Т.А., Колесова А.Ю. Особенности митоза у растений кукурузы разного уровня ploидности.....	45
Апанасова Н.В., Павлов Н.А. Новые партеногенетические линии кукурузы.....	49
Бекетов С.В. Закон гомологических рядов и вторичное соотношение полов.....	53
Болотова О.И., Бычкова В.В., Ерохина А.В., Аюпов Т.Х. Биохимический состав кукурузы разных генотипов в зависимости от метеоусловий.....	59
Борисенко Н.В., Эльконин Л.А., Сарсенова С.Х. Проявление агрономически ценных признаков у мутантов сорго с улучшенной перевариваемостью кафиринов, полученных с помощью РНК-сайленсинга и геномного редактирования.....	64
Ворончихина И.Н., Рубец В.С., Клименкова И.Н., Щелканов Д.А., Пыльнев В.В. Итоги испытаний линий озимой гексаплоидной тритикале, полученных путем внутривидовой и межродовой гибридизации.....	69
Гусева С.А., Носко О.С., Бабушкин Д.Д. Анализ корреляционных связей между основными хозяйственно-ценными признаками сортообразцов сахарной кукурузы.....	75
Гуторова О.В. О возможности получения дигаплоидных линий кукурузы в полевых условиях пригорода Саратов.....	79
Дыжина А.А., Жужукин В.И. Оценка биохимического состава семян сои в Нижнем Поволжье.....	84
Елистратова А.А., Ширшикова Т.В., Хабипова Н.Н., Богомольная Л.М. Белок SrfN с доменом DUF1471 необходим для биопленкообразования и подвижности Serratia marcescens SM6.....	87
Жиганов Д.А. Экологические испытания сортов озимой ржи в Нижнем Поволжье.....	90

Жилин С.В., Дьячук Т.И., Акинина В.Н., Хомякова О.В., Калашникова Э.В., Барнашова Е.К., Куликова В.П., Сайфетдинов Е.А. Индекс прорастания как метод определения устойчивости к предуборочному прорастанию зерна ДН-линий тритикале.....	95
Зайцев С.А., Рожков П.Ю., Миронов И.В. Испытание чечевицы отечественной селекции в различных условиях выращивания.....	98
Зайцев С.А., Бабушкин Д.Д. Выявление гибридных комбинаций кукурузы перспективных для переработки на крахмал.....	103
Зайцев С.А., Башинская О.С. Научное обеспечение производства оригинальных семян чины посевной.....	107
Зайцев С.А., Волков Д.П. Возможности использования чины посевной.....	113
Зайцев С.А., Волков Д.П. Комбинационная способность линий по элементам структуры урожая.....	117
Кайбелева Э.И., Юдакова О.И. Сохранение способности к аллогамии у псевдогамных злаков.....	123
Каргаполова К.Ю. Коинокуляция микрорастений картофеля PGPR-бактериями <i>Azospirillum baldaniorum</i> Sp245 и <i>Ochrobactrum cytisi</i> IPA7.2 для повышения эффективности микроклонального размножения картофеля.....	126
Кибальник С.В., Кибальник О.П. Проявление истинного гетерозиса у гибридов F1 сорго сахарного по элементам продуктивности биомассы.....	129
Курасова Л.Г., Ткаченко О.В., Беляева А.А., Соловьёв А.А. Экологическое испытание сортов и линий яровой тритикале в условиях саратовской области....	132
Лёвкина А.Ю., Башинская О.С., Рожков П.Ю. Селекция сои в условиях Поволжья.....	134
Мавлютова Л.И., Эльконин Л.А., Колесова А.Ю. Генотипирование диплоидных растений, полученных в результате диплоидно-тетраплоидных скрещиваний у линий и гибридов кукурузы, с генетически детерминированной способностью к партеногенезу.....	137
Максимов А.Г., Максимов Н.А. Мясная продуктивность товарных гибридов свиней в зависимости от их генотипа по гену MC4R.....	142
Маслова Г.А., Зайцев С.А., Башинская О.С., Бабушкин Д.Д. Оценка сортообразцов мировой коллекции нута в засушливых регионах Российской Федерации для создания высокопродуктивных сортов.....	145
Маслова Г.А., Ларина Т.В., Миронов И.В. Вычисление степени повреждения клеточных мембран образцов чечевицы мировой коллекции ВИР для оценки устойчивости к засухе.....	149
Маренкова А.Г., Рубец В.С., Макеева Т.А., Белова Т.И. Оценка вегетативных органов растений группы сортов ячменя с ранним временем колошения по морфологическим признакам.....	152
Мозлов В.А., Тихонов Н.П., Жужукин В.И. Проблемы и результаты селекции проса посевного на содержание каротиноидов.....	158
Москалев А.В. Первичное изучение коллекции сои в условиях Среднего Урала..	162
Мухатова Ж.Н., Жужукин В.И. Оценка морфофизиологических параметров сортообразцов нута (<i>Cicer arietinum</i> L.) для селекции в Нижнем Поволжье.....	167
Николаев П.Н., Юсова О.А., Васюкевич С.В. Перспективный селекционный материал ярового овса – достижение Омской селекции.....	171
Николаев П.Н., Юсова О.А. Вклад коллекции ВИР в Омскую селекцию ярового ячменя.....	175
Омельянюк Л.В., Нуяндина А.А., Асанов А.М. Скрининг образцов сои мировой селекции, поступивших в Омский АНЦ из ВИР в 2022 году.....	180
Попов Д.В., Косовский Г.Ю. Применение ISSR-PCR и IRAP-PCR маркеров с целью контроля гетерозиготности у сельскохозяйственных видов животных.....	184

Потоцкая И.В., Нардин Д.С., Юркинсон А.В., Потоцкая А.А., Шаманин В.П. Перспективы «цветной пшеницы» для функционального питания.....	190
Сидорцов А.И., Садова А.А., Башинская О.С., Бабушкин Д.Д., Маслова Г.А. Агробиологическая оценка гибридов подсолнечника на черноземных почвах Саратовского Правобережья.....	194
Степанченко Д.А. Влияние микроудобрений на селекционно-ценные признаки сорго.....	200
Суворова Ю.Н. Скороспелость крупноплодного подсолнечника – важное условие возделывания в южной лесостепи Западной Сибири.....	204
Таранова Д.Д., Рубец В.С., Попченко М.И. Оценка редких видов пшеницы <i>Triticum aethiopicum</i> и <i>Triticum carthlicum</i> в условиях Московского региона.....	209
Таргош П. Г., Глазко В.И. Консервативность синтении генов вовлеченных в социальную активность животных.....	213
Теккозян К.Р., Лобанова Л.П., Колесова А.Ю. Морфометрическое исследование пыльцы у тетраплоидных форм кукурузы.....	217
Филиппова А.В., Рябухина М.В., Карпова Н.Г. Экологический подход к оценке генотипического разнообразия сосны обыкновенной сухостепной зоны Оренбуржья.....	221
Чупина М.П., Степанов А.Ф. Интродукция и перспективы использования сильфии пронзеннолистной.....	226
Шилова К.О., Рубец В.С., Лаппо А.А., Некрасов А.Р., Пухальский В.А. Оценка замещенных линий яровой мягкой пшеницы, полученных на основе секции <i>Voeiticum</i> , по хозяйственно-полезным признакам.....	229
Шкодина О.Н., Ткаченко О.В., Жужукин В.И., Мухатова Ж.Н. Селекционная оценка сортов озимой мягкой пшеницы.....	233
Щелканов Д.А., Клепикова А.С. Оценка коллекции полбы в условиях Центрального района Нечерноземной зоны России (<i>Triticum dicoccum</i>).....	236
Юсов В.С., Евдокимов М.Г., Пахотина И.В. Сравнительная оценка сортов различных этапов селекции и перспективные генотипы твердой яровой пшеницы для условий Западной Сибири.....	242
Юсова О.А., Николаев П.Н. Сортообразцы коллекционного питомника как вклад в селекцию ярового ячменя.....	247

**Секция 3. Фундаментальные и прикладные исследования
в области изучения растений и микроорганизмов**

Беляева А.А., Тер-Саркисова Л.А., Заводилкин Н.Д., Ткаченко О.В., Бурыгин Г.Л. Влияние штаммов ризобактерий на фотосинтетический аппарат ярового ячменя в вегетационном опыте.....	251
Володина Т.И., Павлов И.Н., Морозов Н.В. Влияние антропогенного воздействия на содержание тяжелых металлов в почвах некоторых рекреационных зон города Великие Луки.....	253
Григорян М.А. Ткаченко О.В., Бурыгин Г.Л. Влияние ко-инокуляции различными штаммами ризосферных бактерий на морфологические параметры микрорастений картофеля сорта Невский.....	257
Егоренкова И.В., Трегубова К.В. Защитные и ростстимулирующие свойства ризобактерий <i>Raenibacillus Polymuxa</i> , образующих ассоциации с агрономически значимыми культурами.....	260
Замана С.П. Влияние арбускулярно-микоризных грибов на показатели качества клубней картофеля.....	262
Куликов А.А., Ткаченко О.В., Евсеева Н.В., Каргаполова К.Ю., Денисова А.Ю., Позднякова Н.Н., Бурыгин Г.Л. Роль ризобактерий в регулировании	

антиоксидантной системы микроклонов картофеля при адаптации к условиям <i>ex vitro</i>	266
Лоткова В.В., Азаров В. Б. Изучение зависимости микробиологической активности чернозема типичного при внедрении в технологию возделывания приемов биологического земледелия.....	268
Лощина Е.А., Купряшина М.А. Изменение активности катехол-2,3-диоксигеназ ксилотрофных базидиомицетов в стрессовых условиях.....	272
Позднякова Н.Н., Дубровская Е.В., Турковская О.В. Каталитический потенциал растительных и грибных пероксидаз.....	277
Рамазанов О.М. Химический состав винограда раннего периода созревания.....	281
Сердюк О.А., Трубина В.В., Горлова Л.А. Почвенные микромицеты в агроценозах озимых масличных культур семейства капустные в условиях Краснодарского края.....	284
Чиняева Ю.З., Матвеев И.Д. Микробиологическая активность почвы при применении органоминеральных удобрений на основе илов очистных сооружений в посевах кукурузы.....	290
Якимов А. В., Некрасова С. О., Татаринцева Т. А., Ардабьева А. Г., Терлецкая О.В. Фитопланктон в гипергалинных водоемах Юга России.....	293

Секция 4. Защита и иммунитет растений

Бабушкин Д.Д., Еськов И.Д., Зайцев С.А. Эффективность химических мер защиты посевов кукурузы от сорной растительности в условиях Нижнего Поволжья.....	301
Денисов К. Е., Полетаев И.С., Греков Д.А. Влияние различных комбинаций гербицидов на урожай сои на орошении.....	304
Еськов И.Д., Теняева О.Л., Лихацкая С.Г. Влияние предпосевной обработки сои на фитопатогенную нагрузку семян.....	307
Еськов И.Д., Теняева О.Л., Лихацкая С.Г. Эффективность предпосевной защиты озимой мягкой пшеницы в лесостепной зоне Правобережья Саратовской области.....	313
Еськов И.Д., Вдовенко В.С. Устойчивость сортимента яблони к мучнистой росе в условиях интенсивного сада Нижнего Поволжья на базе УНПК «Агроцентр»...	318
Захарова Н.Н., Захаров Н.Г. Адаптивный сортимент озимой мягкой пшеницы для южной зоны Ульяновской области.....	321
Карпенко М.А., Конькова Э.А. Характеристика возбудителя мучнистой росы пшеницы (<i>Blumeria graminis</i> f. sp. <i>Tritici</i>) в условиях Нижнего Поволжья.....	326
Мурзина М.И. Мониторинг оидиума у сорта Цветочный.....	328
Мухордова М.Е. Анализ генотипов пшеницы по генам запасных белков и устойчивости к листовостебельным заболеваниям.....	330
Норовяткин В.И., Сидельникова М.В. Перспективы производства органической продукции на примере УНПО «Муммовское» Саратовской области.....	334
Оськин С.Ю., Критская Е.Е. Видовой состав сорной растительности в посевах кукурузы и эффективность гербицидной защиты в условиях Ртищевского района Саратовской области.....	339
Полищук А.А., Еськов И.Д., Теняева О.Л. Устойчивость различных сорто-подвойных комбинаций яблони к абиотическим и биотическим факторам в степной зоне Поволжья.....	344
Пугачева Н.С., Кротова Л.А. Устойчивость образцов коллекции пшеницы мягкой яровой к стеблевой ржавчине.....	348

Сидельникова М.В., Рязанцев Н.В. Сравнительный анализ традиционных и органических технологий защиты технических сортов винограда в условиях степной зоны Нижнего Поволжья.....	351
Сабанова А.А., Плиев Х.Т., Дзарахохова Д.О. Болезнеустойчивость и продуктивность козлятника восточного при применении биопрепаратов.....	355
Сергеева Е.С. Ясенева изумрудная узкотелая златка: новая угроза насаждениям Среднего Поволжья.....	360
Сидоров Е.О., Дубровин В.В. Совершенствование возделывания томатов в условиях защищённого грунта остеклённых теплиц Энгельского района.....	364
Старчак В.И. Изучение поражения полосатой бактериальной пятнистости у зернового сорго.....	372
Хрюкина Е.И. Эффективный контроль сорной растительности в посевах нута...	374
Чернобровкина К.С., Лялина Е.В. Влияние стимуляторов роста на укоренение черенков можжевельника казацкого, можжевельника обыкновенного и можжевельника виргинского.....	380
Чистин М.И., Лихацкая С.Г. Влияние энтомофагов на популяцию хлопковой совки на посевах сои.....	383
Шишкин И.А., Лялина Е.В. Применение инсектицидов для защиты чечевицы тарелочной от гороховой плодовой гнили в условиях сухостепной зоны Саратовской области Татищевского района.....	392
Щербакова Е. В., Галицкая А.А., Дубровская Е.В. Катионная пероксидаза сорго как компонент системы защиты от токсичных загрязнений.....	395
Юсифова К.Ю. Проблемы и достижения современного шелководства в Азербайджане.....	401

Секция 5. Сохранение биоразнообразия как основа устойчивого развития

Бабенко Д.А. Аллелопатические свойства <i>Salvia tesquicola</i> Klokov & Pobed.....	407
Башинская О.С., Ерохина А.В., Левкина А.Ю., Зайцев С.А., Рожков П.Ю. Нигелла дамасская (<i>Nigella damascena</i> L.) – перспективная культура для возделывания в условиях Поволжья.....	409
Блидина А. И., Седова О.В. Фитохимические свойства водных экстрактов из вегетативных органов растений <i>Nuphar lutea</i> (L.) Smith, 1809.....	412
Володченко А.Н. Новые находки охраняемых насекомых на территории заповедника «Воронинский».....	418
Володькин А.А., Володькина О.А. Пути восстановления биогеоценозов дубовых насаждений Среднего Поволжья.....	421
Иванова Д.С., Сергеева И.В., Мохонько Ю.М., Андриянова Ю.М., Гусакова Н.Н. Оценка антропогенного воздействия на эстетические качества природного ландшафта ООПТ Саратовской области (урочище «Буданова гора»).....	425
Макарова Т.Н. Биологическое разнообразие флоры Троицкого района Челябинской области.....	428
Пежева М.Х., Якимов А.В. О водно-болотной растительности Кабардино-Балкарии (Центральный Кавказ).....	432
Пьянова А.С., Бердасова К.С., Лончакова Т.Е., Сабуцкий Ю.Е. Получение каллусной культуры <i>Leontopodium palibinianum</i> Beauverd (Asteraceae).....	436
Садковская А.И., Созинов О.В. Сукцессионные особенности естественных и искусственных сосняков мшистых (Гродненская пуца, Беларусь).....	439
Сергеева И.В., Косарев А.В., Логачева Е.А., Сидорова Е.А. Оценка экологических показателей реки Ока и ее притоков с применением дистанционного зондирования Земли.....	443

Сергеева И.В., Пономарева А.Л., Шевченко Е.Н., Мохонько Ю.М., Сергеева Е.С. Мониторинг качества воды родника «Господь и Самаритянка», расположенного на территории УНПК «Агроцентр» ФГБОУ ВО Вавиловский университет.....	449
Торгашкова О.Н., Ефимова Д.И. Динамика и видовое разнообразие почвенного банка семян лесных вырубок.....	456

Секция 6. Современные технологии в агрономии

Башинская О.С., Кондаков К.С., Зайцев С.А., Миронов И.В. Совершенствование технологии возделывания чечевицы в условиях ИП Ковылин А.П. г. Калининска Саратовской области.....	460
Вертикова Е.А., Анисимов А.А., Деревянко А.А. Оценка сортообразцов гороха по хозяйственно-ценным признакам в условиях Нечерноземной зоны РФ.....	465
Волкова Е.Н. Сортоизучение листового салата различного географического происхождения в условиях регулируемой интенсивной светокультуры.....	468
Воронин А.Н., Котьяк П.А. Действие нормы высева и различных доз минеральных удобрений на продуктивность яровой пшеницы.....	471
Гарипова Р.Ф. Лабораторное прогнозирование нормы реакции пшеницы на применение биопрепаратов и природный натриевый цеолит при использовании их в No-till технологии обработки почвы.....	476
Гатаулина Г.Г., Шитикова А.В. Новый сорт Гана люпина белого (<i>Lupinus albus</i> L.): вариабельность урожайности и её компонентов при разных погодных условиях.....	480
Губов В.И., Кухаренко В.П. Эффективность обработки семян препаратом А при возделывании яровой пшеницы.....	484
Дружкин А.Ф., Дубровин Д.А. Продуктивность кукурузы на зерно в зависимости от приемов возделывания в Саратовском Правобережье.....	487
Епифанов В.С., Шелоп В.В., Карпова Н.В. Паразитические растения как источник лекарственного растительного сырья.....	492
Ерсак М.В. Инновационные технологии в области питания растений.....	494
Иванова М.С. Влияние стимуляторов роста на посевные качества семян и начальные этапы развития проростков яровой пшеницы	498
Кондюрина Н.К., Федоненко Ю.П. Стимулирующее действие липополисахаридов азоспирилл на ранних стадиях роста пшеницы (<i>Triticum aestivum</i> L.).....	501
Куколева С.С., Немкина Е.С. Оценка сорго-суданковых гибридов в Нижневолжском регионе.....	505
Левченкова А.Н., Лебедева Н.В., Павлов И.Н. Влияние регуляторов роста на адаптацию растений картофеля к условиям <i>in vivo</i> и их урожайность в условиях Великолукского района Псковской области.....	508
Лукин А.Л., Мараева О.Б. Агротехнология влагосбережения – новый подход....	512
Малишевский М.Р., Ивенин В.В. Дискование как элемент ресурсосберегающей технологии mini-till при возделывании кукурузы на корнаж.....	517
Молочко А.В. Геоинформационная оценка динамики количественного изменения пахотных земель (на примере Краснокутского муниципального района Саратовской области).....	522
Молчанова Н.П., Кулахметов Р.И. Оптимизация условий произрастания озимой пшеницы по различным предшественникам на каштановой почве.....	525
Молчанова Н.П., Прохорова И.В., Ходжаева Н.А. Оценка продуктивности озимой пшеницы в различных севооборотах Прикумской ОСС-филиал ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ» в сухостепной зоне Ставрополя.....	528

Панфилов А.В., Еськов И.Д., Рябушкин Ю.Б., Попов В.Г., Рязанцев Н.В. Выращивание грецкого ореха в условиях Саратовской области.....	530
Сафронов А.А., Дружкин А.Ф. Формирование урожайности сортов сои в условиях Правобережья Саратовской области.....	534
Синдюкова В.А. Тенденции и перспективы развития озимой пшеницы в современных реалиях Виктория Александровна Синдюкова.....	537
Солодовников А.П., Рашидов М.Р. Динамика влажности, плотности почвы и урожайность подсолнечника по различным способам основной обработки в Нижнем Поволжье.....	539
Субботин А.Г., Летучий А.В., Субботина А.В., Сёмина А.А. Урожайность различных сортов ячменя в условиях Саратовского Левобережья.....	542
Субботин А.Г., Булатов Р.А., Барышев В.С. Современные приёмы повышения продуктивности сафлора красильного в условиях Саратовского Левобережья....	545
Таспаев Н.Н. Совершенствование технологий возделывания нута в сухостепном Поволжье.....	548
Тобольнов Д.А., Субботин А.Г., Мелехина А.И. Оценка продуктивности различных сортов сои в условиях Саратовского Левобережья.....	551
Трипутин В.М., Кашуба Ю.Н., Ковтуненко А.Н. Адаптивность элементов продуктивности колоса озимой мягкой пшеницы.....	555
Усубалиев К.Б. Современные агротехнологические решения для обработки сельскохозяйственных угодий.....	558
Ханиева И.М., Абидова Г.Х., Абидов А.Х., Коков Т.А. Особенности технологии возделывания картофеля в биологическом земледелия.....	561
Нафиков М.М., Нигматзянов А.Р. Некоторые результаты исследований сорговых культур и их смесей в лесостепи Среднего Поволжья.....	569
Хрипунов Д.А., Дружкин А.Ф., Субботин А.Г. Оценка продуктивности раннеспелых гибридов кукурузы в условиях Саратовского Левобережья.....	575
Юринова П.П., Виноградов Д.В. Особенности выращивания и переработки клубней картофеля, используемого на фри.....	577

***Секция 7. Инновационные технологии повышения
почвенного плодородия***

Денисов К.Е., Андрейщев А.А., Тонкошкур В.А. Эффективность применения микроудобрений при различных схемах минерального питания сои в условиях орошения.....	581
Денисов К.Е., Гераскина А.А. Применение бактериальных и микроудобрений в технологии возделывания яровой твердой пшеницы.....	585
Евсенина М.В., Сазонкин К.Д., Соколов А.А., Лупова Е.И., Виноградов Д.В. Влияние извести на плодородие почвы и повышение урожая сельскохозяйственных культур.....	588
Есаулко А.Н. Актуальность новых подходов к повышению плодородия почв и урожайности сельскохозяйственных культур.....	592
Еськов И.Д., Панфилов А.В., Попов В.Г., Рябушкин Ю.Б., Рязанцев Н.В., Лялина Е.В., Мотова Ю.В., Марискин Р.В, Лазарев А.А. Продуктивность деревьев яблони под влиянием мульчирования приствольной полосы.....	596
Молчанова Н.П., Акимова А.А. Средообразующая роль при выращивании кормовых культур в Саратовском Левобережье.....	600
Наими О.И. Активность фосфатазы чернозема обыкновенного карбонатного под посевами подсолнечника.....	602

Пешкова В.О., Лукашунас Ю.А., Ененко С.В. Влияние микроудобрений на продуктивность и качество картофеля в орошаемых агроценозах Саратовского Заволжья.....	606
Подсевалов П.В., Николайченко Н.В. Влияние различных видов удобрений и биопрепаратов и на продуктивность сои в условиях Саратовского Левобережья.....	609
Пронудин К.А., Дружкин А.Ф. Влияние агрохимикатов на зерновую продуктивность сорго в степном Поволжье на черноземе южном.....	612
Сабанова А.А., Дзарахохова Д.О. Влияние способа посева кормовых трав на плодородие почвы степной зоны РСО-Алания.....	615
Субботин А.Г., Батраев С.Р., Летучий А.В., Грипич А.М. Урожайность озимой пшеницы на различных фонах минерального питания в условиях Саратовского Правобережья.....	619
Ханиева И.М., Шогенов Ю.М., Джуртубаев А.Н., Виндугов Т.С., Бекалдиева Н.М. Совершенствование технологии возделывания гибридов кукурузы в условиях предгорной зоны Кабардино-Балкарии.....	622
Шогенов Ю.М., Ханиева И.М., Джуртубаев А.Н., Таумурзаева Ф.Д., Забаков А.Б. Влияние применения комплексных удобрений на фотосинтетическую деятельность посевов кукурузы.....	627

Секция 8. Управление объектами недвижимости, развитие территорий и цифровые технологии в АПК

Буйлов В.Н., Чумакова С.В., Косарев А.В., Лексин Н.В., Норкулиев Р.Д., Чумаков Р.В. Методы прикладной математики при статистической обработке эмпирически полученных данных массы клубней картофеля.....	633
Артемьев В.С., Савостин С.Д. Автоматизация методов и алгоритмов информационно-аналитических систем.....	639
Артемьев В.С., Савостин С.Д. Моделирование организационно-технологических систем и комплексов при генерации новых потоков.....	642
Бакин И.А., Шилов С.В., Мустафина А.С. Разработка интеллектуальной АСУТП низкотемпературной сушильной установки.....	646
Батова А.С., Малухова М.М., Глупова К.Т., Хочуева З.М. Трансформация сельского хозяйства: цифровые возможности развития.....	648
Бесолова А.А., Салагаева А.А., Пех А.А., Басиева Л.Ж. Определение наиболее эффективных путей развития сухотского сельского поселения Моздокского района РСО-Алания в 2022 году.....	653
Боровский К.В., Якушева О.И., Рогожин А.Н., Кузнецова М.А. Применение картирования территорий в цифровых системах поддержки принятия решений.....	658
Бородина Н.А., Ходарева Е.А., Шевцова А.В. Развитие сельских территорий и создание бизнес-плана.....	664
Бородина Н.А. Цифровизация сельского хозяйства в Ростовской области.....	667
Буйлов В.Н., Косарев А.В., Иванова Н.А., Чумакова С.В., Надежкина М.В., Воробьева А.М. Корреляционный анализ в задаче оценки энергии активации миокарда учащихся средних и старших классов в результате физических нагрузок.....	671
Букина Т.А. Технологии в современной педагогике.....	677
Гавва Е.С., Дёмина К.Д. Цифровая трансформация сельского хозяйства.....	679
Горбунова О.С. Необходимость агрострахования в современных условиях.....	681
Гусева В.В., Толстова А.Н. Цифровизация сельскохозяйственного производства России. Концепции, перспективы, достижения, барьеры.....	684

Демакина И.И., Фисенко Б.В., Еремина О.А. Агрогеоаналитика в условиях глобального изменения климата (на примере Саратовской области).....	687
Евдокимова Н.Е. Особенности социально-экономического развития сельских территорий.....	689
Евтишина Е.В., Сазонкин К.Д., Виноградов Д.В. Перспективные направления сельскохозяйственного производства в Рязанской области.....	695
Замоева Л.С., Зухра М.Х. Цифровизация аграрного хозяйства - движущая сила экономического подъема.....	700
Иванов П.А. Анализ внедрения цифровых технологий в сельском хозяйстве Чувашии.....	702
Казанцев А.Н. Новые цифровые технологии в молочном животноводстве.....	706
Калиничев Е.А., Старостина Е.А. Перспективы использования цифровых технологий при организации культурфитоценозов.....	708
Каргин В.А., Кишко В.В., Усанов К.М., Сохинов Д.Ю. Результаты создания интеллектуальной системы с использованием нейросетевых технологий для оценки качества яблок при сортировке.....	710
Кондратьева О.В., Слинко О.В. Методы формирования и распространения знаний в АПК с помощью цифровых технологий.....	715
Кравчук А.В., Бельтиков Б.Н. Отрицательное влияние колес от широкозахватных дождевальными машин на производственные и экологические показатели.....	719
Кудаева А.К., Мурачаева С.З., Казова З.М. Цифровые технологии в сельском хозяйстве и развитие территории в России.....	726
Мещанинова Е.Г., Кононова М.С. Внедрение роботизации в сельскохозяйственное производство: риски и перспективы.....	730
Мижевкина Ю.А., Лыкасова И.А. Сравнительная характеристика cgm-программ в условиях ветеринарного центра.....	733
Музалевская Е.А., Тарасенко П.В., Шмидт И.В. Организация и проведение аукциона по продаже -земельных участков и аукциона на право заключения договоров аренды земельных участков.....	736
Панков В.В. Сетевые вычислительные кластеры в совершенствовании цифровых продуктов и их перспектива.....	740
Панков В.В. Системные платформы для мобильного обеспечения управляемым интерфейсом.....	743
Петаева В.Н., Шмидт И.В., Царенко А.А. Реестровая ошибка в кадастре и пути ее исправления.....	746
Петрунина Д.С., Тарбаев В.А. Актуальные проблемы предоставления лесных участков для проведения изыскательских работ и проведения рубок лесных насаждений на данных участках.....	751
Попова Е.И. Современные технологии при проведении кадастровых работ.....	754
Рыжко Н.Ф. Конструктивные и технические параметры ДМ «Волга-СМ» при гидроподкормке.....	757
Рыжко С.Н. Повышение качественных показателей полива электрифицированными дождевальными машинами ферменной конструкции...	763
Артемьев В.С., Савостин С.Д. Автоматизированные технологии и их системы для повышения эффективности объектов алгоритмизации.....	767
Сергеева И. В., Мохонько Ю.М., Андриянова Ю.М., Гусакова Н.Н. Цифровые технологии в изучении строения некоторых загрязнителей атмосферы.....	770
Синяшина А.Д., Царенко А.А. Основные аспекты проведения кадастровых работ по формированию объекта недвижимости в Аркадакском районе Саратовской области.....	775

Смирнов Е.С. Технические решения для повышения проходимости многоопорной дождевальнoй машины «Волга-СМ».....	779
Степаненко Н.И. Цифровые технологии в сельском хозяйстве (обзор).....	782
Федорова Л.Н., Федорова Ю.Н. Изучение влияния биологического удобрения Изабион на процесс адаптации на рост и развитие микрорастений картофеля в условиях <i>in vivo</i>	788
Царенко А. А., Шмидт И.В. Актуальные вопросы территориального планирования.....	793
Чуксин И.В., Фомина А.В. Цифровая трансформация сельского хозяйства – базис развития сельских территорий.....	797
Шабанова И.В. Возделывание кукурузы на зерно с применением некорневых подкормок микроэлементами на черноземе выщелоченном Кубани.....	800
Шабурдаев Ч.А. Цифровизация бухгалтерии сельскохозяйственных организаций.....	804

Научное издание

ВАВИЛОВСКИЕ ЧТЕНИЯ – 2022

Сборник статей международной научно-практической конференции,
посвященной 135-й годовщине со дня рождения академика Н.И. Вавилова

Компьютерная верстка *М.В. Сидельникова*

ISBN 978-5-00207-156-2



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Саратовский государственный университет
генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова»
410012, Саратов, пр-кт им. Петра Столыпина зд.4, стр.3.

Подписано в печать 20.12.2022.

Формат 60×84 1/8. Гарнитура Times New Roman. Бумага офсетная.
Усл. печ. л. 94,86. Тираж 200 экз. Заказ № 4784-22.

Отпечатано в соответствии с предоставленными материалами
в ООО «Амитит», 410004, г. Саратов, ул. Чернышевского, 88.

Тел.: 8-800-700-86-33 | (845-2) 24-86-33

E-mail: zakaz@amirit.ru

Сайт: amirit.ru