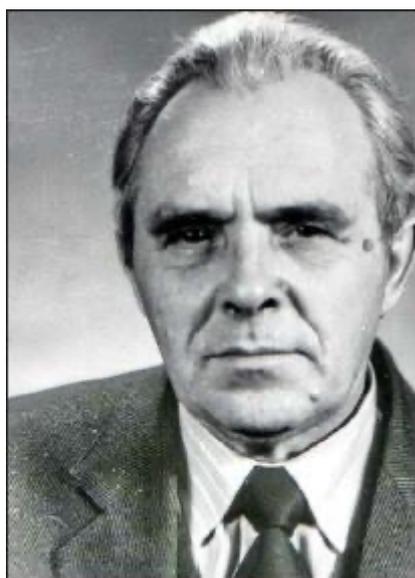


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Саратовский государственный университет
генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова»
Институт генетики и агрономии

Кафедра «Растениеводство, селекция и генетика»

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ СОЗДАНИЯ И ВОЗДЕЛЫВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ



Сборник статей VI Национальной научно-практической конференции,
посвященная 100-летию со дня рождения В.А. Кумакова

10-11 апреля 2025 г.

г. Саратов

УДК 631
ББК 41/42
И66

«Инновационные технологии создания и возделывания сельскохозяйственных растений»: Сборник статей VI Национальной научно-практической конференции, посвященная 100-летию со дня рождения В.А. Кумакова – 11 апреля 2024 г. – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет – 160 с.

ISBN 978-5-7011-0883-5

В сборнике представлены материалы VI Национальной научно-практической конференции, посвященная 100-летию со дня рождения В.А. Кумакова. Материалы отражают современное положение и тенденции развития технологий создания и возделывания сельскохозяйственных культур. Сборник адресован преподавателям, ученым, аспирантам и обучающимся по агрономии, генетике, селекции и семеноводству основных сельскохозяйственных культур.

Материалы публикуются в авторской редакции.

Редакционная коллегия:

канд. с.-х. наук, доцент О.В. Ткаченко;

канд. с.-х. наук, доцент Н. В. Рязанцев

УДК 631
ББК 41/42
И66

ISBN 978-5-7011-0883-5

© ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2025

© Авторы статей, 2025

УДК 929

С.А. Степанов

Саратовский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского, г. Саратов, Россия

ВАДИМ АНДРЕЕВИЧ КУМАКОВ: ИСКУССТВО ВИДЕТЬ

Аннотация. В статье рассматривается творчество известного физиолога растений В.А. Кумакова, роль его научного руководителя И.В. Красовской в направлении его деятельности. Отмечается его вклад в развитии представлений о физиологии продукционного процесса пшеницы, обучение аспирантов.

Ключевые слова: яровая пшеница, фотосинтез, продукционный процесс, научное наследие

S.A. Stepanov

Saratov State University named after N.G. Chernyshevsky, Saratov, Russia

VADIM ANDREEVICH KUMAKOV: THE ART OF SEEING

Annotation. The article examines the work of the famous plant physiologist V.A. Kumakov, the role of his supervisor I.V. Krasovskaya in the direction of his activities. His contribution to the development of ideas about the physiology of the wheat production process and the training of graduate students is noted.

Keywords: spring wheat, photosynthesis, production process, scientific heritage

В нашей жизни многие события происходят по воле случая, как будто кто-то незримый ведёт нас по жизни. В 1945 году при распределении студентов биологического факультета Саратовского университета для специализации по кафедрам вместо физиологии животных, куда был значительный конкурс, Вадим Кумаков выбрал физиологию растений, о чём никогда не жалел. Заведова-

ла кафедрой Ирина Владимировна Красовская (в девичестве Теляковская). Она родилась в старинной дворянской семье: с культурой владения иностранными языками, любовью к музыке и живописи, с традициями служения России, высокой планкой чести и достоинства [1]. Её любовь к изучению биологии растений сложилась под впечатлением трудов К.А. Тимирязева, в частности его популярной в народе книги «Жизнь растения».

Закончив Петроградский сельскохозяйственный институт, с 1925 по 1935 годы она работает во Всесоюзном институте прикладной ботаники и новых культур (в настоящее время ВИР) в отделе физиологии растений под руководством Н.А. Максимова и Н.И. Вавилова, где защищает докторскую диссертацию на тему «Засухоустойчивость яровых пшениц мировых растительных ресурсов». В дальнейшем волею обстоятельств она работает в Казахстане (г. Атбасар), Нижнем Новгороде и с 1944 г. в Саратове. Здесь её судьба пересекается с судьбой её будущих аспирантов: Вадима Кумакова и Николая Федорова (рис.1). Она деятельно участвует в их судьбе. В письме к академику Н.И. Максиму от 17 марта 1951 года И.В. Красовская пишет: «В октябре у меня заканчивает аспирантуру очень хороший, способный, умный, самостоятельный и спокойный мальчик – Вадим Андреевич Кумаков, культурный и по характеру изумительно покладистый. Очень бы хотелось устроить его получше. Имеет склонность к педагогической работе и к научно-исследовательской. Если Вы где-нибудь услышите о потребности в таком человеке, можете смело его рекомендовать» [2].

Научные исследования И.В. Красовской вместе с аспирантами и сотрудниками кафедры проводились на опытных участках Института зернового хозяйства Юго-Востока СССР (в настоящее время ФГБНУ «ФАНЦ Юго-Востока»), где она руководит лабораторией физиологии растений. Как и прежде, она уделяет основное внимание изучению корневой системы сельскохозяйственных культур, а также другим вопросам физиологии растений. В 1951 году ею совместно с В.А. Кумаковым публикуется одна из центральных работ по изучению взаимоотношения главного и боковых побегов яровой пшеницы [3].



Рисунок 1. Фотография: Вадим Кумаков, Лидия Михеева (Кумакова), Николай Федоров (1951 г.).

По рекомендации И.В. Красовской и Н.И. Максимова в 1951 году В.А. Кумакова направляются в Белоруссию, Гродненский сельскохозяйственный институт. Здесь он работает первоначально старшим преподавателем, а с 1953 по 1961 гг. заведующим кафедрой ботаники и одновременно деканом агрономического факультета. Здесь, в г. Гродно им публикуется одна из ключевых работ по физиологии продуктивности, касающаяся роли листьев разных ярусов в наливе колоса яровой пшеницы [4]. Эта работа была поддержана зав. кафедрой физиологии растений МГУ имени М.В. Ломоносова Б.А. Рубиным и получила наибольший отклик со стороны многих физиологов и селекционеров. Здесь, в Белоруссии, у В.А. Кумакова и Л.И. Кумаковой (в девичестве Михеева) родились два сына – Александр, ставший физиком-конструктором, и Андрей, защитивший в 1988 году кандидатскую диссертацию на тему «Участие синего света в регуляции фотосинтетического CO_2 -газообмена проростков ячменя» в Институте физиологии растений АН СССР.

В 1961 году, вернувшись в Саратов, В.А. Кумаков при поддержке генетика В.А. Крупнова и выдающегося селекционера В.Н. Мамонтовой становится заведующим лабораторией физиологии растений НИИСХ Юго-Востока, про-

должает исследования по физиологии продуктивности яровой пшеницы. Ему помогают аспиранты и сотрудники лаборатории. Итогом многолетней работы явилась защита в 1971 году докторской диссертации на тему «Эволюция показателей фотосинтетической деятельности яровой пшеницы в процессе селекции и их связь с урожайностью и биологическими особенностями растений» [5]. Большую роль в направленности данной тематики сыграло внимание к работе В.А. Кумакова со стороны член-корреспондента АН СССР А.А. Ничипоровича, уроженца Саратова, закончившего в 1922 году Саратовский сельскохозяйственный институт (рис.2).



Рисунок 2. Фотография: Давоян Н.И., Тагеева С.В., Ничипорович А.А., Кумаков В.А. (1986 г.)

Являясь автором теории фотосинтетической продуктивности растений и принципов её оптимизации, А.А. Ничипорович рьяно защищал её основные положения, в то время как накапливалось все большее число фактов, свидетельствующих о наличии других компонент продукционного процесса, прежде всего компоненты роста и развития растений. Особенно зримо это случилось в ходе так называемой «зелёной» революции растений, когда изменение морфологии растений, изменение соотношения его продуктивных и непродуктивных частей, приводило к существенному росту урожайности сельскохозяйственных культур,

прежде всего пшеницы. Одновременно усилился интерес к проблеме целостности растения [6]. Подмечая все новые и новые явления в жизни пшеницы, В.А. Кумаков пропагандировал создание общей теории продуктивности растений, где процессы фотосинтеза и роста, развития растений были бы равноценными партнерами.

После защиты докторской диссертации спектр исследований В.А. Кумакова по физиологии пшеницы существенно расширяется. Публикуются статьи по морфологии и физиологии корневой системы яровой пшеницы сортов саратовской селекции, динамике содержания азота в вегетативных и генеративных органах растений, дыханию, коррелятивным отношениям между органами пшеницы в процессе формирования урожая и многим другим вопросам, но по-прежнему основное внимание он уделяет анализу фотосинтетической деятельности растений. Одновременно возрастает число аспирантов и соискателей ученой степени кандидата наук. С 1966 по 2004 гг. 50 человек работают под его руководством по различным направлениям физиологии продуктивности растений, большинство из них в последствии защищают кандидатские диссертации (рис.3). Среди многочисленных исследований следует выделить диссертацию Ольги Васильевны Березиной на тему «Структурно-функциональная организация фотосинтетического аппарата сортов твердой и мягкой пшеницы в связи с их продуктивностью», где впервые в СССР ею устанавливается особая организация клеток мезофилла листьев пшеницы.

Накопленный материал по физиологии продукционного процесса В.А. Кумаков обобщает в книгах, в которых он обосновывает модели сортов пшеницы [7,8]. Над моделями сортов работают физиологи, генетики, математики, агрометеорологи, но главная роль в создании модели сорта, по его мнению, должна принадлежать физиологии растений. Им обосновываются пять принципов моделей сортов [8].



Рисунок 3. Фотография: Вадим Андреевич Кумаков с сотрудниками и аспирантами лаборатории физиологии растений и микробиологии НИИСХ Юго-Востока (1972 г.)

Но наступили годы, когда экономика должна была стать экономной, сменившаяся перестроечным временем с его лозунгом жить и работать с ускорением. Сын В.А. Кумакова, Андрей первоначально продолжил исследования в области биологии растений, но затем ушел в зерновой бизнес. Однако имеющийся творческий потенциал, умение видеть и удивляться, привело его с 2001 года к изучению архивов, а затем многогранных публикаций по истории Саратовского края. С 2003 года им опубликовано 15 статей, 3 книги и издано 10 сборников.

Искусство видеть, которое отличало В.А. Кумакова, на мой взгляд, вполне реализовалось в его творчестве, в творчестве его детей, внуков, аспирантов, которых он опекал советом и собственным делом. Конечно, каждый человек может находиться в плену заблуждений, о чем неоднократно мы дискутировали, но тот, кто не работает, тот не ошибается. Так что будем трудиться и помнить.

Список литературы

1. Гуськова И.Б., Степанов С.А. Красовская И.В. (1896 -1956) // История ботаники в России. К 100-летию юбилею РБО. Сборник статей международной научной конференции. Тольятти. 14-17 сентября 2015 г. Тольятти: Касандра, 2015. С.118 – 122.
2. Письмо от 17 марта 1951. СОМК: СМК 77694/20
3. Красовская И.В., Кумаков В.А. Взаимоотношения главного и боковых побегов яровой пшеницы // Труды ИФР имени К.А. Тимирязева. 1951. Том VII. Вып.2. С. 193 – 211.
4. Кумаков В.А. Роль листьев разных ярусов в наливе колоса яровой пшеницы // Труды Гродненского СХИ. 1954. Вып. 1. С. 43-58.
5. Кумаков В.А. Эволюция показателей фотосинтетической деятельности яровой пшеницы в процессе селекции и их связь с урожайностью и биологическими особенностями растений: Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора биол. наук. Ленинград, 1971. 51 с.
6. Степанов С.А. Проблема целостности растения на современном этапе развития биологии // Известия СГУ. Серия Химия, биология, экология. Вып.2. 2008. Т.8. С.50-57.
7. Кумаков В.А. Физиология яровой пшеницы. М.: Колос, 1980. 207 с.
8. Кумаков В.А. Физиологическое обоснование моделей сортов пшеницы. М.: Агропромиздат, 1985. 270 с.

©Степанов С.А., 2025

УДК 579.22.577.121.7:581.43

С.А Аленькина, М.А. Купряшина

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт биохимии и физиологии растений и микроорганизмов Российской академии наук Са-

ратов, Россия

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТАБОЛИТОВ РИЗОБАКТЕРИЙ КАК АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРИЕМ ПОВЫШЕНИЯ АДАПТАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

Аннотация. Данная работа посвящена исследованию влияния лектинов азоспирилл на засухоустойчивость пшеницы *Triticum aestivum*. Поверхностные лектины штаммов *Azospirillum brasilense* Sp7 и *Azospirillum baldaniorum* Sp245 способны присоединяться к специфическим углеводам и обеспечивать связывание бактерий с поверхностью корня растения. Они обладают полифункциональностью, а эффекты, вызываемые лектинами, носят дозозависимый характер. В корнях проростков пшеницы в условиях засушливого стресса лектины вызывали снижение перекисного окисления липидов, но увеличивали содержание вторичных метаболитов, таких как общие фенолы и флавоноиды. Полученные результаты позволяют сделать вывод том, что использование лектинов может обеспечить доступное и простое решение повышения продуктивности сельскохозяйственных культур в условиях ограниченной доступности воды.

Ключевые слова: ризосфера, PGPR - микроорганизмы, азоспириллы, лектины, корни растений, засуха, стрессовые метаболиты

S.A. Alen'kina, M.A. Kupryashina

Institute of Biochemistry and Physiology of Plants and Microorganisms, Russian Academy of Sciences, Saratov, Russian Federation

USING RHIZOBACTERIA METABOLITES AS AN AGROTECHNOLOGICAL METHOD TO INCREASE THE ADAPTATION POTENTIAL OF WINTER WHEAT

Annotation. This work is devoted to the study of the effect of *Azospirillum* lectins on

drought resistance of wheat *Triticum aestivum*. Surface lectins of *A. brasilense* Sp7 and *A. baldaniorum* Sp245 strains are able to attach to specific carbohydrates and provide binding of bacteria to the surface of the plant root. They have polyfunctionality, and the effects caused by lectins are dose-dependent. In the roots of wheat seedlings under drought stress, lectins caused a decrease in lipid peroxidation, but increased the content of secondary metabolites, such as total phenols and flavonoids. The obtained results allow us to conclude that the use of lectins can provide an affordable and simple solution to increase crop productivity under conditions of limited water availability.

Keywords: rhizosphere, PGPR - microorganisms, azospirillum, lectins, plant roots, drought, stress metabolites

Засуха является наиболее распространенным неблагоприятным фактором окружающей среды, который, ухудшая условия питания растений, приводит к замедлению развития, в результате чего существенно снижается продуктивность растений [Takahashi et al., 2020; Oguz et al., 2022]. В настоящее время большое внимание уделяется разработке экологически устойчивых систем земледелия, в которых продуктивность растений обеспечивается за счет использования их биологических возможностей, с минимальным использованием экологически опасных агрохимикатов - минеральных удобрений, пестицидов, регуляторов роста. Почвенные микроорганизмы могут оказывать положительное влияние на рост и питание растений.

Ассоциативные азотфиксирующие бактерии рода *Azospirillum* являются яркими представителями ризобактерий, относящихся к PGPR (ризобактерии, способствующие росту растений). *Azospirillum* способны существовать в различных климатических зонах и привлекают внимание благодаря своему росту в тесной ассоциации с корнями различных злаковых культур. Эти бактерии проявляют свой ростостимулирующий потенциал за счет разнообразных эффектов. Растения получают прямую выгоду от способности фиксировать азот, вырабатывать фитогормоны и улучшать водный и минеральный статус [Puente et al.,

2018; Nag et al., 2020]. *Azospirillum* производит соединения, которые подавляют патогенную микрофлору и помогают смягчить воздействие стрессоров [Bhattacharyya and Jha, 2012; Saeed et al., 2022]. В последние годы активизировались исследования роли PGPR, включая *Azospirillum*, в улучшении роста растений в различных стрессовых условиях [Lana et al., 2012; Cassán and Diaz-Zorita, 2016; Dwibedi et al., 2022; Rabara et al., 2023]. Бактерии рода *Azospirillum* способны продуцировать биологически активные вещества, которые влияют на развитие растений-хозяев. К таким веществам относятся лектины – (глико)протеины, связывающие строго определенные углеводные группы на поверхности клетки-мишени. С поверхности двух штаммов азоспирилл - *A. brasilense* Sp7 и *A. baldaniorum* Sp245 были выделены лектины с различными молекулярными массами и углеводной специфичностью [Nikitina et al., 2005]. Накопившийся обширный массив экспериментальных данных по лектинам азоспирилл позволяет говорить о полифункциональности лектинов [Alen'kina et al., 2014; 2018]. Эндوفитный штамм Sp245 был найден в ксилеме корня, в то же время эпифитный штамм Sp7 был обнаружен на поверхности корня [Schloter et al., 1997]. Эндوفитные бактерии представляют особый интерес ввиду способности существовать внутри растительных тканей, что позволяет им в меньшей степени зависеть от внешних факторов среды, но в то же время эндوفиты могут способствовать формированию более длительной защиты макроорганизма от стрессовых факторов окружающей среды.

В данной работе мы предположили, что лектины могут оказывать дозозависимое влияние на устойчивость пшеницы в условиях засушливого стресса. Цель работы – исследование влияния лектинов *A. brasilense* Sp7 и *A. baldaniorum* Sp245 на интенсивность перекисного окисления липидов, содержание вторичных метаболитов, таких как общие фенолы и флавоноиды.. Полученные результаты позволяют сделать вывод том, что использование лектинов может обеспечить доступное и простое решение для повышения продуктивности сельскохозяйственных культур в условиях ограниченной доступности воды.

Для исследования были взяты два штамма азотфиксирующих ассоциа-

тивных бактерий рода *Azospirillum* – *A. brasilense* Sp7 и *A. baldaniorum* Sp245 из коллекции микроорганизмов (<http://collection.ibppm.ru>). Выделение лектинов с поверхности бактериальных клеток и очистку белков проводили ранее описанным способом [Alen'kina et al., 2014].

Семена пшеницы *Triticum aestivum* L. сорта «Саратовская 29» (ГНУ НИИ Сельского хозяйства Юго-Востока РСХА, Саратов, Россия) подвергали поверхностной стерилизации в 70%-ном (об/об) этаноле в течение 1 мин, затем пятикратно промывали стерильной водой. Семена проращивали в асептических условиях в чашках Петри на стерильной дистиллированной воде и инкубировали в темноте при температуре 25°C. Для экспериментов использовали корни четырехдневных проростков. Для изучения влияния лектинов и засухи на изучаемые показатели корни проростков выдерживали в течение 2 часов в растворе 5 % сахарозы или в растворах лектинов (концентрация 0.1–1.2 мМ) и 5 % сахарозы.

Переокисное окисление липидов в корнях определяли путем измерения количества малонового диальдегида (МДА) с использованием тиобарбитуровой кислоты. Свежие корни проростков (1 г) гомогенизировали в 4.0 мл 10%-ной трихлоруксусной кислоты и центрифугировали при 5000 g 10 мин при 4°C. В супернатанте анализировали количество МДА по методу Wu *et al.* [Wu et al., 2012]. Для расчета содержания МДА использовали молярный коэффициент экстинкции 155 мМ⁻¹ см⁻¹. Содержание МДА выражали в мкмоль/г свежего веса. Для определения содержания фенольных соединений и флавоноидов, свежие корни экстрагировали в течение 20 мин 50% метанолом. Экстракты фильтровали под вакуумом с использованием фильтровальной бумаги Whatman №1 («Sigma-Aldrich», США). В экстрактах определяли общее количество растворимых фенольных соединений с помощью реактива Фолина–Денис (оптическая плотность 725 нм). Содержание флавоноидов определяли по реакции с 1%-ным водным раствором хлорида алюминия (оптическая плотность 415 нм) [Makkar et al., 2007]. Для сравнительного анализа варианты содержания определяемых веществ выражали в % от контроля. За 100% принимали количество фенолов,

флавоноидов и МДА, содержащихся в контрольных корнях.

Все измерения выполняли в трех биологических и трех аналитических повторностях. Анализ проводился с использованием пакета программ AGROS (версия 2.09; Отдел статистического анализа Российской академии сельскохозяйственных наук). Значимость отличий между средними значениями определяли, используя *t*-критерий Стьюдента при уровне $p < 0.05$.

Значительный интерес представляют исследования процессов, сопровождающих изменение устойчивости в начальный период влияния на растения неблагоприятных факторов. Допускают, что именно в этот период адаптации к неблагоприятным факторам происходят события, во многом определяющие весь последующий ход формирования устойчивости. В результате исследований установлено, что в корнях проростков пшеницы при совместном воздействии лектинов и исследуемого стресса происходит снижение МДА. При сочетании лектина *A. brasilense* Sp7 и моделируемой засухой наибольшее снижение наблюдалось после 15 мин инкубации с корнями и концентрации лектина 0.6 мМ. Для лектина эндофитного штамма максимальное влияние на изучаемый признак наблюдалось при концентрации 0.1 мМ после 15-минутной инкубации.

В условиях, имитирующих засуху, наибольшее содержание общих фенольных соединений увеличивалось в корнях проростков после 30-минутной инкубации с 0.6 мМ лектина *A. brasilense* Sp7. Для лектина эндофитного штамма максимальное влияние на изучаемый признак наблюдалось при концентрации 0.3 мМ после 30-минутной инкубации. Имитация засухи привела к повышению уровня флавоноидов в корнях проростков с максимальными значениями после часа стресса (1.2 мг/г сырой массы). Совместное воздействие лектинов *A. brasilense* Sp7 и *A. baldaniorum* Sp245 с этим стресс-фактором привело к максимальному увеличению количества флавоноидов по сравнению с контрольными вариантами после 60 мин инкубации с корнями проростков. Для лектина *A. brasilense* Sp7 увеличение составило 45% (концентрация лектина 0.3 мМ), для лектина *A. baldaniorum* Sp245 – 60% (концентрация лектина 0.1 мМ) по сравнению с контролем.

Список литературы

1. Takahashi F., Kuromori T., Urano K., Yamaguchi-Shinozaki K., Shinozaki K. (2020) Drought Stress Responses and Resistance in Plants: From Cellular Responses to Long-Distance Intercellular Communication // *Frontiers in Plant Science* 11:556972.
2. Oguz M.C., Aycan M. Oguz E., Poyraz I., Yildiz M. (2022) Drought Stress Tolerance in Plants: Interplay of Molecular, Biochemical and Physiological Responses in Important Development Stages // *Physiologia* 2:180–197.
3. Puente M.L., Gualpa G.L., Lopez G.A., Molina R.M., Carletti S.M., Cassán F.D. (2018) The benefits of foliar inoculation with *Azospirillum brasilense* in soybean are explained by an auxin signaling model // *Symbiosis* 76:41–49.
4. Bhattacharyya P.N., Jha D.K. (2012) Plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR): emergence in agriculture // *World Journal of Microbiology and Biotechnology* 28:1327–1350.
5. Nag P., Shriti S., Das S. (2020) Microbiological strategies for enhancing biological nitrogen fixation in nonlegumes. *Journal of Applied Microbiology* 129:186–198.
6. Saeed Q., Xiukang W., Haider F.U., Kučerik J., Mumtaz M.Z., Holatko J., Naseem M., Kintl A., Ejaz M., Naveed M., Brtnicky M., Mustafa A. (2021) Rhizosphere Bacteria in Plant Growth Promotion, Biocontrol, and Bioremediation of Contaminated Sites: A Comprehensive Review of Effects and Mechanisms. *International Journal of Molecular Sciences* 22:10529.
7. Lana M., Dartora J., Marini D., Hann J. (2012) Inoculation with *Azospirillum*, associated with nitrogen fertilization in maize // *Revista Ceres Viçosa*. 59:399–405.
8. Cassan F., Diaz-Zorita M. (2016) *Azospirillum* sp. in current agriculture: From the laboratory to the field // *Soil Biology and Biochemistry* 103:117–130.

9. Dwibedi V., Rath S.K., Joshi M., Kaur R., Kaur G., Singh D., Kaur G., Kaur S. (2022) Microbial endophytes: application towards sustainable agriculture and food security. *Applied Microbiology and Biotechnology* 106:5359–5384.
10. Rabara S., Vishwakarma N.P., Patel S. (2023) Isolation and Biochemical Identification of N₂ Fixing Bacteria (*Azospirillum* Sp.) from Saurashtra Region. *Current Agriculture Research Journal* 11:277–286.
11. Никитина В.Е., Пономарева Е.Г., Аленькина С.А. Лектины клеточной поверхности азоспирилл и их роль в ассоциативных взаимоотношениях с растениями // Молекулярные основы взаимоотношений ассоциативных микроорганизмов с растениями / Под ред. В.В. Игнатова.- М.: Наука, 2005.С. 70–97.
12. Alen'kina S.A., Bogatyrev V.A., Matora L.Yu., Sokolova M.K., Chernysheva M.P., Trutneva K.A., Nikitina V.E. (2014) Signal effects of the lectin from the associative nitrogen-fixing bacterium *Azospirillum brasilense* Sp7 in bacterial–plant root interactions. *Plant Soil* 381:337–349.
13. Alen'kina S.A., Romanov N., Nikitina V.E. (2018) Regulation by *Azospirillum* lectins of the activity of antioxidant enzymes in wheat seedling roots under short-term stresses. *Brazilian Journal of Botany* 41:579–587.
14. Schloter M., Hartmann A. (1998) Endophytic and surface colonization of wheat roots (*Triticum aestivum*) by different *Azospirillum brasilense* strains studied with strain-specific monoclonal antibodies. *Symbiosis* 25, 159–179.
15. Makkar H.P.S., Siddhuraju P., Becker K. (2007) Trypsin Inhibitor. In 'Plant Secondary Metabolites'393. P. 1–122. (Humana Press: Totowa, NJ).

© Аленькина С.А., Купряшина М.А., 2025

Научная статья

УДК 579.64

А.Ш. Бареева., А.Р. Гальперина, И.Ю. Липова, Д.М. Гапизова

ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ РИЗОСФЕРНЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ АРИДНЫХ ЭКОСИСТЕМ НА ПРОРАСТАНИЕ СЕМЯН ГОРЧИЦЫ ЖЕЛТОЙ

Аннотация. В статье оценивается воздействие ризосферных микроорганизмов аридных экосистем на семена горчицы желтой при различных вариантах обработки семян (полив и замачивание). Обработка семян горчицы желтой суспензиями микроорганизмов рода *Bacillus* и *Enterobacter* положительно влияет на энергию прорастания и лабораторную всхожесть. Особенно сильное положительное влияние наблюдалось в варианте с замачиванием семян.

Ключевые слова: ризосферные бактерии, семена, энергия прорастания, лабораторная всхожесть, показатели проростков

A.Sh. Bareeva., A.R. Gal'perina, I.YU. Lipova, D. M. Gapizova

Astrakhan State Technical University, Astrakhan, Russia

ASSESSMENT OF THE IMPACT OF RHIZOSPHERIC MICROORGANISMS OF ARID ECOSYSTEMS ON THE GERMINATION OF YELLOW MUSTARD SEEDS

Annotation. The article evaluates the effects of rhizospheric microorganisms arid ecosystems on the seeds of yellow mustard with various options for processing seams (irrigation and soaking). Processing Mustard seeds with yellow suspensions of microorganisms of the genus *Bacillus* and *Enterobacter* positively positively on germination energy and laboratory germination. Especially strong positive the influence was observed in the option with soaking seeds.

Key words: rhizospheric bacteria, seeds, germination energy, laboratory germination, Indicators of the seedlings

Минеральные удобрения значительно увеличивают продуктивность сельскохозяйственных культур, но при многолетнем использовании вредны для почвы и экологии (Лукин, 2011). В отличие от них, микроорганизмы, входящие в состав биопрепаратов, представляют собой альтернативу минеральным удобрениям. Они способствуют росту и развитию растений благодаря нескольким механизмам. К ним относятся: азотфиксация, продукция сидерофоров, выработка фитогормонов и ферментов, растворение недоступных элементов питания, подавление фитопатогенов, увеличение поглощения влаги и питательных веществ (Сидоренко, 2021). Использование таких биопрепаратов может способствовать более устойчивому сельскому хозяйству.

Микроорганизмы, являющиеся основой биопрепаратов, активно взаимодействуют с растениями и другими микроорганизмами, что способствует их росту и развитию. Эти взаимодействия осуществляются через прямые и непрямые механизмы, такие как: фиксация атмосферного азота, продукция сидерофоров, выработка фитогормонов и ферментов, растворение недоступных элементов минерального питания, эти процессы помогают растениям эффективнее усваивать питательные вещества и способствуют их общему оздоровлению (Гамзаева, 2015).

Цель исследования: оценить воздействие ризосферных микроорганизмов аридных экосистем на семена горчицы желтой при поливе и замачивании семян.

В качестве тест-объекта были выбраны семена горчицы желтой от производителя «Садовита», фасовка 27.08.2024. Исследовали влияние штаммов *Bacillus sp.1*, *Bacillus sp.2* и *Enterobacter sp.*, выделенных из ризосферы аридных экосистем Астраханской области. Эксперимент проводился методом проращивания в влажных камерах. Подготовка включала: приготовление водной суспензии микроорганизмов с титром 10^6 кл/мл, замачивание стерилизованных семян в стерильной воде на 4 часа, обработку части семян суспензией на 20 минут, полив другой части суспензией бактерий. Проращивание проводили в климатостате при 22 °С в течение 4 суток. После

завершения эксперимента оценивали энергию прорастания, лабораторную всхожесть и морфометрические показатели проростков (длина проростка и корня). Контрольный вариант — семена без обработки.

Почва является сложной системой, обеспечивающей среду для множества микро- и мезосред обитания, что способствует разнообразию почвенных микроорганизмов. Микроорганизмы, такие как *Azotobacter*, *Azospirillum*, *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Burkholderia*, *Pantoea spp.*, и *Enterobacter*, демонстрируют способность стимулировать рост растений. Они синтезируют витамины, аминокислоты, фитогормоны, сидерофоры, антибиотики и ферменты, а также фиксируют молекулярный азот и минерализуют фосфаты. В данной работе изучались микроорганизмы, выделенные из различных типов почв Астраханской области, представляющие роды *Bacillus* и *Enterobacter*.

В ходе исследования была установлена зависимость энергии прорастания семян от типа обработки. В контрольной группе этот показатель составил 92,5%. При замачивании семян в бактериальной суспензии *Bacillus sp.2* энергия прорастания составила 93,7%, а при поливе — 87,5%. Высокие результаты были получены при обработке суспензией *Bacillus sp.1*: 83,7% при замачивании и 82,5% при поливе. Также было отмечено, что при поливе семян суспензией *Enterobacter sp.* значение энергии прорастания увеличилось, однако при замачивании этот показатель снизился до 71,2%, что ниже нормальных значений. Эти данные указывают на потенциал использования исследуемых штаммов для повышения энергии прорастания семян.

При оценке всхожести семян под воздействием различных бактериальных суспензий было установлено, что замачивание семян в суспензии *Bacillus sp.2* увеличивает всхожесть до 93,7%, тогда как контрольное значение составило 92,5%. Всхожесть выше 85% считается нормальной, и полученные значения соответствуют этому критерию для полива суспензиями *Bacillus sp.2* и *Bacillus sp.1*. Однако, ингибирующее действие наблюдалось при замачивании семян с *Bacillus sp.1* и поливе *Enterobacter sp.* Это может быть связано с высокой концентрацией фитогормона индолил-3-уксусной кислоты, который в больших

дозах подавляет рост. В условиях лаборатории ингибирование могло происходить из-за недостатка питательных элементов, необходимых для роста бактерий. Ризосферные бактерии преимущественно используют продукты обмена прорастающих семян, но без фотосинтеза их объем невелик.

Энергия прорастания является ключевым показателем конкурентоспособности растений, влияющим на их развитие и урожайность. Наши исследования показали, что замачивание семян в бактериальной суспензии почвенных микроорганизмов приводит к незначительному увеличению энергии прорастания семян горчицы желтой. Это свидетельствует о потенциальном положительном влиянии бактериальных суспензий на начальные стадии роста растений, что может повлиять на их дальнейшее развитие и урожайность.

Изучение влияния микроорганизмов на рост и развитие проростков горчицы выявило морфометрические изменения по сравнению с контролем. Замачивание семян в суспензии штамма *Bacillus sp.1* увеличило длину корня на 4%, близко к контрольному значению. Однако обработка суспензией *Bacillus sp.2* способствовала уменьшению длины корня на 9% (замачивание) и на 22% (полив). Наименьшие показатели длины корня были зафиксированы при использовании суспензии *Enterobacter sp.* В отношении длины проростка, наблюдалось увеличение при поливе суспензией *Bacillus sp.1*, но при замачивании этой же суспензией длина уменьшилась на 20%. Суспензия *Enterobacter sp.* демонстрировала значения, близкие к контрольным при замачивании, однако при поливе длина проростка снизилась до 69%. Эти результаты подчеркивают разнообразие влияния различных микроорганизмов на морфометрические характеристики горчицы.

Таким образом, установлено, что обработка семян горчицы желтой суспензиями почвенных микроорганизмов положительно влияет на энергию прорастания и лабораторную всхожесть. Особенно заметное улучшение наблюдается в варианте замачивания семян, где возросли морфометрические показатели. Эти данные подтверждают важность микроорганизмов в агрономии

для повышения качества семенного материала и общих показателей роста растений.

Работа выполнена в рамках государственного задания «Микроорганизмы аридных зон как основа экобиотехнологий для оздоровления экосистем Нижнего Поволжья», № государственной регистрации темы 124041100137-2.

Список литературы

1. Сидоренко М.Л. Прорастание семян злаков под влиянием композиций азотфиксирующих и фосфатмобилизующих бактерий из почв, возделываемых в условиях Дальнего Востока // *Сельскохозяйственная биология*. - 2021. - том 56. - С. 146-157.

2. Гамзаева Р.С. Влияние биопрепаратов Флавобактерин и Мизорин на физиолого-биохимические показатели различных сортов семян // *Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета*. - 2015. -том 40. -С. 38-41.

3. The effect of fertilizer seed coating on the germinating capacity and initial development of some turf grass species and white clover/ Sochorec M.R., Knot P. // *Acta Universitatis et Silviculturae Mendeliane Brunensis*. 2012.Vol. 60(5). P. 199-204.

4. Isolation and characterization of mutants of the plant growthpromoting rhizobacterium *Pseudomonas putida* CR12-2 that overproduce indoleacetic acid / Xie H., Pasternak J.J., Glick B.R. // *Current Microbiology*. 1996. Vol.32(2). P. 67-71.

5. Золотарев В.Н. Эффективность применения бактериальных биопрепаратов ассоциативных diaзотрофов и азотного удобрения в семенных посевах райграса однолетнего // *Агрохимия*. - 2015. - №7. - С.11-16.

© Бареева. А.Ш., Гальперина А.Р., Липова И.Ю., Гапизова Д.М., 2025

Научная статья

УДК 579.64:631.87

Г.Л. Бурьгин^{1,2,3}, Д.А. Rogov^{1,3}, Ю.А. Кусмарцева^{2,3}

¹Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского, г. Саратов, Россия

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

³Институт биохимии и физиологии растений и микроорганизмов, ФИЦ Саратовский научный центр РАН, г. Саратов, Россия

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛИПОПОЛИСАХАРИДОВ РИЗОБАКТЕРИЙ В КАЧЕСТВЕ СТИМУЛЯТОРОВ РОСТА РАСТЕНИЙ

Аннотация. Современные интенсивные системы земледелия требуют новых эффективных стимуляторов роста растений, которые были бы экологически безопасными. Показано, что липополисахариды (ЛПС) клеточных стенок некоторых штаммов бактерий вызывают у растений системную устойчивость, защищающую от фитопатогенов, а также положительно влияют на рост и развитие растений в условиях *in vitro* и *ex vitro*. Это позволяет надеяться на хорошие перспективы использования бактериальных ЛПС в регуляции роста растений. В данной работе рассмотрена взаимосвязь структуры О-полисахаридов в ЛПС с их рост-стимулирующей активностью в отношении растений в контексте существующих проблем в разработке биотехнологии использования бактериальных ЛПС в современном растениеводстве и перспектив их преодоления.

Ключевые слова: ризосферные бактерии, липополисахарид, рост-стимулирующая активность, культура *in vitro*

G.L. Burygin^{1,2,3}, D.A. Rogov^{1,3}, J.A. Kusmartseva^{2,3}

¹Saratov State University, Saratov, Russia

²Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

³Institute of Biochemistry and Physiology of Plants and Microorganisms, FRC SRC RAS, Saratov, Russia

PROSPECTS OF USING THE RHIZOBACTERIAL LIPOPOLYSACCHARIDES FOR PLANT-GROWTH-PROMOTING

Annotation. Modern intensive planting systems require new effective plant growth promoters that would be environmentally friendly. Lipopolysaccharides (LPS) from the cell walls of some bacterial strains have been shown to induce a systemic resistance in plants that protects against phytopathogens, and also have a positive effect on plant growth and development under *in vitro* and *ex vitro* conditions. This allows us to hope for good prospects for the use of bacterial LPS in plant growth regulation. This work examines the relationship between the structure of O-polysaccharides in LPS and their growth-promoting activity towards plants in the context of existing problems in the development of biotechnology for the use of bacterial LPS in modern plant growing and prospects for overcoming them.

Keywords: rhizosphere bacteria, lipopolysaccharide, plant-growth activity, *in vitro* culture

Для создания эффективного устойчивого растениеводства на основе применения биоудобрений необходимо понимание молекулярных механизмов взаимодействия бактерий (или их метаболитов) с растениями. Несмотря на активные исследования в данной области в последние 50 лет, мы по-прежнему далеки от полного понимания процессов, происходящих при формировании мутуалистических симбиозов между растениями и бактериями, особенно несвязанные с формированием специализированных структур, как клубеньки. В последние годы появилось много данных, демонстрирующих весьма важную роль по-

верхностных структур бактериальных клеток в формировании и успешной реализации растительно-микробных взаимодействий [1].

Липополисахариды (ЛПС) являются основным компонентом внешней мембраны грамотрицательных бактерий, играют ключевую роль в защите бактерий от внешних стрессов, устойчивости к лекарствам, патогенезе и симбиозе, в поддержании целостности мембраны [1, 2]. В целом, молекулы ЛПС бактерий различных групп являются важным объектом исследований в биохимии и микробиологии, что обусловлено их структурной сложностью и функциональной значимостью.

Молекулы ЛПС представляют из себя амфифильные соединения, что обусловлено наличием в их структуре гидрофобного липидного домена (липид А) и гидрофильного полисахаридного фрагмента, включающего олигосахаридный кор и О-специфический полисахарид. Амфифильные свойства ЛПС играют ключевую роль в формировании внешней мембраны грамотрицательных бактерий, обеспечивая её стабильность и барьерную функцию, где липидный компонент встраивается в мембрану, а полисахаридная часть обращена во внешнюю среду. Эти свойства также определяют способность ЛПС к самосборке в водных растворах, образуя мицеллы или везикулы, что важно для его биологической активности [3, 4]. Амфифильность ЛПС варьируется в зависимости от длины и состава О-полисахаридной цепи, что влияет на его физико-химические свойства и иммуногенность.

В случае растений, ЛПС действуют как молекулярные паттерны, связанные с патогенами (PAMPs), индуцируя иммунный ответ, что приводит к выработке активных форм кислорода и экспрессии защитных генов растений [5]. Это может снижать рост и продуктивность растения. В то же время, ЛПС также способны повышать устойчивость растений к различным стрессам и улучшать рост растений, стимулируя развитие побегов и корневой системы [6, 7, 8]. Также показано положительное влияние ЛПС некоторых штаммов ризобактерий на развитие и морфогенез каллусов пшеницы [9]. Кроме того, они могут модулировать взаимодействия между растениями и другими микроорганизмами, спо-

способствуя колонизации корней полезными бактериями и улучшая общее состояние растений. При этом, многочисленные исследования по влиянию ЛПС на растения трудно сравнивать между собой из-за различных препаратов и концентраций ЛПС, а также видов растений, использованных в экспериментах.

Растения обладают способностью распознавать молекулы, полученные от патогенов, и в ответ на это активировать защитные механизмы. Исследования демонстрируют, что ЛПС из несовместимых с хозяином штаммов *Xanthomonas* могут служить эффективными индукторами этих защитных реакций. Например, ЛПС из штамма *Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae* СМАА 1829 способствует значительному снижению количества поражений на лист и уменьшению тяжести заболевания бактериальной пятнистости томатов, вызванной *Xanthomonas euvesicatoria* pv. *perforans* [10].

Одной из особенностей функционирования ЛПС во многих бактериальных штаммах, препятствующей лучшему пониманию действия ЛПС на растения, являются разнообразные химические нестехиометрические модификации О-полисахарида, необходимые бактериям для уклонения от распознавания бактериофагами и иммунной системой макроорганизмов. Эти модификации существенно влияют на свойства мембраны и распознавание ЛПС организмом хозяина [11, 12], что подчеркивает сложность взаимодействия между микробиотой растения и его иммунной системой. Активация защитных реакций под влиянием ЛПС включает в себя как локальные, так и системные изменения в транскриптоме растения, что свидетельствует о важной роли ЛПС в усилении иммунного ответа и обеспечении устойчивости растений к патогенам.

Таким образом, ЛПС бактерий может вызывать ответные реакции растений, приводящие к повышению устойчивости к фитопатогенам и активности ростовых процессов. При этом в литературе по-прежнему крайне мало сведений о положительном влиянии ЛПС на растения. Существенным ограничением внедрения ЛПС в широкую практику растениеводства является отсутствие систематических исследований и воспроизводимых закономерностей действия ЛПС на растения. Причинами для этого является исследования небольшого

набора бактериальных ЛПС; существенные различия в методиках получения препаратов; недостаточно подробное описание химических, физико-химических и биологических свойств ЛПС, использованных в исследованиях различных групп, что затрудняет сопоставление таких результатов; природная гетерогенность молекул ЛПС, приводящая к тому, что препараты, выделенные по единой методике из одного штамма, могут значительно различаться по свойствам; отсутствие описанных механизмов действия ЛПС на растительные клетки и метаболизм всего растения.

Одним из решений данных проблем могут стать исследования биохимических и физиологических изменений в растениях под действием фрагментов молекул ЛПС со строго определённой химической структурой, полученных, например, при химическом или биохимическом синтезе. Такие работы могут послужить началом для понимания взаимосвязи между химической структурой молекул ЛПС и их биологической активностью в отношении растений.

Список литературы

1. Caroff M., Novikov A. Lipopolysaccharides: structure, function and bacterial identifications // OCL. 2020. Vol. 27. Art. 31.
2. Valvano M.A. Remodelling of the gram-negative bacterial Kdo2-lipid A and its functional implications // Microbiology. 2022. Vol. 168(4). Art. 001159.
3. Raetz C.R., Whitfield C. Lipopolysaccharide endotoxins // Annual review of biochemistry. 2002. Vol. 71(1). P. 635–700.
4. Whitfield C., Williams D.M., Kelly S.D. Lipopolysaccharide O-antigens—bacterial glycans made to measure // Journal of Biological Chemistry. 2020. Vol. 295(31). P. 10593–10609.
5. Newman M.A., Sundelin T., Nielsen J.T., Erbs G. MAMP (microbe-associated molecular pattern) triggered immunity in plants // Frontiers in plant science. 2013. Vol. 4. Art. 139.

6. Evseeva N.V., Matora L.Y., Burygin G.L., Dmitrienko V.V., Shchyogolev S.Y. Effect of *Azospirillum brasilense* Sp245 lipopolysaccharide on the functional activity of wheat root meristematic cells // Plant and soil. 2011. Vol. 346. P. 181–188.

7. Hernaández-Esquivel A.A., Castro-Mercado E., Valencia-Cantero E., Alexandre G., García-Pineda E. Application of *Azospirillum brasilense* lipopolysaccharides to promote early wheat plant growth and analysis of related biochemical responses // Frontiers in Sustainable Food Systems. 2020. Vol. 4. Art. 579976.

8. Sigida E.N., Kargapolova K.Y., Shashkov A.S., Zdorovenko E.L., Ponomaryova T.S., Meshcheryakova A.A., Tkachenko O.V., Burygin G.L., Knirel Y.A. Structure, gene cluster of the O antigen and biological activity of the lipopolysaccharide from the rhizospheric bacterium *Ochrobactrum cytisi* IPA7.2 // International Journal of Biological Macromolecules. 2020. Vol. 154. P. 1375–1381.

9. Tkachenko O.V., Burygin G.L., Evseeva N.V., Fedonenko Y.P., Matora L.Y., Lobachev Y.V., Shchyogolev S.Y. Morphogenesis of wheat calluses treated with *Azospirillum* lipopolysaccharides // Plant Cell, Tissue and Organ Culture. 2021. Vol. 147(1). P. 147–155.

10. de Almeida Halfeld-Vieira B., Simões C.T., Carvalho V.N. Efficacy of *Xanthomonas* crude lipopolysaccharide on the control of the tomato bacterial spot // Physiological and Molecular Plant Pathology. 2023. Vol. 124. Art. 101959.

11. Vanacore A., Vitiello G., Wanke A., Cavasso D., Clifton L.A., Mahdi L., Campanero-Rhodes M.A., Solís D., Wuhrer M., Nicolardi S., Molinaro A. Lipopolysaccharide O-antigen molecular and supramolecular modifications of plant root microbiota are pivotal for host recognition // Carbohydrate polymers. 2022. Vol. 277. Art. 118839.

12. Филипъчева Ю.А., Сигида Е.Н., Ткаченко О.В., Бурьгин Г.Л. Изменение химических, физико-химических и биологических свойств липополисахарида *Ochrobactrum cytisi* IPA7.2 при O-дезацелировании // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Химия. Биология. Экология. 2024. Т. 24, вып. 1. С. 44–50.

© Бурьгин Г.Л., Рогов Д.А., Кусмарцева Ю.А., 2025

Научная статья

УДК 633.1

Е.Д. Грицук, С.В. Тыновец

Полесский государственный университет, г. Пинск, Республика Беларусь

ВЛИЯНИЕ ЭКСТРАКТОВ *GANODERMA LIPSIENSE* НА ВСХОЖЕСТЬ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

Аннотация. В статье рассматривается вопрос влияния водных и водно-спиртовых экстрактов трутовика плоского на всхожесть трех зерновых культур – овса, ячменя и тритикале. Водные экстракты трутовика увеличивали всхожесть ячменя и тритикале.

Ключевые слова: трутовик плоский, зерновые культуры, всхожесть семян

E.D. Gritsuk, S.V. Tynovets

Polesky State University, Pinsk, Republic of Belarus

EFFECT OF *GANODERMA LIPSIENSE* EXTRACTS ON THE GERMINATION OF GRAIN CROPS

Annotation. The article deals with the influence of aqueous and aqueous-alcoholic extracts of Trutovik flat on the germination of three grain crops – oats, barley and triticale. Aqueous extracts of trutovik increased germination of barley and triticale.

Key words: trutovik flat, grain crops, seed germination

Одним из важнейших факторов сельскохозяйственного производства является всхожесть семян, представляющая собой процент нормально проросших семян в пробе, взятой для анализа.

На всхожесть влияет большое количество различных факторов, среди ко-

торых вид и сорт культуры, срок и условия хранения семян, условия проращивания и многое другое [1].

Для повышения всхожести семян используются различные физические и химические методы, в частности – обработка семян различными химическими препаратами. Однако, чрезмерное использование химических препаратов наносит вред плодородию почвы и нарушает почвенные микробиоценозы. Эти обстоятельства делают актуальным вопрос разработки препаратов биологического происхождения, повышающих всхожесть семян.

В настоящее время внимание многих исследователей привлекают грибы семейства *Polyporaceae* – собственно трутовые грибы (трутовики). Абсолютное большинство представителей этого семейства являются паразитами, разрушающими древесину. Однако было выявлено, что в состав трутовых грибов входит большое количество химических веществ, обладающих различными биологическими эффектами. Так, в состав трутовика плоского (*Ganoderma lipsiense*) входят эндо- и экзополисахариды, жирные кислоты, стероиды с антимикробной активностью, тритерпеноиды и их производные. Кроме того, трутовик плоский богат микроэлементами, в составе которых есть селен и германий [2].

Сбор трутовика плоского осуществлялся на территории города Пинска. Грибы были собраны с деревьев лиственных пород. Свежесобранные грибы были высушены, в результате чего из 219,94 г свежих грибов было получено 101,73 г сухого сырья для экстракции. После сушки грибы были измельчены до состояния порошка.

Для приготовления экстрактов использовались водно-спиртовые растворы (20% и 40%) и вода дистиллированная. Соотношение грибного порошка к экстрагенту – 1:10. Экстракция проводилась в течение суток в темноте, для исключения разрушающего эффекта ультрафиолета.

По прошествии суток экстракты были профильтрованы сначала через марлю, а затем через фильтровальную бумагу для максимального удаления нерастворимых частиц.

Определение всхожести проводилось согласно ГОСТ 12038-84 в трех по-

вторностях. Для анализа использовались следующие культуры: овес, ячмень обыкновенный, тритикале. До проведения анализа семена зерновых культур хранились в холодильной камере при температуре +4°C. Важно отметить, что анализ проводился с семенами, не подвергавшимся обработке химическими препаратами.

Подготовка к проведению анализа осуществлялась следующим образом:

- мытье и дезинфекция спиртом пластиковых лотков;
- укладка на дно лотков 4 слоев фильтровальной бумаги, смоченной экстрактами трутовика и дистиллированной водой (контрольные образцы);
- размещение на фильтровальной бумаге слоя семян зерновых культур;
- размещение одного слоя влажной фильтровальной бумаги поверх семян;
- закрытие лотков слоем полиэтилена.

Проращивание проводилось при температуре (21,3–23,8°C). Состояние увлажненности фильтровальной бумаги проверялось ежедневно. По необходимости бумага увлажнялась.

В соответствии с ГОСТ 12038-84 энергия прорастания (ЭП) ячменя и тритикале учитывалась на 3 сутки проращивания, а овса – на 4 сутки. Учет всхожести (Вс) семян учитывался на 7 сутки. Кроме этого, учитывалась степень поражение семян плесневыми грибами (ППГ) [1].

На спиртовых экстрактах трутовика плоского не было получено всходов, как и не было обнаружено поражения плесневыми грибами.

На водном экстракте трутовика были получены следующие результаты:

1. Овес: ЭП – 49,0%, ППГ – слабая (2,2%); Вс – 63,9%, ППГ – сильная (25,2%).

2. Ячмень: ЭП – 35,0%, ППГ – средняя (7,8%); Вс – 55,4%, ППГ – сильная (44,0%).

3. Тритикале: ЭП – 41,3%, ППГ – слабая (3,2%); Вс – 63,0%, ППГ – сильная (37,5%).

В контрольном анализе (проращивание на дистиллированной воде) были

получены следующие результаты:

1. Овес: ЭП – 78,0%, ППГ – средняя (6,0%); Вс – 81,2%, ППГ – средняя (11,2%).

2. Ячмень: ЭП – 33,2%, ППГ – средняя (21,0%); Вс – 53,7%, ППГ – сильная (57,0%).

3. Тритикале: ЭП – 50,1%, ППГ – сильная (26,8%); Вс – 61,1%, ППГ – сильная (53,1%).

Таким образом, было обнаружено, что водный экстракт трутовика повышает всхожесть семян ячменя и тритикале на 1,7% и 1,9% соответственно, но, вместе с этим, экстракт повышает и степень поражения семян и плесневыми грибами. Всхожесть семян овса в контрольном опыте была выше на 17,3%, в сравнении с семенами, проращиваемыми на водном экстракте трутовика.

Относительно невысокий процент всхожести зерновых культур в контрольном анализе может быть обусловлен бурным ростом плесневых грибов, которое произошло из-за того, что семена перед анализом не обрабатывались химическими препаратами для защиты растений. Так на 7 сутки поражение плесневыми грибами семян ячменя, выросших на водном экстракте трутовика плоского составило 44,0%, а в контрольном анализе – 57,0%. На семенах тритикале поражение составило 37,5% на экстракте и 53,1% в контроле. Высокий процент всхожести семян овса в контрольном анализе коррелирует с низким процентом поражения плесневыми грибами – 11,2%, тогда как на водном экстракте трутовика поражение составило 25,2%.

Исходя из результатов анализов можно сделать вывод, что трутовик плоский является перспективным сырьем для изготовления препаратов, стимулирующих всхожесть семян ячменя и тритикале. Однако, в связи с тем, что стимулирующий эффект незначителен (не превышает 2%), исследование свойств трутовика плоского требует проведения дополнительных исследований.

Список литературы

1. ГОСТ 12038-84 Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести. Введ. 1986-07-01. Москва: Стандартинформ, 2011. 31 с.

2. Трухоновец В.В., Поединок Н.Л., Щерба В.В. Биохимический состав плодовых тел *Ganoderma lipsiense* (Batsch) G. F. Atk. и влияние лазерного облучения на вегетативный рост и плодообразование трутовика плоского. Проблемы лесоведения и лесоводства: сборник научных трудов ИЛ НАН Беларуси. Гомель: Институт леса НАН Беларуси, 2016. Вып. 76. С. 594–602.

© Грицук Е.Д., Тыновец С.В., 2025

Научная статья

УДК 635.656.631.527.631.53

К.Е. Денисов, Е.С. Макарова

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

ВОЗДЕЛЫВАНИЕ ТВЁРДОЙ И МЯГКОЙ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация. В статье рассмотрены результаты исследований двадцати сортов озимой пшеницы за период 2022-2024 гг. в условиях лесостепи, сухой и типичной степи Саратовской области. Были выделены наиболее зимостойкие, засухоустойчивые и урожайные образцы озимой пшеницы, пригодные для возделывания в условиях Саратовской области.

Ключевые слова: озимая пшеница, зимостойкость, засухоустойчивость, масса 1000 семян, высота стеблестоя, полегание, осыпание, урожайность

К.Е. Denisov, E.S. Makarova

Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

CULTIVATION OF DURUM AND SOFT WINTER WHEAT UNDER CONDITIONS OF SARATOV REGION

Annotation. The article deals with the results of research of twenty winter wheat varieties for the period 2022-2024 in the conditions of forest-steppe, dry and typical steppe of the Saratov region. The most winter-hardy, drought-resistant and yielding samples of winter wheat suitable for cultivation in the conditions of the Saratov region were selected.

Key words: winter wheat, winter hardiness, drought resistance, 1000 seed weight, stalk height, lodging, shattering, yields

Введение. Озимая пшеница является одной из наиболее урожайных зерновых культур на полях России, и является стратегической культурой, поэтому повышение её урожайности является одной из важнейших хозяйственных и экономических задач [1]. Доминирование России на рынке оказывает огромное влияние на мировую торговлю пшеницей, влияет на ценообразование и на глобальное предложение и спрос [2].

Урожайность озимой пшеницы зависит от множества сложных факторов, включая климатические условия, генотип и качество почвы [3]. В засушливых зонах на урожайность сортов озимой пшеницы особенно влияют колебания гидротермических условий. Что представляет существенную угрозу производительности отечественных сельскохозяйственных предприятий [4]. Поэтому поиск и анализ новых высокоурожайных сортов озимой пшеницы, устойчивых к различным отрицательным климатическим и почвенным факторам внешней среды является актуальной задачей, особенно в настоящее время в связи с изменяющимся климатом на планете.

Цель исследования состояла в выявлении в условиях зон лесостепи, ти-

пичной и сухой степи Саратовской области наиболее продуктивных, урожайных сортов озимой мягкой и твёрдой пшеницы.

В задачу исследования входило выявить наиболее урожайные сорта озимой пшеницы, оценить их зимостойкость, засухоустойчивость, пригодность к механизированной уборке, установить высоту растений и изучить массу тысячи семян.

Методика исследований. Географические опыты были заложены в 2022 – 2023 гг. в трёх природных зонах Саратовской области: в лесостепной зоне (Калининский район), в зоне типичной степи (Пугачёвский район) и в зоне сухой степи (Краснокутский район).

Схема опыта предусматривала двадцать сортообразцов озимой пшеницы. Для группы озимой мягкой пшеницы стандарт Калач 60, для озимой твёрдой пшеницы стандарт Оникс. Повторность опыта – четырехкратная. Расположение вариантов - рендомизированное. Площадь учётной делянки – 50 м². Норма высева 4 миллиона всхожих зёрен на гектар. Полевые эксперименты, учёты и наблюдения проводились в соответствии с методикой государственного сортоиспытания [5, 6].

Результаты исследований. На российских полях преобладают посевы мягкой пшеницы, однако спрос на твёрдые сорта на российском рынке достаточно высок. Это связано с тем, что озимая твёрдая пшеница менее зимостойка в наших условиях и имеет более низкий потенциал урожайности по сравнению с мягкими сортами, и эти особенности её биологии пока лишь частично преодолены нашими селекционерами. Тем не менее, сорта твёрдой пшеницы даже в зонах непредсказуемого земледелия, к которым относятся и степное Поволжье формируют высокие урожаи [7].

Перезимовка один из первостепенных факторов ответственных за урожайность озимых культур, и она во многом зависит от генотипа и других факторов (срок посева, погодные условия, качество семян и др.) [8].

Оценка зимостойкости сортообразцов озимой пшеницы в среднем за два года по трём природным зонам Саратовского Поволжья показала, что наиболее

зимостойки сорта озимой мягкой пшеницы: Василич, Версия, Императрица и Регион 161 (5 баллов) (Таблица 1). Сорт озимой твёрдой пшеницы Придонье в условиях лесостепи в 2023 году вымерз, соответственно у него был отмечен самый низкий показатель зимостойкости – 3,5 баллов. Зимостойкость остальных сортообразцов составила 4,2 – 4,8 баллов.

Таблица 1 – Зимостойкость сортообразцов озимой пшеницы в среднем за 2023 – 2024 гг.

Сорта	Зимостойкость, балл			
	Лесостепь	Типичная степь	Сухая степь	Среднее
St. Калач 60	5,0	4,5	4,5	4,7
Василич	5,0	5,0	5,0	5,0
Версия	5,0	5,0	5,0	5,0
Держава	5,0	5,0	4,5	4,8
Донья	5,0	4,5	4,5	4,7
Императрица	5,0	5,0	5,0	5,0
Интеграция	5,0	4,5	5,0	4,8
Камилла	5,0	5,0	4,5	4,8
Константа 22	4,5	4,5	5,0	4,7
Кугультинка	5,0	4,5	4,5	4,7
Милаша	5,0	4,5	5,0	4,8
Нил	5,0	5,0	4,5	4,8
Овация	4,5	3,5	4,5	4,2
Разгуляй	5,0	4,5	5,0	4,8
Регион 161	5,0	5,0	5,0	5,0
Ставропольская 21	4,5	3,5	4,5	4,2
Южная звезда	4,5	3,5	4,5	4,2
St. Оникс	4,0	4,0	4,5	4,2
Белка	4,0	5,0	5,0	4,7
Придонье	2,5	4,0	4,0	3,5

В период изучения сортов озимой пшеницы на засухоустойчивость, было установлено, что сорта неодинаково реагировали на засушливые условия погоды (таблица 2). Наиболее засухоустойчивыми себя показали сорта Василич, Императрица, Камилла, Константа 22, Нил и Регион 161. Наименьшая засухоустойчивость отмечена у сортов Держава и Оникс – 4,0 балла. Наиболее засушливые условия по периодам наблюдения складывались в 2024 г., отмечалась

почвенная и атмосферная засуха.

Таблица 2 - Засухоустойчивость сортообразцов озимой пшеницы в среднем за 2023 – 2024 гг.

Сорта	Засухоустойчивость, балл			
	Лесостепь	Типичная степь	Сухая степь	Среднее
St. Калач 60	5,0	5,0	4,5	4,8
Василич	5,0	5,0	5,0	5,0
Версия	5,0	5,0	4,5	4,8
Держава	4,0	4,5	3,5	4,0
Донья	4,5	5,0	5,0	4,8
Императрица	5,0	5,0	5,0	5,0
Интеграция	5,0	5,0	4,0	4,7
Камилла	5,0	5,0	5,0	5,0
Константа 22	5,0	5,0	5,0	5,0

Продолжение таблицы 2

Кугультинка	4,5	5,0	4,5	4,7
Милаша	5,0	4,5	5,0	4,8
Нил	5,0	5,0	5,0	5,0
Овация	4,0	4,5	5,0	4,5
Разгуляй	5,0	4,5	5,0	4,8
Регион 161	5,0	5,0	5,0	5,0
Ставропольская 21	4,5	4,5	5,0	4,7
Южная звезда	4,0	4,5	4,0	4,2
St. Оникс	4,0	3,5	4,5	4,0
Белка	4,5	5,0	5,0	4,8
Придонье	4,0	4,0	4,5	4,2

Анализ высоты растений озимой пшеницы показал, что в среднем по за два года исследований наибольшей высотой обладали сорта Императрица – 77 см и Южная звезда – 75 см. Наименьшая высота стеблестоя отмечена у сортов Нил и Придонье - 60 см (Таблица 3). У остальных сортообразцов этот показатель находился в пределах 74 – 64 см.

Полегание растений не только затрудняет механизированную уборку, но и ведёт к снижению урожайности, и ухудшает хлебопекарные и посевные качества зерна. Устойчивость к полеганию зависит от генотипа сорта. А также полегание происходит вследствие сильных шквалистых ветров, обильных осад-

ков, поражение растений патогенами и других факторов [9].

Таблица 3 - Оценка сортов озимой пшеницы на пригодность к механизированной уборке в среднем по трём природным зонам за 2023 – 2024 гг.

Сорта	Высота растений, см	Устойчивость к полеганию, балл	Устойчивость к осыпанию, балл	Пригодность к механизированной уборке, балл
St. Калач 60	73	5,0	5,0	5,0
Василич	70	4,8	5,0	4,7
Версия	69	5,0	5,0	5,0
Держава	74	5,0	5,0	5,0
Донья	70	4,9	5,0	4,9
Императрица	77	5,0	5,0	5,0
Интеграция	69	5,0	5,0	5,0
Камилла	64	5,0	5,0	5,0
Константа 22	67	5,0	5,0	5,0
Кугультинка	65	5,0	5,0	5,0
Милаша	69	5,0	5,0	5,0
Нил	60	5,0	5,0	5,0

Продолжение таблицы 3

Овация	71	5,0	5,0	5,0
Разгуляй	64	5,0	5,0	5,0
Регион 161	69	5,0	5,0	5,0
Ставропольская 21	72	5,0	5,0	5,0
Южная звезда	75	4,2	3,7	3,9
St. Оникс	73	5,0	5,0	5,0
Белка	70	5,0	5,0	5,0
Придонье	60	5,0	4,8	4,9

Оценка сортов озимой пшеницы на пригодность к механизированной уборке в среднем по трём природным зонам показала, что самая низкая устойчивость к полеганию и осыпанию у сорта Южная звезда (пригодность к механизированной уборке – 3,9 балла).

В среднем за два года исследований наибольшая масса 1000 зёрен была отмечена у сортов озимой мягкой пшеницы Василич и Камилла - 41,8 гр. (Ри-

сунок 1). Самая низкая масса 1000 семян отмечена у сорта озимой твёрдой пшеницы Придонье – 31,9 гр. У остальных сортообразцов этот показатель находился в пределах 41,3 - 36,1 гр.

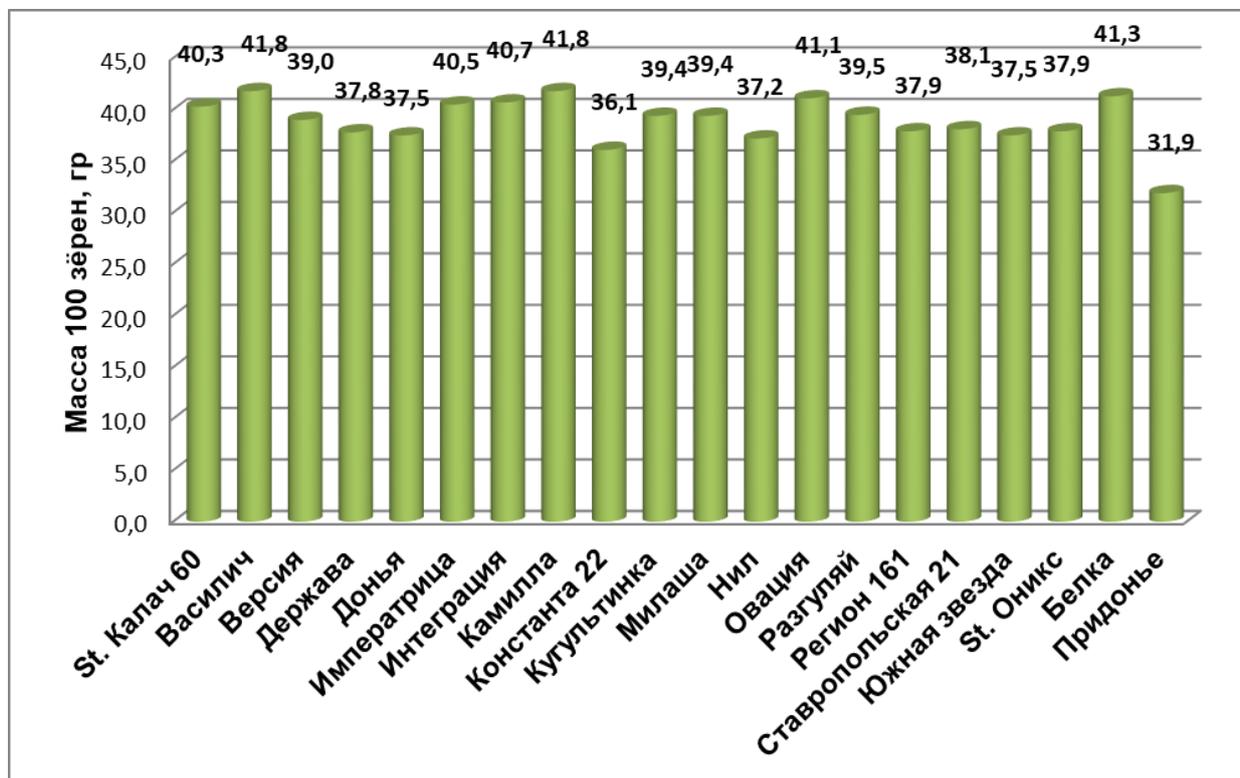


Рисунок 1 – Масса 1000 зёрен образцов озимой пшеницы в среднем за 2023 – 2024 гг.

Анализ полученных данных показал, что наибольшую урожайность сформировали сорта Константа 22 (4,47 т/га) и Императрица (4,44 т/га). Наименьшая урожайность была отмечена у сорта озимой твёрдой пшеницы Придонье – 1,79 т/га. Урожайность остальных сортообразцов составила 2,38 – 4,39 т/га (Таблица 4).

Таблица 4 – Урожайность сортообразцов озимой пшеницы в среднем за 2023 – 2024 гг.

Сорта	Урожайность, т/га			
	Лесостепь	Типичная степь	Сухая степь	Среднее
St. Калач 60	4,68	5,90	2,30	4,29
Василич	4,55	6,06	2,27	4,30
Версия	5,32	5,58	2,28	4,39

Продолжение таблицы 4

Держава	2,74	3,50	1,64	2,63
Донья	3,92	5,44	2,05	3,80
Императрица	5,00	5,52	2,80	4,44
Интеграция	5,26	5,59	2,31	4,39
Камилла	3,42	5,25	2,22	3,63
Константа 22	5,36	5,64	2,41	4,47
Кугультинка	3,04	5,41	1,87	3,44
Милаша	3,11	4,84	2,46	3,47
Нил	3,52	5,23	2,35	3,70
Овация	1,33	4,60	2,28	2,74
Разгуляй	4,10	5,07	2,64	3,94
Регион 161	3,84	4,84	2,34	3,67
Ставропольская 21	3,07	4,47	2,03	3,19
Южная звезда	3,15	4,61	1,73	3,16
St. Оникс	2,31	2,58	2,24	2,38
Белка	1,81	3,96	1,84	2,54
Придонье	0,85	2,56	1,97	1,79
НСР ₀₅	-	-	-	0,9

Заключение. Оценка зимостойкости сортообразцов озимой пшеницы показала, что в среднем за два года исследований выделились образцы озимой пшеницы: Василич, Версия, Императрица и Регион 161. Самый низкий показатель зимостойкости был отмечен у сорта Придонье.

Анализ результатов исследования показал, что сорта Василич, Императрица, Камилла, Константа 22, Нил и Регион 161 можно оценить, как засухоустойчивые, а сорта Держава и Оникс – как менее засухоустойчивые.

Наименьшая высота стеблестоя была отмечена у сортов Нил и Придонье. Наибольшая высота растений - у сортов Императрица и Южная звезда. Самая низкая устойчивость к полеганию и осыпанию у сорта Южная звезда.

Наибольшей массой 1000 зёрен выделились сорта Василич и Камилла. Самая низкая масса 1000 семян отмечена у сорта озимой твёрдой пшеницы Придонье.

Сравнительное испытание большого набора сортообразцов озимой пшеницы показало, что по урожайности в среднем за два года исследований достоверно превысили стандарт сорта озимой мягкой пшеницы Константа 22 и Им-

ператрица. Самый низкий этот показатель был отмечен у сорта Придонье.

Исходя из полученных результатов, можно сделать вывод, что хуже всех себя проявил сорт озимой твёрдой пшеницы Придонье, как по зимостойкости, урожайности, так и по массе 1000 семян.

Список литературы

1. Мамеев, В. В. Урожайность и качество зерна сортов озимой пшеницы, возделываемой по интенсивной технологии на юго-западе Центрального региона России / В. В. Мамеев, В. Е. Ториков, В. М. Никифоров, С. М. Сычков, О. А. Нестеренко, Н. В. Милехина // *Аграрная наука*. — 2022. — № 362 (9). — С. 112-119. — DOI: <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-362-9-112-11>.

2. Abys, C. The Rise and Volatility of Russian Winter Wheat Production / C. Abys, S. Skakun, I. Becker-Reshef // *Environmental Research Communications*. — 2022. — 4 (10): 11. — DOI: [10.1088/2515-7620/ac97d2](https://doi.org/10.1088/2515-7620/ac97d2).

3. Wang Y., Shi W., Wen T. Prediction of winter wheat yield and dry matter in North China Plain using machine learning algorithms for optimal water and nitrogen application / Y. Wang, W. Shi, T. Wen // *Agricultural Water Management*. — 2023. — 277 (C). — DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2023.108140>.

4. Esaulko, A. Productivity of Winter Wheat Cultivated by Direct Seeding: Measuring the Effect of Hydrothermal Coefficient in the Arid Zone of Central Fore-Caucasus / A. Esaulko, Sitnikov, E. Pismennaya, O. Vlasova, E. Golosnoi, A. Ozheredova, A. Ivolga, V. Erokhin // *Agriculture*. — 2023. — 13 (1): 55. — DOI: <https://doi.org/10.3390/agriculture13010055>. (In Russ.).

5. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Выпуск первый. Общая часть // Под ред.: М. А. Федина. —1985. — 268 с. — С. 40-2022.

6. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Выпуск второй. Зерновые, крупяные, зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры // Под ред.: В. И. Головачёва, Е. В. Кириловской. —1985. — 195 с. — С. 05-23.

7. Филиппова, А. В. Эффективность выращивания твердой пшеницы в условиях сухостепной зоны Оренбургской области и использование биологизированных агроприемов для повышения качества зерна / А. В. Филиппова, А. А. Канакова, Г. В. Петрова // Международный научно-исследовательский журнал. — 2020. — №7 (97). — С. 26-30. — DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2020.97.7.037>.

8. Surnachev, A. S. Yield of winter soft wheat depending on sowing time in western forest-steppe conditions Siberia / A. S. Surnachev, K. K. Musinov, I. E. Likhenko, N. N. Ermoshkina, E. P. Razmakhnin, A. A. Petrova // Bulletin of NSAU. — 2023. — 2 (67): 104-113. — DOI: 10.31677/2072-6724-2023-67-2-104-113. (In Russ.).

9. Ковтун, В. И. Новый сорт пшеницы мягкой озимой универсального типа Габарит / В. И. Ковтун, Л. Н. Ковтун // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. — 2023. — № 2 (100). — С. 14-20. — DOI: <https://doi.org/10.37670/2073-0853-2023-100-2-14-20>.

© Денисов К. Е., Макарова Е. С., 2025

Научная статья

УДК 58.032.579.64

Н.В. Евсеева¹, А.Ю. Денисова², И.В. Егоренкова¹, К.Ю. Каргаполова², Ю.В. Венжик³, О.В. Ткаченко², А.А. Прокопенко², В.Н. Попов³

¹Институт биохимии и физиологии растений и микроорганизмов, ФИЦ Саратовский научный центр РАН (ИБФРМ РАН), г. Саратов, Россия

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

³Институт физиологии растений им. К.А. Тимирязева РАН, г. Москва, Россия

ВЛИЯНИЕ ЭКЗОПОЛИСАХАРИДОВ БАКТЕРИЙ *PAENIBACILLUS POLYMUХА* НА РОСТ И УСТОЙЧИВОСТЬ РАСТЕНИЙ К АБИОТИЧЕСКИМ СТРЕССОВЫМ ФАКТОРАМ

Аннотация. Исследовали влияние экзополисахаридов (ЭПС) бактерий *P. polyмуха* ССМ 1465 на рост и устойчивость микрорастений картофеля сорта Невский к осмотическому стрессу и проростков озимой пшеницы Московская 39 к низким температурам. Осмотический стресс ингибировал почти все физиолого-морфологические параметры растений во время стресса и в процессе репарации. ЭПС положительно влиял на длину побега, количество узлов и сухие массы побега и корней во время стресса по сравнению с вариантом с ПЭГ. Во время репарации эти показатели выравнивались. В процессе репарации содержание МДА снижалось почти в 2 раза в вариантах с ЭПС, что создавало условия для более быстрого восстановления опытных растений. В то же время ЭПС не оказывал заметного положительного влияния на рост и выживаемость проростков озимой пшеницы при отрицательных (-3 и -5°C) температурах.

Ключевые слова: *Triticum aestivum* L., *Solanum tuberosum* L., *Paenibacillus polyмуха*, экзополисахариды, стресс, малоновый диальдегид

N.V. Evseeva¹, A.Yu. Denisova², I.V. Yegorenkova¹, K.Yu. Kargapolova², Yu.V. Wenzhik³, O.V. Tkachenko², A.A. Prokopenko², V.N. Popov³

¹Institute of Biochemistry and Physiology of Plants and Microorganisms, Saratov Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences, Saratov, Russia

²Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

³K.A. Timiryazev Institute of Plant Physiology of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

EFFECT OF EXOPOLYSACCHARIDES OF *PAENIBACILLUS POLYMYXA* BACTERIA ON GROWTH AND RESISTANCE OF PLANT TO ABIOTIC STRESS FACTORS

Annotation. The effect of exopolysaccharides (EPS) of *P. polymyxa* CCM 1465 bacteria on the growth and resistance of potato microplants cv. Nevsky to osmotic stress and winter wheat seedlings cv. Moskovskaya 39 to low temperatures was studied. Osmotic stress inhibited almost all physiological and morphological parameters of plants during stress and in the process of reparation. EPS had a positive effect on the shoot length, number of nodes, and dry mass of shoots and roots during stress compared to the variant with PEG. During reparation, these parameters leveled out. During reparation, the MDA content decreased almost 2 times in the variants with EPS, which created conditions for faster recovery of the experimental plants. At the same time, EPS did not have a noticeable positive effect on the growth and survival of winter wheat seedlings at negative (-3 and -5°C) temperatures.

Keywords: *Triticum aestivum* L., *Solanum tuberosum* L., *Paenibacillus polymyxa*, exopolysaccharides, stress, malondialdehyde

Неблагоприятные погодные условия, в том числе засуха и низкие температуры, отрицательно влияют на рост и продуктивность культурных растений. Одним из многообещающих подходов к улучшению урожайности культурных растений может быть использование ризобактерий, которые с помощью различных механизмов могут стимулировать рост и повышать устойчивость растений к абиотическим стрессам (Archipova et al., 2020; Arora, Jha, 2023).

Не только бактерии, но и их метаболиты участвуют в процессах, вызывающих ответную реакцию растения-хозяина. В частности, экзополисахариды (ЭПС), являющиеся компонентами бактериальных биопленок, могут действовать как осмопротекторы и быть ответственными за способность микросимбионтов прикрепляться к поверхности корней растений и почвенным частицам (Carezzano et al., 2023). В предварительных исследованиях нами было показано,

что бактерии *P. polymyxa* и синтезируемые ими ЭПС участвовали в колонизации и деформации корневых волосков проростков пшеницы (Yegorenkova et al., 2013), повышали функциональную активность меристематических клеток корней пшеницы и стимулировали рост растений (Yegorenkova et al., 2021). Остается много не до конца исследованных вопросов относительно механизмов влияния ЭПС ризосферных бактерий на повышение устойчивости растений к стрессовым факторам.

Цель работы – исследовать влияние ЭПС бактерий *P. polymyxa* ССМ 1465 на рост и устойчивость микрорастений картофеля к осмотическому стрессу и проростков озимой пшеницы к низким температурам.

Методы исследования. В качестве объектов исследования были использованы микрорастения картофеля (*Solanum tuberosum* L.) сорта Невский из *in vitro*-коллекции микрклонов картофеля института генетики и агрономии Вавиловского университета (г. Саратов) и проростки озимой пшеницы сорта Московская 39, полученные из федерального исследовательского центра «Немчиновка» (г. Москва).

Выращивание бактерий и выделение их ЭПС проводили в соответствии с методикой, описанной в работе (Yegorenkova et al., 2021).

Семена пшеницы стерилизовали 70%-ным этанолом и 0,01% диацидом последовательно и выращивали на дистиллированной воде. Обработывали ЭПС (200 мкг/мл) семена или корни 7-суточных проростков в течение 24 часов. Затем 8-суточные проростки помещали в холодильные камеры (-3° и -5°С) на 24 часа. Анализировали физиолого-морфологические параметры при оптимальных условиях роста и выживаемость растений при отрицательных температурах.

Микрорастения картофеля выращивали на среде Мурасиге-Скуга (МС) в течение 14 суток (контроль), затем добавляли в среду ЭПС в концентрации 75 мкг/мл (варианты опыта К2+ЭПС и Опыт+ЭПС+ПЭГ). Через сутки стандартную среду заменяли на среду с содержанием полиэтиленгликоля-6000 (ПЭГ) до конечной концентрации 15% (варианты опыта К3+ПЭГ и Опыт+ЭПС+ПЭГ). После 7 суток стресса среду снова заменяли на стандартную МС. Через 7 суток

проводили оценку репарации. Дополнительным контролем служил вариант без добавок ЭПС и ПЭГ, и соответственно без замены питательной среды (вариант опыта К1). Влияние ЭПС на рост и развитие растений картофеля в культуре *in vitro* оценивали на основе физиолого-морфологических и биохимических параметров после стресса и репарации.

Результаты опытов с микроклонами картофеля обработаны методом однофакторного дисперсионного анализа со сравнением частных средних по тесту Тьюки с использованием пакета программ Statistica 10 (<https://statsoft.ru/products>). Достоверность различий между средними значениями в опытах с проростками пшеницы оценена по *t*-критерию Стьюдента для 95% уровня значимости ($P < 0.05$).

Результаты и обсуждение. Анализ физиолого-морфологических параметров микроклонов картофеля показал, что ЭПС способствовал повышению сухой массы побега и корней в оптимальных условиях (Таблица 1, 2).

Таблица 1. Влияние экзополисахарида *P. polytuxa* на физиолого-морфологические и биохимические параметры микрорастений картофеля в оптимальных условиях роста и на 7 сутки стресса в культуре *in vitro* (стресс 15% ПЭГ, 7 суток)

Варианты	Длина побега, мм	Количество узлов, шт.	Длина корня, мм	Масса побега сухая, мг	Масса корней сухая, мг	Содержание МДА в листьях, мкМ/г сырого веса
К1	81,48b	7,48b	64,28b	25,52a	5,25a	55,32a
К2+ЭПС	78,76b	8,24b	59,00ab	33,81bc	6,84b	49,14a
К3+ПЭГ	61,64a	5,62a	45,10a	29,61ab	5,11a	109,00b
Опыт+ЭПС+ПЭГ	74,60b	8,24b	58,24ab	37,13c	6,43bc	98,21b

Разными буквами латинского алфавита обозначены варианты, достоверно различающиеся по тесту Тьюки ($p \leq 0,05$)

В свою очередь осмотический стресс ингибировал почти все физиолого-морфологические параметры растений во время стресса и в процессе репарации (Таблица 1, 2). Однако ЭПС смягчал действие стресса и положительно влиял на длину побега, количество узлов и сухую массу побега и корней во время стресса (Таблица 1) по сравнению с вариантом (КЗ + ПЭГ). Во время репарации эти показатели выравнивались (Таблица 2).

Таблица 2. Влияние экзополисахарида *P. polytuxa* на физиолого-морфологические и биохимические параметры микрорастений картофеля в оптимальных условиях роста и на 7 сутки репарации.

Варианты	Длина побега, мм	Количество узлов, шт.	Длина корня, мм	Масса побега сухая, мг	Масса корней сухая, мг	Содержание МДА в листьях, мкМ/г сырого веса
К1	89,28bc	6,63bc	70,00b	135,29b	8,02a	46,31a
К2+ЭПС	93,09c	7,16c	63,24ab	209,19c	12,85b	64,23a
К3+ПЭГ	71,086a	5,43ab	61,00ab	51,81a	4,63a	105,10b
Опыт+ЭПС+ПЭГ	78,45ab	5,35a	54,94a	66,11a	6,06a	56,21a

Разными буквами латинского алфавита обозначены варианты, достоверно различающиеся по тесту Тьюки ($p \leq 0,05$)

Содержание малонового диальдегида (МДА) как индикатора окислительного стресса в растениях в оптимальных условиях роста не изменялось при обработке бактериальным ЭПС (Таблица 1, 2). Во время стресса содержание МДА увеличивалось почти в 2 раза как в контрольных (КЗ + ПЭГ), так и в опытных (Опыт + ЭПС + ПЭГ) вариантах. А в процессе репарации содержание МДА снижалось почти в 2 раза в вариантах с ЭПС (Таблица 2).

В то же время мы не наблюдали ростстимулирующего эффекта при предпосевной обработке семян или корней проростков озимой пшеницы в оптимальных условиях роста (Таблица 3).

Возможно, используемый нами бактериальный штамм *P. polymyxa* ССМ 1465 не являются характерными симбионтами озимой пшеницы. Также ЭПС не оказывал заметного влияния на выживаемость проростков пшеницы при отрицательных температурах (Таблица 3). Возможно, в этом эксперименте был взят очень короткий промежуток времени (1 сутки) для репарации растений.

Таблица 3. Влияние экзополисахарида *P. polymyxa* на физиолого-морфологические параметры проростков озимой пшеницы Московская 39 в оптимальных условиях роста и выживаемость при действии отрицательных температур

Варианты	Длина листа, см	Длина корней, см	Сухая масса листьев, %	Выживаемость растений, %	
				- 3°C, 1 сут.	- 5°C, 1 сут.
Контроль	12,2 ± 4,3	5,1 ± 1,0	11,4 ± 0,51	100	45 ± 5
Семена + ЭПС	11,5 ± 4,2	5,4 ± 1,5	10,8 ± 0,53	100	44 ± 4
Корни + ЭПС	11,7 ± 3,8	6,3 ± 2,1	11,0 ± 0,48	94 ± 5	39 ± 5

Таким образом, мы можем констатировать, что ЭПС бактерий *P. polymyxa* ССМ 1465 положительно влиял на физиолого-морфологические параметры микроклонов картофеля и снижал окислительный стресс в растениях при действии ПЭГ. Это способствовало более быстрому восстановлению опытных растений. Следует также отметить, что при создании растительно-бактериальных ассоциаций необходим подбор макро- и микроассоциантов.

Исследование выполнено в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (темы № 1022040700963-8 и № 122042700044-6 и).

Список литературы

1. Arkhipova T.N., Evseeva N.V., Tkachenko O.V., Burygin G.L., Vysotskaya L.B., Akhtyamova Z.A., Kudoyarova G.R. Rhizobacteria inoculation effects on

phytohormone status of potato microclones cultivated *in vitro* under osmotic stress. *Biomolecules*. 2020; 10(9):1231. DOI: 10.3390/biom10091231

2. Arora S., Jha P.N. Drought-tolerant *Enterobacter bugandensis* WRS7 induces systemic tolerance in *Triticum aestivum* L.(wheat) under drought conditions. *J. Plant Growth Regul.* 2023; 42:7715–7730. DOI: 10.1007/s00344-023-11044-6

3. Carezzano M.E., Strazzi F.B.A., Pérez V., Bogino P. and Giordano W. Exopolysaccharides synthesized by Rhizospheric Bacteria: a review focused on their roles in protecting plants against stress. *Applied Microbiology*. 2023; 3(4): 1249–1261.

4. Sunita K., Mishra I., Mishra J., Prakash J., Arora N.K. Secondary metabolites from halotolerant plant growth promoting rhizobacteria for ameliorating salinity stress in plants. *Frontiers in Microbiology*. 2020;11:567768. DOI 10.3389/fmicb.2020.567768.

5. Yegorenkova I.V., Tregubova K.V., Ignatov V.V. *Paenibacillus polymyxa* rhizobacteria and their synthesized exoglycans in interaction with wheat roots: colonization and root hair deformation. *Current Microbiology*. 2013;66:481–486. DOI 10.1007/s00284-012-0297-y.

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. *Journal of Microbiology*. 2021;59(8):729–735. DOI 10.1007/s12275-021-0623-9.

© Евсева Н.В., Денисова А.Ю., Егоренкова И.В., Каргаполова К.Ю., Венжик Ю.В., Ткаченко О.В., Прокопенко А.А., Попов В.Н., 2025

Научная статья

УДК 633.854.78

К.К. Ерменов¹, О.В. Ткаченко², А.В. Лекарев¹, А.П. Ермакова¹, А.В. Поминов¹,

С.П. Кудряшов¹

¹ФГБНУ «ФАНЦ Юго-Востока», г. Саратов, Россия

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

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ГИБРИДОВ ПОДСОЛНЕЧНИКА ПО ХОЗЯЙСТВЕННО-ЦЕННЫМ ПРИЗНАКАМ В УСЛОВИЯХ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация. В 2024 году проведена селекционная оценка пяти гибридов подсолнечника ФГБНУ «ФАНЦ Юго-Востока» в сравнении со стандартом ЮВС-3 по хозяйственно-ценным признакам. По результатам исследований выявлены различия среди изучаемых гибридов подсолнечника. Выделены гибриды на уровне стандарта по высоте растений, натурной массе и массе 1000 семян.

Ключевые слова. подсолнечник, гибрид, урожайность, масличность, морфологические и хозяйственно-ценные признаки.

К.К. Ermenov¹, O.V. Tkachenko², A.V. Lekarev¹, A.P. Ermakov¹, A.V. Pominov¹, S.P. Kudryashov¹

¹FGBNU "FANTS of the South-East", Saratov, Russia

²Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

COMPARATIVE ANALYSIS OF SUNFLOWER HYBRIDS BY ECONOMICALLY VALUABLE CHARACTERISTICS IN THE CONDITIONS OF THE SARATOV REGION

Annotation. In 2024, a selection assessment of five sunflower hybrids of the Federal State Budgetary Institution "FANTZ of the South-East" was carried out in comparison with the standard of the South-Eastern Federal University-3 on economi-

cally valuable characteristics. The results of the research revealed differences among the studied sunflower hybrids. Hybrids have been identified at the standard level in terms of plant height, natural weight and weight of 1000 seeds.

Keywords. sunflower, hybrid, yield, oil content, morphological and economically valuable signs.

Введение. Подсолнечник (*Helianthus annuus* L.) является одной из самых распространенных и значимых сельскохозяйственных культур в мире. Особый интерес для агрономов и исследователей представляют разнообразные формы и сортовые характеристики подсолнечника. В условиях постоянного изменения климата и требующегося повышения урожайности с учетом устойчивости к заболеваниям и вредителям важно провести сравнительный анализ вновь созданных гибридов подсолнечника. Это поможет определить наиболее перспективные варианты для дальнейшего селекционного процесса и оптимизации технологии возделывания подсолнечника, что даст максимальный выход продукции при минимальных затратах и максимальной заботе об охране окружающей среды [3]. Ключевым критерием при селекции гибридов подсолнечника является селекция на приспособленность к механизированной уборке – пониженная высота стебля, выравненность в отношении созреванию и наклона корзинки, высокая потенциальная урожайность, определяемая как количеством и массой семян, а также их масличностью [4].

В данной статье приведены результаты изучения нескольких новых гибридов подсолнечника по морфологическим признакам, а также урожайности и элементам ее структуры.

Цель исследований – оценка гибридов подсолнечника по хозяйственно-полезным признакам и определение их конкурентоспособности в современных агрономических условиях.

Методы исследований. Полевой опыт проводился на базе опытного поля ФГБНУ «ФАНЦ Юго-Востока». Объектом исследований являлись пять гибридов подсолнечника ФГБНУ «ФАНЦ Юго-Востока». В качестве стандарта был

использован районированный гибрид подсолнечника ЮВС-3, занесенный в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Посевные работы были выполнены 15 мая 2024 года по черному пару. Экспериментальные гибриды подсолнечника были высеяны на шестирядковых делянках площадью 25 м², в трехкратной повторности. Норма высева составила 45 тысяч семян на гектар. У изучаемых гибридов полные всходы были отмечены 5 июня. Агротехнические мероприятия по уходу за посевами проводились в соответствии с рекомендациями и технологиями, принятыми в ФГБНУ «ФАНЦ Юго-Востока» [2]. Статистическая обработка данных была проведена по методике полевого опыта Б.А. Доспехова методом дисперсионного анализа с использованием программного обеспечения статистическому анализу экспериментальных данных AGROS.

Результаты исследования. в таблице 1 приведены результаты статистической обработки морфологических признаков пяти гибридов подсолнечника в сравнении со стандартным гибридом ЮВС 3. В 2024 году. По данным анализа статистические значимые различия между гибридами отмечены только по высоте растений ($F_{\text{факт.}} = 15,788^*$). Достоверно ниже в сравнении со стандартом по этому показателю оказались три гибрида: ♀ЮВ40×♂934, ♀ЮВ40×♂935, ♀ЮВ17×♂934. Остальные изучаемые комбинации по высоте растений находились на уровне стандартного гибрида. По показателям «длина растений» и «диаметр корзинки» в изучаемом году статистических значимых преимуществ между изучаемыми гибридами подсолнечника не обнаружено.

Масса семян с корзинки отражает урожайность, натурная масса – крупность и выполненность семян, а масса 1000 семян – их размер. Эти показатели в совокупности позволяют оценить как урожайность, так и качество семян подсолнечника. В таблице 2 представлены данные результата анализа по хозяйственно-ценным признакам.

Таблица 1. Морфологические признаки гибридов подсолнечника, 2024 г.

Гибрид	Длина расте- ний, см	Высота расте- ний, см	Диаметр корзи- нки, см
ЮВС 3, St	140,1	130,0	22,2
♀ЮВ40×♂934	145,5	117,6	20,7
♀ЮВ40×♂935	138,0	118,5	19,6
♀ЮВ17×♂934	146,3	119,3	20,3
♀ЮВ17×♂934	139,5	126,1	20,5
♀ЮВ1633×♂931×Вс1пр их	134,4	132,9	21,1
F _{факт.}	1,092	15,788*	1,328
НСР _{0,05}	NS	5,1	NS

Примечания: St – стандарт; F_{факт.} – критерий Фишера; НСР_{0,05} – наименьшая существенная разность для 5%-ного уровня значимости.

Таблица 2. Селекционная оценка гибридов подсолнечника по хозяйственно-ценным признакам, 2024 г.

Гибрид	Масса се- мян с кор- зинки, г	Натурная масса, г/л	Масса 1000 се- мян, г	Урожай- ность, т/га	Маслич- ность, %
ЮВС 3, St	72,6	403	68	3,3	47,8
♀ЮВ40×♂934	45,3	393	48	2,9	48,3
♀ЮВ40×♂935	76,8	374	59	3,5	49,3
♀ЮВ17×♂934	63,1	355	64	2,8	45,6
♀ЮВ17×♂934	65,0	422	50	2,9	48,6
♀ЮВ1633×♂9 31×Вс1прих	63,9	412	45	2,9	46,9
F _{факт.}	1,404	9,826*	6,871*	1,619	2,429
НСР _{0,05}	NS	24	11	NS	NS

По массе семян с корзинки среди изучаемых гибридов не обнаружено статистически значимых преимуществ по сравнению со стандартом. По натурной массе изучаемые гибриды оказались на уровне стандартного гибрида, кроме двух гибридов ♀ЮВ40×♂935 (374 г/л) и ♀ЮВ17×♂934 (355 г/л), у которых изучаемый показатель достоверно ниже ЮВС-3. По массе 1000 семян достоверно ниже стандарта было три гибрида ♀ЮВ40×♂934, ♀ЮВ17×♂934 и

♀ЮВ1633×♂931×Вс1прих с показателем менее 50 г. Остальные гибриды ♀ЮВ40×♂935 и ♀ЮВ17×♂934 оказались на уровне стандарта с массой 1000 семян 59 и 64 г соответственно. По урожайности и масличности семян в 2024 году статистических значимых преимуществ между изучаемыми гибридами подсолнечника не обнаружено.

Заключение. В 2024 году в результате селекционной оценки пяти изучаемых гибридов подсолнечника ФГБНУ «ФАНЦ Юго-Востока» выявлены на уровне стандарта ЮВС-3 следующие гибриды: по высоте растений – ♀ЮВ17×♂934, ♀ЮВ1633×♂931×Вс1прих; натурной массе – ♀ЮВ17×♂934, ♀ЮВ40×♂934, ♀ЮВ1633×♂931×Вс1прих; массе 1000 семян – ♀ЮВ17×♂934, ♀ЮВ40×♂935. В 2025 году селекционная работа по изучению и оценке данных гибридов будет продолжена.

Список литературы

1. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. Москва: Агропромиздат, 1985, 351 с.
2. Методика проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами. Краснодар, 2010. 327 с.
3. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М., 1983. 84 с.
4. Романова Н.В, Жаркова С.В. Оценка гибридов подсолнечника иностранной селекции по биометрическим показателям // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2020, 12-1(51). С. 127-129.

© Ерменов К.К., Ткаченко О.В., Лекарев А.В., Ермакова А.П., Поминов А.В., Кудряшов С.П., 2024

Научная статья

УДК 634.11

М.И. Еськов¹, А.А. Полищук², А. В. Мельников²

¹Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго и кукурузы, г. Саратов

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

О РАЗВИТИИ ПИТОМНИКОВ ПЛОДОВЫХ КУЛЬТУР В САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация: Саратовская область характеризуется исторически сложившимся садоводством, в целом по области пригодных для сада участков можно насчитать более 100 тыс. га. От качества саженцев зависит время вступления плодового насаждения в период плодоношения, темпы наращивания урожайности, окупаемость капитальных затрат. За последние два года Саратовская станция садоводства полностью обеспечила посадочным материалом сельхозпредприятия Балаковского, Гагаринского, Ровенского и Ивантеевского районов, а также фермерские хозяйства Хвалынского и Вольского районов, планируется закладка интенсивных садов в Советском, Краснокутском, Татищевском и других районах области. В 2024 году Российскому научно-исследовательскому и проектно-технологическому институту сорго и кукурузы была передана площадь садовых насаждений в 50 га. В «Агроцентре» Вавиловского Университета есть маточник клоновых подвоев 54-18, груша на семечковом подвое и коллекционный сад (25 сортов). Говоря о перспективных и продуктивных сортах, рекомендованных для выращивания в Саратовской области из группы летних для использования в свежем виде это Мельба и Папировка (но оба сорта нетранспортабельны). Более широкий выбор осенних и зимних сортов яблони, которые зарекомендовали себя в Саратовской области с положительной стороны.

Ключевые слова: яблоня, питомники, плодовые культуры

M. I. Eskov¹, A.A.Polishchuk², A.V.Melnikov²

¹Russian Research and Design and Technological Institute of Sorghum and Corn, Saratov

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

ON THE DEVELOPMENT OF FRUITCROPNURSERIESIN THE SARATOVREGION

Annotation: The Saratov region is characterized by historically developed horticulture, in general, more than 100 thousand hectares can be counted in the region suitable for gardening. The time of the plant's entry into the fruiting period, the rate of increase in yield and the return on investment depend on the quality of the seedlings. Over the past two years, the Saratov Horticulture Department has fully provided agricultural enterprises in Balakovo, Gagarin, Rivne and Divanteevsky districts, as well as farms in Khvalynsky and Volsky districts, with intensive planting of gardens in Sovetsky, Krasnokutsky, Tatishchevsky and other districts of the region. In 2024, 50 hectares of garden plots were transferred to the Russian Sorghum and Corn Research Institute. The Agrocenter of Vavilov University has a queen cell of clone varieties 54-18, a pear on a seed root and a collection garden (25 varieties). Speaking Of Promising and Productive Options Recommended for Cultivation.

Keywords: apple tree, nurseries, fruitcrops

Продукция садоводства представляет незаменимый компонент в питании человека, определяющий его здоровье. В соответствии с рекомендациями Института питания РАН потребность человека в плодах и ягодах составляет не менее 90 кг в год. К сожалению, обеспеченность населения России и Саратовской области плодово-ягодной продукцией (которой не хватает) собственного производства в настоящее время не превышает 1/3 необходимого количества.

Этого недостаточно для полноценного питания человека и поддержания его здоровья. Следует отметить, что 95% производимой в регионе плодово-ягодной продукции приходится на долю хозяйств населения и около 5% - на долю сельхозпредприятий. Превалирование производства плодов и ягод на дачных и приусадебных участках не позволяет регулировать качество производимой продукции. Нехватка фруктов все больше восполняется импортом товара из-за границы, что увеличивает его цену. Данная тенденция увеличения импорта фруктов характерна не только для Саратовской области, но и для всей страны.

В 2012 году Россия импортировала 8,0 млн. тонн плодовоовощной продукции (на 6,0 млрд. евро), а в 2013 - 8,4 млн. тонн (на 6,2 млрд. евро). Уровень потребления импортных фруктов приближается к 80% [1,3,4].

Фактическое потребление фруктов в России на душу населения 53 кг. Это ставит под угрозу продовольственную безопасность и здоровье россиян, поэтому предусматривается более полное обеспечение населения страны отечественными продуктами питания. Но больше всего яблок в последнее время завозилось из Польши, а персиков и нектаринов – из Испании. Много цитрусовых поступает из Марокко, Испании. Земляника завозится из Голландии, Испании и Греции. Эмбарго перекрыло границы, нашли другие пути и страны, прилавки не пустуют (памелы, грейпфрут, бананы, яблоки), все есть, но это чужое. Чтобы было свое, нужно развивать садоводство, чтобы обеспечить рынок собственными фруктами, ГТК и почвенные условия позволяют получать урожай яблок, косточковых, винограда, не хуже, чем у южных соседей.

Саратовская область характеризуется исторически сложившимся садоводством, наличием значительной территории пригодной для возделывания садов. Только вдоль бассейна реки Волги возможна посадка садов на площади около 50 тыс. га, а в целом по области пригодных для сада участков можно насчитать более 100 тыс. га. Производство фруктов на такой территории сторицей покрыло бы потребность населения области в данном виде продуктов и превратило бы регион в «российский Китай» по снабжению северных стран садовой продукцией

Таким образом, от качества саженцев зависит время вступления плодового насаждения в период плодоношения, темпы наращивания урожайности, окупаемость капитальных затрат. В условиях интенсивно развивающегося садоводства особое внимание должно уделяться развитию отрасли питомниководства и производству оздоровленного качественного посадочного материала, соответствующего требованиям и стандартам качества.

Цель аналитического исследования (обзора) изучение современного состояния питомников плодовых культур в Саратовской области.

В задачи исследования входило:

- обосновать месторасположение питомников в Саратовской области с целью оптимального обеспечения садоводов посадочным материалом,
- определить проблемы питомников плодовых культур в Саратовской области.

Наилучшее расположение питомников плодов ягодных культур предполагает свободный доступ потребителей посадочного материала со всех районов области; с другой стороны, питомник, где выращиваются молодые растения, наиболее уязвимые в первые годы жизни, должен располагаться так, чтобы быть защищенным от знойных летних и суровых зимних ветров, которые характерны для резко континентального климата Саратовской области, а так же, с точки зрения фитосанитарной безопасности питомник должен быть на пространственной изоляции от листовенных дикорастущих насаждений, имеющие с ними одинаковых вредных организмов[2].

За последние два года Саратовская станция садоводства полностью обеспечила посадочным материалом такие сельхозпредприятия, как АО «Волга» (Балаковский район), ООО «РЭХН» (Саратовский район), КФХ Агаларов М.Т. (Ивантеевский район), КФХ Махмалиев С.С. (Ровенский район), фермерские хозяйства Хвалынского и Вольского районов. Планируется закладка интенсивных садов в Советском, Краснокутском, Татищевском и других районах области (рис.1).



Рис. 1. - Темпы закладки питомников в Саратовской области

Всего в России 31 вуз со специальностью 35.03.05. «Садоводство» бакалавры. На базе Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова в 2014 году в Корольковом саду заложен яблоневый сад. Что касается сада в Агроцентре, то это участок 18 га, окруженный лесным массивом. Более 15 лет не использовался участок, шло массирование зарастание сорняками и древесно-кустарниковой растительностью, как и по всей области. Тем ни менее, в унисон приказа губернатора по Саратовской области о развитие садоводства и питомниководства, ректор поддержал инициативу областного руководства и осенью 2014 г. получилось заложить первые 10 га. Именно с этого момента началась работа по созданию яблоневого сада. Параллельно по гранту университет приобрел перерабатывающую линию - из яблок – делать сок. (Австрия, «Ворон») производительность 5 тон яблок/смена (в сутки с 50% выходом продукции 2500 литров/смену, при стоимости 3-х литровой емкости 150 руб. (800 упаковок) 125 тыс.руб./день.

Таким образом, в «Агроцентре» есть маточник клоновый подвой 54-18 первое поле, второе поле посадочный материал. Груша на семечковом подвое и коллекционный сад (25 сортов) изучения сортов, вредителей и болезней. Говоря о перспективных и продуктивных сортах рекомендованных для выращивания в Саратовской области из группы летних для использования в свежем виде

это Мельба и Папировка (оба сорта нетранспортабельны).

Более широкий выбор осенних и зимних сортов яблони, которые зарекомендовали себя в Саратовской области с положительной стороны. Хвалынское, Уэлси, Айдоред, Жигулевское, Олимпийское, Беркутовское, Память Мичурина, Ренет Симиренко, Россошанское полосатое. Данные сорта введены в Госреестр по нашему региону.

Данные сорта можно возделывать как в интенсивном, так и в экстенсивном варианте. В первом варианте на слаборослых подвоях (54-118, 396, ММ-106, ММ-107 и др.) осенне-зимние сорта вступают в плодоношение на 2-3 год и в течение 15 лет интенсивно плодоносят. Во втором варианте на сильнорослых подвоях вступают в плодоношение на 5-6 год и плодоносят около 50 лет.

В 2024 году Российскому научно-исследовательскому и проектно-технологическому институту сорго и кукурузы была передана площадь садовых насаждений в 50 га, на которой в трех секторах расположены яблоневые сады различного возраста, то есть насаждения, требующие серьезных уходовых и восстановительных работ, для которых потребуется примерно 30 тыс.саженцев, для закладки садов интенсивного типа.

Список литературы

1. В Саратовской области в2023году заложили 782га многолетних насаждений // ФГБУ «ЦЕНТР АГРОАНАЛИТИКИ», 2024. URL:<https://specagro.ru/news/202403/v-saratovskoy-oblasti-v-2023-godu-zalozhili-782-ga-mnogoletnikh-nasazhdeniy> (дата обращения: 10.11.2024).

2. Еськов И.Д., Полищук А.А., Теняева О.Л. Видовой состав доминирующих вредных объектов на различных сорто-подвойных комбинациях яблони в степной зоне Поволжья// Международная научно-практическая конференция, посвященная 135-летию со дня рождения селекционера по косточковым культурам, кандидата сельскохозяйственных наук Е. П. Финаева : сб. науч. тр. Ки-нель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2022. С. 83-89.

3. Медведева А. К интенсивному садоводству стремится Саратовская

область // Сетевое издание AgroXXI.ru. URL: <https://www.agroxxi.ru/rossiiskie-agronovosti/k-intensivnomu-sadovodstvu-stremitsja-saratovskaja-oblast.html> (дата обращения: 04.06.2024).

4. Саратовские садоводы заложили 28 гектаров собственных питомников. 24 декабря 2018, // Информационное агентство «Регион 64». URL: <https://sarnovosti.ru/news/saratovskie-sadovody-zalozhili-28-gektarov-sobstvennykh-pitomnikov/>. html (дата обращения: 25.05.2024).

© Еськов М.И., Полищук А.А., Мельников А. В., 2025

Научная статья

УДК 634.11

М.И. Еськов¹, А.А. Полищук², А. В. Мельников²

¹Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго и кукурузы, г. Саратов

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

О РАЗВИТИИ САДОВОДСТВА В САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация: В Саратовской области более 80% площадей под плодовыми насаждениями с возрастом свыше 35 лет, а некоторым садам более 50 лет.

Агроклиматические условия благоприятные для садоводства в Саратовской области, которая характеризуется исторически сложившимся садоводством, наличием значительной территории пригодной для возделывания садов. Для обеспечения качественной закладки многолетних насаждений с учетом почвенно-климатических рисков Саратовской области целесообразно рассмотреть правобережье, а также прибрежные к реке Волга районы левобережья. С 2015 года

традиции садоводства на Саратовской земле возрождаются, тогда в области были заложены многолетние плодово-ягодные насаждения на 188 га, в т. ч. сады интенсивного типа 121 га. В 2023 году в Саратовской области заложили более 700 гектаров садов, причем 586 га из них — это сады интенсивного типа.

Ключевые слова: яблоня, садоводство, проблемы, площадь плодовых насаждений.

M. I. Eskov¹, A.A. Polishchuk², A.V. Melnikov²

¹Russian Research and Design and Technological Institute of Sorghum and Corn, Saratov

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

ON THE DEVELOPMENT OF HORTICULTURE IN THE SARATOV REGION

Annotation: In the Saratov region, more than 80% of fruit plantations are over 35 years old, and some orchards are over 50 years old. The agro-climatic conditions are favorable for gardening in the Saratov region, which is characterized by historically developed horticulture and the presence of a significant area suitable for gardening. To ensure the high-quality laying of perennial plantings, taking into account the soil and climatic risks of the Saratov region, it is advisable to take into account the right bank, since the coastal areas of the left bank of the Volga River are unstable. Since 2015, gardens in the traditional style have been revived on Saratov land, after which perennial fruit and berry plantations were planted on 188 hectares in the region, including intensive type gardens on 121 hectares. In 2023, more than 700 hectares of gardens were laid out in the Saratov region, including 586 hectares of intensive type gardens.

Keywords: apple tree, gardening, problems, the area of fruit plantations.

Садоводство – важная под отрасль сельского хозяйства, которая обеспечивает население высоковитаминной продукцией, что положительно сказывается на здоровье и долголетию человека. Среди большого разнообразия плодовых культур яблоня является одной из самых распространенных как в странах мира, так и в нашей стране и области.

Однако еще 15 лет назад в Саратовской области более 80% площадей под плодовыми насаждениями имели возраст свыше 35 лет, а некоторым садам более 50 лет.

Агроклиматические условия благоприятны для садоводства в Саратовской области, которая характеризуется исторически сложившимся садоводством, наличием значительной территории пригодной для возделывания садов. Только вдоль бассейна реки Волги возможна посадка садов на площади около 50 тыс. га, а в целом по области пригодных для сада участков можно насчитать более 100 тыс. га. Производство фруктов на такой территории сторицей покрыло бы потребность населения области в данном виде продукции.

Но, многолетние плодовые насаждения в структуре сельскохозяйственных угодий Саратовской области имеют наименьшую долю – 39,9 тыс. га или 0,5 % (садами, плодовые питомники). Следует отметить, что в настоящее время продуктивность имеющихся насаждений плодовых культур оставляет желать лучшего. Среднегодовая урожайность насаждений в сельскохозяйственных предприятиях за последние десять лет не превышала 5 т/га, что значительно ниже, чем в других странах (29-37 т/га) хотя это достижимо в наших южных регионах, и в пять раз ниже потенциально возможной для имеющихся природных условий [1,2,3,4].

Цель аналитического исследования (обзора) – изучение современного состояния садоводства в Саратовской области.

В задачи исследования входило:

- определить районы промышленного выращивания плодовых культур в саратовской области.
- обосновать пригодность агробиологических условий для развития са-

доводства в саратовской области.

- определить проблемы садоводства в саратовской области.

Для обеспечения качественной закладки многолетних насаждений с учетом почвенно-климатических рисков Саратовской области целесообразно рассмотреть правобережье, а также прибрежные к реке Волга районы левобережья.

В правобережных районах наиболее распространенными почвами являются черноземы выщелоченные, черноземы оподзоленные, черноземы типичные, черноземы обыкновенные, черноземы южные и серые лесные почвы. В прибрежных к Волге районах левобережья распространены черноземы обыкновенные, черноземы южные, темно-каштановые и каштановые почвы, а также комплексы приведенных почв с солонцами.

Наиболее благоприятные природно-климатические условия для выращивания плодово-ягодных насаждений имеются в северных, центральных и западных районах Саратовской области, в которых сложились вековые садоводческие традиции.

Наиболее крупные промышленные производители плодовых и плодово-ягодной продукции в Саратовской области: ОАО «НПГ «Сады Придонья», ООО «Деметра» Ртищевского района, ООО «Ягодное» Петровского района, ИП глава КФХ Демидова Е.Н. Вольского района, ОАО «Черемшанское» Хвалынского района, ООО «Хмелевское» Саратовского района, ЗАО «Русский колос» Романовского района.

К настоящему времени основные площади плодово-ягодных культур в сельхозпредприятиях и КФХ размещены в Ртищевском, Петровском, Хвалынском, Гагаринском и Вольском районах. Закладка садов в области ведется не только в районах традиционного садоводства, но и в тех, где промышленное садоводство ранее не велось: в Ивантеевском, Краснокутском, Марксовском, Советском районах.

Темпы развития садоводства (плодово-ягодные культуры) в Саратовской области постоянно ускоряются, так с 2015 года традиции садоводства на Саратовской земле возрождаются, тогда в области были заложены многолетние

плодово-ягодные насаждения на 188 га, в т. ч. сады интенсивного типа 121 га. Весенняя закладка была проведена девятью хозяйствами на 137 га, из которых сады интенсивного типа 125 га.

В 2023 году в Саратовской области заложили более 700 гектаров садов, причем 586 га из них — это сады интенсивного типа.

Мировой и отечественный опыт садоводства свидетельствует о перспективности интенсивных садов, обеспечивающих раннее вступление растений в плодоношение, получение высоких урожаев (более 30-40 т/га) качественных плодов, с окупаемостью на 6-8 год (вместо 10-12 лет в традиционном саду).

Определяющая роль в разработке передовых высокоэффективных технологий производства плодов и ягод принадлежит научно-исследовательским учреждениям, в том числе институту генетики и агрономии Вавиловского Университета и Российскому научно-исследовательскому и проектно-технологическому институту сорго и кукурузы. Сегодня в садоводстве области есть существенный результат – плюс 800 гектаров новых садов за год. В 2023 году в Саратовской области собран хороший урожай плодово-ягодной продукции: 75 тыс. тонн, что на 27,6% выше уровня прошлого года.

Основные проблемы садоводства связаны с уходными работами и защитой сада от вредных организмов, а так же с хранением и переработкой продукции. Самый дорогой, затратный период для садоводов – от закладки сада и ухода за ним до товарного плодоношения, с учетом невысокой урожайности в первые годы. Залужка одного гектара обычного сада стоит больше 100 тысяч рублей, интенсивного – от 500 тысяч до 2 миллионов. Строительство фруктохранилищ, цехов товарной обработки и прочего сопутствующего материала весьма затратно. При этом срок окупаемости в садоводстве составляет 6–7 лет.

В Саратовской области плодовые хозяйства обеспечены хранилищами на 8 тыс. тонн (10% от потребности), которые, в свою очередь, требуют реконструкции. Потери урожая плодово-ягодной продукции при хранении в обычных хранилищах достигают 20 - 30%, а иногда и 40%.

В современных условиях наиболее эффективны хранилища, оборудован-

ные установками с автоматическим регулированием газовой среды в камерах хранения, где потери бывают минимальные – 4-5%. Такие хранилища с регулируемой газовой средой в Саратовской области только начинают появляться.

Любой плодовый сад – это сложная биосистема, складывающаяся за многие годы. Сады, в первую очередь, у нас ассоциируются с яблоней. Это, так сказать «страховая культура садоводства». Старые, заброшенные сады, которых в регионе насчитывается более 30 тыс. га, являются источником распространения инфекций и вредителей на эксплуатационные и вновь закладываемые насаждения. Поэтому необходимо систематически вести работы по раскорчевке выбывающих из оборота садов и рекультивацию земли на данной территории. Выполнение мероприятий по раскорчевке позволит хозяйствам систематически вести реновацию (замена) многолетних насаждений и восстановить садооборот в соответствии с технологическими требованиями. Отметим, что основными вредителями садов являются : цветоед, плодожорка, шелкопряды, боярышница, моли, а основные болезни - парша, мучниста роса, монилиоз и бактериоз .

Следует продолжить ежегодно наращивание площадей под садовые насаждения, расширять ассортимент и сортимент плодов ягодных культур.

Список литературы

1. Еськов И.Д., Полищук А.А., Теняева О.Л. Видовой состав доминирующих вредных объектов на различных сорто-подвойных комбинациях яблони в степной зоне Поволжья// Международная научно-практическая конференция, посвященная 135-летию со дня рождения селекционера по косточковым культурам, кандидата сельскохозяйственных наук Е. П. Финаева : сб. науч. тр. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2022. С. 83-89.

2. Медведева А. Производство плодово-ягодной продукции в Саратовской области пошло вверх вместе с интенсивным садоводством // Сетевое издание AgroXXI.ru. URL: <https://www.agroxxi.ru/rossiiskie-agronovosti/proizvodstvo-plodovo-jagodnoi-produkcii-v-saratovskoi-oblasti-poshlo-vverh-vmeste-s-intensivnym-sadovodstvom.html> (дата обращения: 04.06.2024).

3. Саратовская область – в топ-5 регионов России по объему субсидий на закладку садов и уходом за ними в 2023 году/ Министерство сельского хозяйства Саратовской области URL: https://www.minagro.saratov.gov.ru/development/index.php?ELEMENT_ID=12280.

4. Сушков, А. А. Организационно-экономический механизм развития садоводства в условиях импортозамещения : на примере Саратовской области : автореферат дис. ... кандидата экономических наук : 08.00.05 / Сушков Антон Алексеевич; [Место защиты: Сарат. гос. аграр. ун-т им. Н.И. Вавилова]. — Саратов, 2016. — 24 с.

© Еськов М.И., Полищук А.А., Мельников А. В., 2025

Научная статья

УДК 633.112: 575.164

Н.Д. Заводилкин, А.А. Беляева, О.В. Ткаченко

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

БИОИНФОРМАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ ГЕНА *ZDS*, ВЛИЯЮЩЕГО НА СОДЕРЖАНИЕ КАРОТИНОИДОВ У ТВЁРДОЙ ПШЕНИЦЫ

Аннотация. Желтый цвет зерна и муки пшеницы является важным технологическим признаком, зависящим от содержания каротиноидов. Проведен биоинформационный анализ, который позволил установить особенности модели белка z-каротиндесатуразы, влияющей на содержание каротиноидов, в зависимости от аллельного состояния гена *Zds*, провести филогенетический анализ гена для злаков и проверка праймеров для KASP-маркеров с целью скрининга генотипов пшеницы в селекционном отборе на желтизну зерна и муки.

Ключевые слова: каротиноиды, *Zds*, z-каротиндесатураза, KASP-маркеры, твердая пшеница

N.D. Zavadilkin, A.A. Belyaeva, O.V. Tkachenko

Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

BIOINFORMATIC ANALYSIS OF THE *ZDS* GENE AFFECTING THE CAROTENOID CONTENT IN DURUM WHEAT

Annotation. The yellow color of wheat grain and flour is an important technological feature, depending on the carotenoid content. A bioinformatics analysis was performed, which made it possible to establish the features of the z-carotene saturase protein model, which affects the carotenoid content, depending on the allelic state of the *Zds* gene, to conduct a phylogenetic analysis of the gene for cereals and to test primers for KASP markers for the purpose of screening wheat genotypes in selection for grain and flour yellowness.

Keywords: carotenoids, *Zds*, z-carotene desaturase, KASP markers, durum wheat.

Твердая пшеница (*Triticum turgidum subsp. durum* Dest.) используется в качестве сырья для различных продуктов: макарон, круп и др. Зерно и мука большинства сортов этой культуры отличаются насыщенным жёлтым цветом, что определяется высоким содержанием каротиноидов в эндосперме. В зерне твердой пшеницы представлен широкий набор каротиноидных пигментов: лютеин, β и α -каротин, зеаксантин, авоксантин и тритикооксантин и другие [1, 3].

Каротиноиды, включая α - и β -каротин, играют важную роль в питании человека, как предшественники витамина А. Ген *Zds* пшеницы кодирует фермент z-каротиндесатуразу, участвующий в одной из ключевой стадии биосинтеза каротиноидов. Этот и ещё несколько ферментов в результате десатурации превращают фитоеин (первое промежуточное вещество в биосинтезе каротиноидов)

дов) в ликопин, который является исходным веществом для образования α - и β -каротинов (рисунок 1) [1, 2, 3].

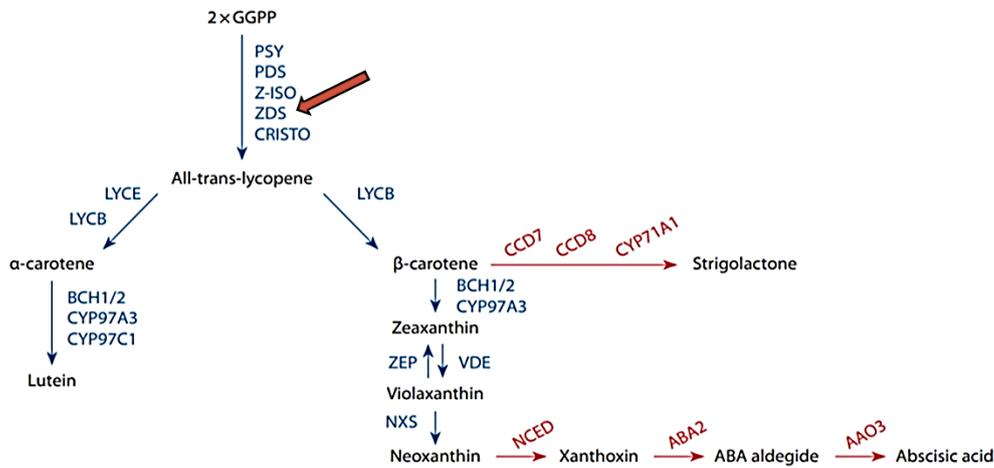


Рисунок 1 – Схема биосинтеза каротиноидов. Основные компоненты биосинтетического пути показаны черным цветом; все ферменты, участвующие в синтезе каротиноидов — синим; ферменты группы диоксигеназ, участвующие в метаболизме каротиноидов при росте растений в условиях стресса и накапливающие гормоноподобные ингредиенты — абсцизовую кислоту и стриголактоны — красным. Стрелка указывает на положение гена *Zds* [1].

Целью исследований являлся биоинформационный анализ гена *Zds* и проверка праймеров для KASP-маркеров.

На основании данных базы данных NCBI была установлена нуклеотидная последовательность гена *Zds* мягкой пшеницы и найден гомолог белка α -каротиндесатуразы для твердой пшеницы (NCBI GenBank VАН30123.1).

С помощью программы AlphaFold Server построена 3D структура белка (рисунок 2). Пространственная модель белка предсказана с высокой вероятностью. Большая часть белка представлена α -спиралями. По данным С.Н. Dong с соавторами различие между двумя аллелями приходится на зону интрона и не влияет на структуру белка [4].

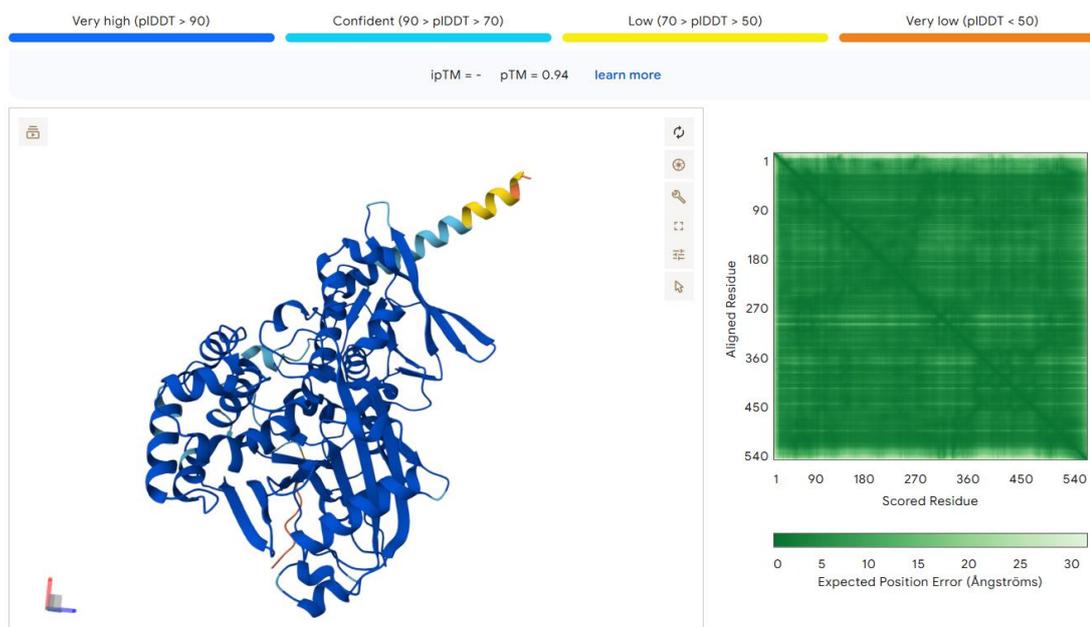


Рисунок 2 – 3D модель фермента zeta-carotene desaturase

С использованием программы Phylogeny.fr построено филогенетическое дерево белка z-каротиндесатуразы у различных злаков (рисунок 3), которое показывает высокий уровень сродства гена у различных видов пшениц и ячменя, а также наличие близких аналогов у большинства видов злаков.

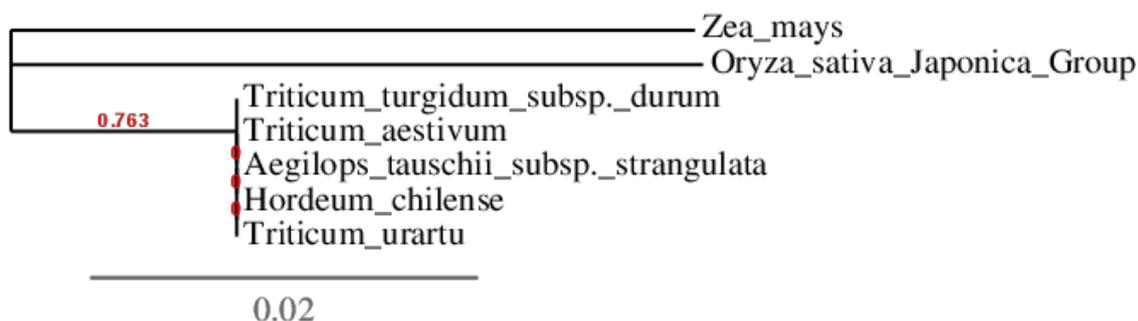


Рисунок 3 – Филогенетическое дерево белка z-каротиндесатуразы у различных злаков

Для идентификации гена *Zds* Коробковой В.А. с соавторами был предложен молекулярный маркер системы KASP (Kompetitive Allele Specific PCR), основанный на конкурентной аллель-специфичной ПЦР, который выявляет аллели *Zds-Ala* и *Zds-Alb*, что позволяет проводить быстрое и массовое генотипирование большого количества образцов и не требуют проведения гель-

электрофореза для визуализации полученных данных [2]. Биоинформационный анализ выравниваний последовательностей аллелей гена *Zds-A1a* и *Zds-A1b* и предлагаемых праймеров KASP-маркера ZDS-A1_SNP показал, что они подобраны специфично, целевой локус единообразен, целевой SNP наглядно представлен. Данные праймеры отвечают всем существующим требованиям и могут использоваться для генотипирования образцов.

Таким образом, проведенный биоинформационный анализ позволил установить особенности модели белка z-каротиндесатуразы (*Zds*) в зависимости от аллельного состояния, провести филогенетический анализ гена для злаков и подтвердить возможность использования KASP-маркера ZDS-A1_SNP для скрининга генотипов пшеницы в селекционном отборе на желтизну зерна и муки.

Список литературы

1. Мальчиков П. Н. Содержание жёлтых пигментов в зерне твёрдой пшеницы (*Triticum durum* Desf.): биосинтез, генетический контроль, маркерная селекция / П. Н. Мальчиков, М. Г. Мясникова // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2020. – № 24 (5). – С.501-511.
2. Скрининг коллекции яровой и озимой твёрдой пшеницы с помощью KASP-маркера на аллельное состояние гена *Zds* / В. А. Коробкова, Л. А. Беспалова, А. С. Яновский [и др.] // Кормопроизводство. – 2023. – № 4. – С. 25-31.
3. Смоликова Г.Н. Каротиноиды семян: синтез, разнообразие и функции / Г.Н. Смоликова, С.С. Медведев // Физиология растений. – 2015. – Т.62. – № 1. – С. 3-16.
4. Dong C.H. Allelic variation at the TaZds-A1 locus on wheat chromosome 2A and development of a functional marker in common wheat / C.H. Dong, Z.Y. Ma, X.C. Xia, L.P. Zhang, Z.H. He // J. Integr. Agric. – 2012. – 11. – P.1067–1074.

Научная статья

УДК 633.854.78:631.527

Е.Е. Костина, О.В. Ткаченко

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

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ
КУЛЬТИВИРОВАНИЯ НЕЗРЕЛЫХ ЗАРОДЫШЕЙ *IN VITRO*
ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДА ЭМБРИОКУЛЬТУРЫ
У ПОДСОЛНЕЧНИКА**

Аннотация. Эмбриокультура *in vitro* – перспективное биотехнологическое направление, которое может применяться для ускорения селекционного процесса подсолнечника. В статье представлена оценка оптимальных параметров культивирования незрелых зародышей *in vitro* при круглогодичном выращивании подсолнечника в условиях закрытого грунта. Изучено влияние гормонов в составе питательной среды на формирование растений-регенерантов. Проведен подбор условий для адаптации растений-регенерантов к выращиванию в почве после культивирования *in vitro*.

Ключевые слова: подсолнечник, эмбриокультура, незрелые зародыши, культура *in vitro*

Е.Е. Kostina, O.V. Tkachenko

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

**DETERMINATION OF OPTIMAL PARAMETERS FOR
THE CULTIVATION OF IMMATURE EMBRYOS IN VITRO FOR
THE USE OF THE SUNFLOWER EMBRYO CULTURE METHOD**

Annotation. *In vitro* embryoculture is a promising biotechnological direction that can be used to accelerate the sunflower breeding process. The article presents an assessment of the optimal parameters for *in vitro* cultivating immature embryos during year-round cultivation of sunflower in a greenhouse. The effect of hormones in the nutrient medium on the formation of regenerated plants was studied. The conditions for smooth adaptation of regenerated plants to growing in soil after sterile *in vitro* cultivation conditions were selected.

Key words: sunflower, embryo culture, immature embryos, *in vitro* culture

Подсолнечник является основной масличной культурой на территории Российской Федерации. Современная селекция сортов и гибридов подсолнечника направлена на увеличение урожая и пищевых качеств семян. В настоящее время ускорение и оптимизация селекционного процесса требуют применения биотехнологических методов. Одним из них является эмбриокультура *in vitro* – культивирование незрелых зародышей на искусственной питательной среде в асептических условиях *in vitro*.

Метод эмбриокультуры – единственный практически значимый способ получения растений-регенерантов в культуре *in vitro*, позволяющий при относительно незначительных затратах и исключении этапа дедифференциации получать жизнеспособные растения-регенеранты, пригодные для высадки в грунт (Dagustu et al., 2012). Метод включает культивирование зиготических эмбрионов для индукции органогенеза или соматического эмбриогенеза, что имеет важное значение для создания новых линий подсолнечника с желаемыми характеристиками методами генетической инженерии или трансформации. С помощью этих методов уже были получены новые гибридные линии с улучшенными агрономическими характеристиками, такими как более высокое содержание масла и устойчивость к болезням (Encheva, 2013).

Особенно важное значение этот метод приобретает при круглогодичном выращивании подсолнечника в условиях защищенного грунта для ускорения селекционного процесса (Encheva, 2013). С помощью культуры незрелых зароды-

дышей можно добиваться существенного сокращения периода одной генерации, за счет исключения периода созревания и покоя семян.

Многие авторы изучали оптимальные условия для культивирования незрелых зародышей и последующей адаптации взрослых растений (Dagustu, 2018). Тем не менее остаются проблемы, особенно в оптимизации условий для различных эксплантов и обеспечении стабильных результатов у разных линий подсолнечника (Aurori et al., 2020).

Целью исследований являлось определение оптимальных параметров культивирования незрелых зародышей *in vitro* для использования метода эмбриокультуры при круглогодичном выращивании подсолнечника в условиях закрытого грунта.

Донорные растения подсолнечника выращивали в условиях фитотронно-тепличного комплекса. Семянки отбирали на 10, 14 и 20 сутки после цветения, из крайних рядов корзины. Экспланты стерилизовали раствором гипохлорита натрия NaOCl (коммерческий препарат Белизна) в течение 15 минут, промывали стерильной дистиллированной водой 3-4 раза. Незрелые зародыши в стерильных условиях вычленили и помещали на питательную среду Мурасиге-Скуга с добавлением гормонов 6-БАП, ИУК или без них (контроль). Культивирование проводили при освещении люминесцентными фитолампами Osram FLUORA T8 1400 lm (Германия) с продолжительностью периодов день/ночь 16/8 часов при температуре 24 °C и влажности воздуха 60 %. Через 20 суток растения отмывали от питательной среды и помещали на сутки в дистиллированную воду, а затем высаживали в почву. Культивирование растений *in vivo* проводили в условиях, аналогичных описанным выше.

Результаты анализов эксперимента показали, что на питательной среде без гормонов выход растений регенерантов составил от 85 до 97 %. При наличии равных условий растения формировали нормальный побег и корневую систему.

На варианте питательной среды с добавлением БАП 0,25 мг/л и ИУК 1 мг/л выход регенерантов составил от 82 до 100 %. При нормально развитой

корневой системе на растениях образовывались дополнительные побеги, которые впоследствии при выращивании в грунте деформировались и полноценных семян не сформировали.

В варианте среды с добавлением БАП 0,5 мг/л и ИУК 2 мг/л выход растений регенерантов составил от 60 до 82 %. На растениях также формировались дополнительные верифицированные побеги, корневая система была плохо развита, вместо корней частично образовывался каллус.

Возраст эксплантов также оказывал существенное влияние. Из 10-ти суточных семян выход растений составил от 60 до 85 %, из 14 суточных – от 82 до 100%, а из 20 суточных – от 80 до 90 % растений-регенерантов.

Выращенные в почве растения образовывали корзинки диаметром около 6 см, нормально цвели и сформировали семена. Небольшой диаметр корзинок вероятно объясняется небольшим объемом почвы используемых сосудов, но это требует дальнейшего изучения.

Таким образом, эксперимент показал, что оптимальными эксплантами для получения растений-регенерантов являются незрелые 14 суточные зародыши, выращенные на питательной среде Мурасиге-Скуга без гормонов или с низким содержанием гормонов.

Список литературы

1. Adriana, Aurori., Imola, Molnar., Elena, Rakosy-Tican. The effect of auxins in inducing organogenesis or somatic embryogenesis in mature sunflower zygotic embryo derived apex. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 2020, vol. 48, no 1, pp. 150-161. doi: 10.15835/NBHA48111591

2. Dagustu, N., Bayram, G., Sincik, M., et al. The short breeding cycle protocol effective on diverse genotypes of sunflower (*Helianthus annuus* L.), *Turkish Journal of Field Crops*, V. 17, No. 2, 2012, pp. 124–8.

3. Dagustu, N. In Vitro Tissue Culture Studies in Sunflower (*Helianthus* spp.). *Ekin Journal of Crop Breeding and Genetics*, 2018, vol. 4, no. 1, pp. 13-21.

4. Encheva, J. Application of Method Embryo Culture in Combination with Gamma Irradiation and Ultra Sonic (Part II) *Helia*, 2014, vol. 37, no. 60, pp. 17-36. doi: 10.1515/helia-2014-0002

© Костина Е. Е. , Ткаченко О.В., 2025

Научная статья

УДК 633.854.78:631.527

Е.Е. Костина, Ю.В. Лобачев, О.В. Ткаченко

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

ИЗУЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ И ГЕНЕТИЧЕСКИХ АСПЕКТОВ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ КЛЕТОК И ТКАНЕЙ *IN VITRO* ПОДСОЛНЕЧНИКА

Аннотация. Использование биотехнологических приемов является актуальным приемом в селекции растений. Они позволяют сократить продолжительность этапов селекционного процесса, увеличить спектр генетического разнообразия и повысить эффективность отбора. Изучены технологические и генетические аспекты культивирования клеток и тканей подсолнечника *in vitro*. Определен оптимальный углеводный состав культивирования пыльников и незрелых зародышей *in vitro*. Отмечен значительный эффект генотипа на процессы каллусогенеза и регенерации подсолнечника *in vitro*.

Ключевые слова: подсолнечник, культура пыльников *in vitro*, культура соматических тканей, каллусогенез, регенерация, углеводы, генотип.

Е.Е. Kostina, Yu.V. Lobachev, O.V. Tkachenko

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

STUDY OF TECHNOLOGICAL AND GENETIC ASPECTS OF *IN VITRO* CULTIVATION OF SUNFLOWER CELLS AND TISSUES

Annotation. The use of biotechnological techniques is a relevant technique in plant breeding. They make it possible to shorten the duration of the stages of the breeding process, increase the range of genetic diversity and increase the efficiency of selection. The technological and genetic aspects of the cultivation of sunflower cells and tissues *in vitro* have been studied. The optimal carbohydrate composition of the cultivation of anthers and immature embryos *in vitro* has been determined. A significant effect of the genotype on the processes of callus formation and regeneration of sunflower *in vitro* was noted.

Key words: sunflower, *in vitro* anther culture, somatic tissue culture, callusogenesis, regeneration, genotype.

Подсолнечник является одной из ведущих сельскохозяйственных культур Российской Федерации и мира. Для того чтобы создать новые высокопродуктивные сорта и гибриды подсолнечника традиционными методами селекции необходимо затратить несколько лет. Использование биотехнологических приемов является актуальным на сегодняшний день, так как они позволяют сократить продолжительность этапов селекционного процесса, увеличить спектр генетического разнообразия и повысить эффективность отбора (Mauro Durante et al., 2002; Гаврилова, В.А., Анисимова, И.Н. 2003). Но массовое практическое использование биотехнологических методов в генетике и селекции подсолнечника сдерживается отсутствием универсальных и эффективных технологий культивирования клеток и тканей *in vitro*. Необходимо дальнейшее изучение генетических и технологических аспектов культивирования подсолнечника *in vitro*.

Целью исследований являлось изучение технологии культивирования *in vitro* генеративных и соматических тканей селекционных линий подсолнечника.

Материалом исследований служили линия ЮВ-28Б, экспериментальные и почти изогенные линии подсолнечника, несущие гены короткостебельности и окраски язычковых цветков. Все перечисленные линии созданы в ФГБНУ «ФАНЦ Юго-Востока» Лобачевым Ю.В. и соавторами.

Во всех опытах донорные растения исследуемых генотипов выращивали в полевых условиях. Посев производили вручную с расстоянием между рядками 0,45 м, длиной рядка 1,20 м и расстоянием между растениями 0,30 м. В период вегетации проводили прополки, подкормки и поливы.

Для изучения влияния концентрации углеводов и генетических факторов на процесс каллусогенеза в генеративных тканях (пыльниках) *in vitro* подсолнечника, корзинки донорных растений срезали, когда их размер достигал 4-5 см в диаметре. Из цветков, предварительно простерилизованных корзинок, в асептических условиях ламинар-бокса вычленили неокрашенные пыльники и помещали на индукционную питательную среду. Пыльники культивировали при температуре 26°C в условиях темноты. Затем полученные структуры переносили на среду для регенерации. В конце пассажа подсчитывали количество каллусов с зонами морфогенеза, почками, листовидными структурами и корнями (Костина с соав., 2014).

Для изучения влияния консистенции питательной среды на процесс каллусогенеза и последующей регенерации в культуре соматических клеток и тканей *in vitro* подсолнечника, когда начиналось цветение корзинок изолировали, затем через две недели после начала цветения их срезали. Из крайних рядов корзинок выбирали окрашенные семянки и стерилизовали. Незрелые зародыши в стерильных условиях ламинар-бокса вычленили и помещали на питательную среду с агаром и без него (Костина с соав., 2013, Лобачев с соав., 2014).

Во всех опытах первый анализ полученных структур проводили на 30 сутки культивирования. Последующие анализы проводили после второго, третьего и четвертого пассажей. Полученные экспериментальные данные прове-

денных опытов обрабатывали методом двухфакторного дисперсионного анализа с использованием пакета программ Agros 2.09 (Дружкин с соав., 2013).

Эффективность каллусогенеза пыльников зависела от углеводного состава питательной среды и эффекта генотипа. Применение сахарозы в концентрации 30 г/л по сравнению с мальтозой в среднем за 3 года существенно повышало каллусогенез у изученных линий: у линии стандарта на 61%, у остальных линий от 31 до 62 %, в среднем почти на 42 %. Скрининг линий с окраской язычковых цветков на среде с добавлением сахарозы 30 г/л показал, что все четыре линии достоверно превосходили линию стандарт по выходу каллуса от 7 до 21%, в среднем на 14%. На среде с добавлением мальтозы одна линия достоверно превосходила стандарт на 9,33 %, остальные линии находились на уровне стандарта.

При изучении влияния концентрации углеводов в питательной среде у короткостебельных линий подсолнечника все показатели каллусогенеза на пыльниках были достоверно выше на питательной среде с содержанием сахарозы 30 г/л, чем на питательной среде с содержанием сахарозы 60 г/л на 6,9%-16,3%. Установлено достоверное различие по влиянию генотипа. На питательной среде с сахарозой 30 г/л достоверно превышали линию-стандарт 5 изучаемых линий, остальные находились на уровне стандарта. На питательной среде с сахарозой 60 г/л достоверно превышали линию-стандарт 3 линии, а 7 линий находились на уровне стандарта.

Анализ экспериментальных данных в культуре соматических клеток показал, что на питательной среде без агара формировалась масса каллусных клеток неокрашенных и активно пролиферирующих. На твёрдой питательной среде с агаром преимущественно наблюдалась прямая регенерация побегов из клеток эксплантов, при этом каллус образовывался плотный и меньшего объёма. Рыхлые, оводнённые каллусы со временем подвергались некрозу. На морфогенных каллусах формировались плотные молочно-белого цвета зоны меристематической активности, которые после пассирования окрашивались и формировали почки.

Установлено достоверное различие по влиянию генотипа среди короткостебельных линий по показателю выход каллуса. На жидкой питательной среде по выходу каллуса достоверно превышали стандарт 8 линий, на уровне стандарта находились 2 линии. На твердой питательной среде с добавлением агар-агара по тому же показателю достоверно превышали стандарт 5 линий, другие 5 линий находились на уровне стандарта.

Последующий анализ растений-регенерантов также показал достоверное различие по влиянию генотипа на разных питательных средах. На жидкой питательной среде достоверно превышали линию-стандарт 4 короткостебельные линии, а 6 линий находились на уровне стандарта. На твердой питательной среде с добавлением агар-агара по тому же показателю достоверно превышали стандарт 4 линии, на уровне стандарта находились 2 линии, а 4 линии существенно уступили стандарту. В среднем за 3 года общий выход каллуса и растений регенерантов достоверно выше на 22,7% на твердой питательной среде с содержанием агар-агара, чем на жидкой питательной среде.

Результаты исследований показали, что эффект генотипа и углеводный состав оказывают значимое влияние на процессы каллусогенеза и регенерации подсолнечника *in vitro* в культуре пыльников и соматических тканей.

Список литературы

1. Гаврилова, В.А., Анисимова, И.Н. Генетика культурных растений. Подсолнечник – СПб, 2003. – 209 с.
2. Дружкин, А.Ф., Лобачев, Ю.В., Шевцова, Л.П., Ляшенко, З.Д. Основы научных исследований в растениеводстве и селекции // Учебное пособие. – ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2013. – 264 с.
3. Костина, Е.Е., Лобачев, Ю.В., Ткаченко, О.В. Влияние генотипа на морфогенез в культуре соматических клеток и тканей *in vitro* подсолнечника. Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова, 2013, № 5, С. 21-24.

4. Костина, Е.Е., Ткаченко, О.В., Лобачев, Ю.В. Изучение влияния маркерных генов и сахарозы на эффективность гаплоиндукции в культуре пыльников подсолнечника *in vitro*. Плодоводство и ягодоводство России, 2014, Т. 40, № 1, С. 180-184.

5. Лобачев, Ю.В., Костина, Е.Е., Ткаченко, О.В. Влияния консистенции питательной среды и генетических факторов на морфогенез подсолнечника *in vitro*. Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований, 2014, № 3-2, С. 60-61.

6. Mauro Durante, Gian Paolo Vannozzi, Claudio Pugliesi and Rodolfo Bernardi The role of biotechnologies in the development of sunflower cultures in the world // Helia. – 2002. – V. 25. – Is. 36. – P. 1-28.

© Костина Е. Е. , Лобачев Ю.В., Ткаченко О.В., 2025

Научная статья

УДК 63.631

Ю.В. Лобачев

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

ИССЛЕДОВАНИЕ КОРОТКОСТЕБЕЛЬНОСТИ ПШЕНИЦЫ НА ЮГО-ВОСТОКЕ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ

Аннотация. В статье рассматриваются результаты генетических и селекционных исследований пшеницы, проведенные автором за двадцать лет.

Ключевые слова: генетика, селекция растений, пшеница.

Yu.V. Lobachev

Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

STUDY OF WHEAT SHORT-STEMMING IN THE SOUTH-EAST OF THE EUROPEAN PART OF RUSSIA

Annotation. The article discusses the results of genetic and plant breeding research of wheat conducted by the authors for twenty years.

Keywords: genetics, plant breeding, wheat.

В 2025 г. исполняется 100 лет со дня рождения известного в регионе ученого доктора биологических наук, профессора, Заслуженного деятеля науки Российской Федерации Вадима Андреевича Кумакова.

С профессором В.А. Кумаковым я познакомился в 1981 году, став сотрудником НИИСХ Юго-Востока, где проработал до 1993 года. На протяжении этого периода мне неоднократно приходилось общаться с ним по вопросам особенностей производственного процесса яровой мягкой пшеницы в условиях засушливого Поволжья. Это был высокоэрудированный, доброжелательный собеседник, который по-отечески относился к нам, молодым исследователям. За это ему большая благодарность и уважение.

В семидесятые годы прошлого века произошло важное планетарное событие – началась зеленая революция, связанная с переходом в аграрном секторе экономики многих стран мира на возделывание сортов пшеницы интенсивного типа. Во многом успехи зеленой революции были связаны с созданием и внедрением в производство короткостебельных сортов и технологий их возделывания. Большую роль в создании короткостебельных сортов сыграл известный американский селекционер, «отец зеленой революции» Норман Эрнест Борлуг, получивший в 1970 г. Нобелевскую премию мира за вклад в решение продовольственной проблемы на планете.

Идея перехода на выращивание короткостебельных сортов пшеницы ин-

тенсивного типа проникла и в Советский Союз. Однако прямое внедрение чужеземных короткостебельных сортов не дало результатов в силу неприспособленности их к нашим условиям возделывания. Поэтому во многих регионах СССР были начаты работы по созданию и изучению подобных сортов и технологий их выращивания. Пионером в этой работе был краснодарский селекционер дважды Герой социалистического труда академик П.П. Лукьяненко.

В НИИСХ Юго-Востока также приступили к исследованиям роли короткостебельности в повышении продуктивности яровой мягкой пшеницы. В лаборатории физиологии под руководством профессора В.А. Кумакова в восьмидесятые годы прошлого века изучали группы сортов от экстенсивного (преимущественно местные сорта) до интенсивного типа (сорта зарубежной селекции). С 1981 года мною в лаборатории генетики НИИСХ Юго-Востока под руководством доктора биологических наук профессора, Заслуженного деятеля науки Российской Федерации В.А. Крупнова проводились исследования по изучению эффектов генов короткостебельности (*Rht*-гены) на продуктивность и качество зерна и хлеба у яровой мягкой и твердой пшеницы.

Подходы к изучению проблем, связанных с короткостебельностью пшеницы, у профессоров В.А. Кумакова и В.А. Крупнова сильно отличались. В.А. Крупнов считал, что сравнивать между собой разные группы сортов пшеницы, различающихся не только по высоте растений, но и по целому набору других факторов (происхождение, адаптация к жестким условиям Поволжья, различия по устойчивости к абиотическим и биотическим факторам и другие) не позволяет соблюсти принцип единственного различия и выявить истинные эффекты короткостебельности. Поэтому в наших исследованиях основным методом анализа стал изогенный метод [1].

К тому времени подавляющее большинство короткостебельных сортов, созданных в международном центре улучшения пшеницы и кукурузы (СІММУТ), в Индии и других странах, имели в своем генотипе гены (один или два), происходящие от японского сорта Норин 10. Именно эти гены в большей степени превращали высокорослые сорта пшеницы экстенсивного типа в короткосте-

белые сорта интенсивного типа, способные на высоком агрофоне (отсутствие дефицита влаги, высокий фон удобрений, применение пестицидов) формировать рекордные урожаи зерна до 12-14 т/га. Поэтому мы стали создавать в базовом генофоне экстенсивного высокорослого сорта яровой мягкой пшеницы Саратовская 29 (уникальный сорт, который в годы своего расцвета занимал около 22 миллионов га площади в СССР) наборы почти изогенных по Rht-генам линий, а затем изучать их в полевых и лабораторных исследованиях в семи географических точках Поволжья, Урала и Сибири [1].

Приведу основные результаты наших двадцатилетних (1981-2000 гг.) генетико-селекционных исследований проблемы короткостебельности пшеницы.

В генофоне сорта Саратовская 29 были созданы наборы почти изогенных линий и аналогов сорта, различающихся аллелями локусов Rht 1, Rht 2, Rht 3, Rht 4, Rht 5, Rht 8, Rht 14, Rht A, Rht K, Rht ML, Rht PK, Rht R, Rht N, s 1, Q, а в генофоне сортов Харьковская 46 и Безенчукская 139 – наборы почти изогенных линий, различающихся аллелями локусов Rht 1, Rht 14, Rht Az.

Определены прямые эффекты 15 Rht-генов (часть генов была выявлена нами из других источников) у яровой мягкой пшеницы и 7 Rht-генов у яровой твердой пшеницы в условиях укороченного вегетационного периода Поволжья.

Определены эффекты взаимодействия аллелей разных Rht-локусов и предложен новый подход к анализу межлокусных взаимодействий аллелей разных Rht-генов.

Разработана новая классификация Rht-генов по их влиянию на долю длины колоса и междоузлий в высоте растения и определена норма реакции Rht-генов.

На уровне единичного аллеля показаны эффекты Rht-генов на урожайность зерна, качество зерна и хлеба, засухоустойчивость, стабильность, пластичность, гомеостатичность и взаимосвязь селекционных признаков пшеницы.

Определено влияние уровня ploидности генотипа на эффекты Rht-генов у пшеницы.

Разработана модель короткостебельного сорта яровой мягкой пшеницы.

Впервые в СССР были получены короткостебельные линии мягкой пше-

ницы, сочетающие ген Rht 1 и высокие хлебопекарные качества.

Предложены методы создания короткостебельных и высокорослых, устойчивых к полеганию форм пшеницы, на которые получены авторские свидетельства СССР (а.с. № 1685322 и а.с. № 1708205) [2, 3].

Линии, носители разных Rht-генов, были переданы в следующие научные учреждения: ВНИИ растениеводства им Н.И. Вавилова, Главный ботанический сад РАН, Институт цитологии и генетики СО РАН, Институт биохимии и физиологии растений и микроорганизмов РАН, Красноярский НИИСХ, Самарский НИИСХ им. Н.М. Тулайкова, Пензенский НИИСХ, НИИСХ Юго-Востока, Ершовская станция орошаемого земледелия, Краснокутская селекционно-опытная станция и др.

Главный вывод о роли короткостебельности в продуктивности пшеницы следующий. На высоком агрофоне короткостебельные сорта, демонстрирующие высокую устойчивость к полеганию, имеют увеличенный выход зерна с единицы площади за счет повышенной продуктивной кустистости, повышенной озерненности колоса, а самое главное, за счет перераспределения биомассы в пользу зерна (повышенный уборочный индекс). У лучших короткостебельных сортов доля зерна от общей надземной биомассы достигает 50% (у самых лучших до 67%), в то время как у высокорослых сортов экстенсивного типа этот показатель составляет 25-30%.

Результаты наших исследований изложены в монографии [1] и в более ста научных публикациях, часть из которых приведена ниже в списке литературы.

Список литературы

1. Лобачев Ю.В. Проявление генов низкорослости у яровых пшениц в Нижнем Поволжье / Под общ. ред. и с предисл. В.А. Крупнова. Саратов: Саратов. гос. агр. ун-т, 2000. 264 с., (100 табл., 39 рис., 425 библ.).

2. А.с. № 1685322. СССР. Способ получения короткостебельных форм мягкой пшеницы // Заявл. 19.12.1989 г. № 4770550/13. Авторы: Лобачев Ю.В., Крупнов В.А. Оpubл. 23.10.1991 г. Бюл. № 39.

3. А.с. № 1708205. СССР. Способ получения устойчивых к полеганию высокорослых растений пшеницы // Заявл. 23.10.1989 г. № 4750936/13. Авторы: Лобачев Ю.В., Крупнов В.А. Оpubл. 30.01.1992 г. Бюл. № 4.

4. Лобачев Ю.В. Влияние гена Rht 1 на некоторые селекционные признаки яровой мягкой пшеницы // Физиологические и генетические основы селекции. Сб. науч. тр. Саратов: НИИСХ Юго-Востока НПО «Элита Поволжья», 1984. С. 144-151.

5. Лобачев Ю.В., Воронина С.А., Германцев Л.А., Крупнов В.А. Урожайность и морфологические особенности яровой мягкой пшеницы под влиянием гена низкорослости // С.-х. биология, 1985, № 8. – С. 44-46.

6. Крупнов В.А., Лобачев Ю.В. Гены низкорослости и их проявление у пшеницы (обзор) // С.-х. биология, 1988, № 2. – С. 118-124.

7. Лобачев Ю.В., Крупнов В.А. Об использовании в селекции пшеницы гена низкостебельности Rht 1 // Селекция и семеноводство. М., 1989, № 4. – С. 17-19.

8. Лобачев Ю.В., Крупнов В.А. Аллельные отношения и эффекты шести генов низкорослости у пшеницы // Цитология и генетика, 1990, Т. 24, № 5. С. 28-32.

9. Крупнов В.А., Цапайкин А.П., Лобачев Ю.В., Ишина Г.Ф. Компоненты урожая и качество зерна короткостебельной яровой твердой пшеницы в Поволжье // Доклады ВАСХНИЛ, 1990, № 2. – С. 2-4.

10. Лобачев Ю.В., Мартынов С.П. Низкорослость и стабильность селекционных признаков у мягкой пшеницы // Генетика, 1990, Т. 26, № 12. – С. 2263-2265.

11. Лобачев Ю.В. Влияние уровня ploидности пшеницы на эффекты гена низкорослости // Генетика, 1994. Т. 30, приложение. – С. 90.

12. Лобачев Ю.В., Крупнов В.А., Вьюшков А.А. К вопросу об использовании гена Rht 1 в селекции яровой мягкой пшеницы в Поволжье // С.-х. биология, 2000, № 1. – С. 37-40.

13. Lobachev Yu.V., Vertikova E.A., Zavarzin A.I., Krupnova O.V. Studies

and selection of Rht-genes for breeding short-stemmed spring bread wheats of the Volga region // J. of Huazhong Agricultural University, CHINA. 2000. V. 19, No. 3. P. 209-212.

14. Евсеева Н.В., Ткаченко О.В., Лобачев Ю.В., Фадеева И.Ю., Щеголев С.Ю. Биохимическая оценка морфогенетического потенциала каллусных клеток пшеницы *in vitro* // Физиология растений, 2007. Т. 54, № 2. – С. 306-311.

15. Лобачев Ю.В. Развитие идей академика Н.И. Вавилова в генетических и селекционных работах кафедры «Растениеводство, селекция и генетика» Саратовского госагроуниверситета // Вестник Саратовского агроуниверситета им. Н.И. Вавилова, 2012. № 10. – С. 8-10.

© Лобачев Ю.В.

Научная статья

УДК 634.11

Е.В. Лялина, Д.А. Тайляков

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

СОРТОИЗУЧЕНИЕ ЯБЛОНИ В УСЛОВИЯХ ХВАЛЫНСКА

Аннотация. В статье представлены сорта яблони и приведена сравнительная характеристика изучаемых сортов в условиях Хвалынска

Ключевые слова: яблоня, сортообразцы, фенология, зимостойкость, засухоустойчивость, урожайность, мучнистая роса, парша, заболевания.

E. V. Lyalina., D. A. Tailyakov

Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

VARIETY STUDY OF APPLE TREES IN KHVALYNSK

Annotation. The article presents apple tree varieties and provides comparative characteristics of the studied varieties in the conditions of Khvalynsk.

Keywords: apple tree, cultivars, phenology, winter hardiness, drought resistance, yield, powdery mildew, scab, diseases.

Издавна Саратовская область славилась садами. В области существовало научно-производственное объединение «Плодопром» в которое входило 27 специализированных хозяйств, 7 питомников и опытная станция по садоводству. Урожайность в этих хозяйствах была не ниже 100 ц /га, а в отдельные годы достигла до 150 и более центнеров с га. В хозяйствах имелись пункты переработки, которые выпускали соки, варенья и плодово – ягодные вина. В связи с реорганизацией эта система нарушена.

В настоящее время агропромышленный комплекс России и народное хозяйство в целом находятся в кризисном состоянии. Это повлияло на снижение эффективности садоводства. Существенно снизились площади под садами, снизилась их продуктивность, ухудшилось качество плодов. В таком же положении оказались сады и в Саратовской области.

Улучшить сортовой состав яблони промышленных насаждений можно интродукцией лучших сортов или созданием новых сортов в данных почвенно – климатических условиях.

Цель наших исследований отобрать лучшие сорта яблони на коллекционном участке для промышленных садов Саратовской области.

Различные виды дикой яблони возникали и формировались в нескольких точках земного шара, о чём говорит наличие 4-х важнейших очагов формообразования яблони: переднеазиатского (Закавказье), азиатского, среднеазиатского (горный Туркменистан) и североамериканского [6].

Из этих очагов яблоня распространилась по всему миру.

Яблоня относится к роду *Malus*, семейству Розанные (*Rosaceae*), подсемейству Яблоневоы (*Pomoideae*Focke). Род включает 50 видов. Все сорта обра-

зовались от небольшого числа дикорастущих видов

Интенсификация производства предъявляет новые требования к промышленным сортам яблони. Сорт должен в максимально возможной степени обладать комплексом хозяйственно – ценных признаков, иметь высокую экономическую эффективность в данных природно – климатических условиях [4].

В Средней и Поволжской зонах промышленного садоводства основными требованиями к сортам являются:

1. Устойчивость к местным климатическим условиям;
2. Экологическая приспособленность к более широкому ареалу возделывания;
3. Достаточная устойчивостью сорта по урожайности и качеству плодов к неблагоприятным условиям погоды в период вегетации, длительной засухи и др.;
4. Отзывчивость сорта на агротехнические мероприятия;
5. Иммуитет к парше, мучнистой росе на основе эффективных генов устойчивости;
6. Сила роста дерева должна быть обычной или лучше со спуровым типом плодоношения, с кроной, удобной для механизированного ухода и съёма урожая;
7. Сорт должен быть скороплодным, с началом вступления в плодоношение на 3 – 4 – й год;
8. Сорт также должен обладать самоплодностью, гарантирующей получение ежегодных, равноценных урожаев по 250 ц/га;
9. Сортас позднезимним и раннелетним сроком созревания плодов, пригодны для потребления в свежем виде и переработке, с повышенным содержанием сахаров, биологических активных веществ;
10. Масса плода (150 – 200 г), привлекательность (4 – 5 балла), столово – десертный вкус (4 – 5 балла), стандартных (80 – 90%) плодов, высокая лёжкасть [5].

Данные приведены в таблице 1.

Таблица 1. -Требования к сортам яблони

№ п/п	Основные хозяйственно-биологические признаки сортов	Фактические показатели лучших районированных сортов	Показатели сортов	
			к 2010 году	к 2020 году
1	Потенциальная урожайность, не менее, т/га	25	35	45 -60
2	Скороплодность, возраст вступления в плодоношение	6-7	5	3-4
3	Устойчивость к парше. Поражение в эпифитотийные годы паршой плодов, не более, балл, Листьев, %	2,0 40	1,0 10	1,0 10
4	Зимостойкость, степень подмерзания в особо суровые зимы, балл	2,5	1,5	1,5
5	Высота дерева, м	4-5	3-4	3-4
6	Качество плодов: а) средняя масса, г. б) привлекательность, внешний вид, балл в) дегустационная оценка, балл г) продолжительность хранения плодов (зимних и позднезимних сортов), месяцы д) содержание сахаров в плодах, % е) содержание аскорбиновой кислоты, мг/100г ж) содержание Р-активных веществ, мг/100г	120-140 4,3 4,2-4,4 5-6 10 22 140	120-160 4,6 4,6 7-8 12 30 200	150-200 4,8 4,8 9-12 12 30 200

Все предъявляемые требования к сортам дают возможность подобрать к каждой климатической зоне определенный сортимент. Сад яблони находится в Хвалынске схема посадки сада 7х3,5 м. Учёты и наблюдения над сортами проводились по методикам ВНИИС им. И.В. Мичурина и Орловского ИСПК по основным показателям: зимостойкость, состояние растений, урожайность и продуктивность, масса плода, устойчивость к грибным заболеваниям, продолжительность хранения плодов и фенологические наблюдения [2].

Таблица 2. - Фенологические наблюдения за сортами яблони

№ п/п	Сортообразец	Начало вегетации	Начало цветения	Конец цветения	Продолжительность цветения, дней	Срок созревания (съёмная зрелость)	Конец вегетации (листопад)	Длина вегетационного периода
1	Мельба	25.04	15.05	21.05	7	10.08	25.10	183
2	Мальт Багаевский	15.04	13.05	22.05	10	5.09	20.10	188
3	Орловское полосатое	25.04	15.05	20.05	6	1.09	25.10	183
4	Уэлси	20.04	16.05	22.05	7	25.08	20.10	183
5	Пепин шафранный	20.04	15.05	21.05	7	5.09	25.10	188
6	Кортланд	18.04	14.05	22.05	9	15.09	20.10	185
7	Беркутовское	20.04	15.05	20.05	6	15.09	25.10	188
8	Северный Синап	20.04	15.05	20.05	6	15.09	25.10	188

Таблица 3. - Урожайность сортов яблони

№ п/п.	Сортообразец	Цветение, балл	Плодоношение, балл	Урожай с одного дерева, кг
1	Мельба	4,5	2,0	37,6
2	Мальт Багаевский	5,0	3,6	43,2
3	Орловское полосатое	3,3	3,0	36,5
4	Уэлси	4,1	3,8	50,0
5	Пепин шафранный	3,3	3,0	36,5
6	Кортланд	4,2	3,2	38,6
7	Беркутовское	2,6	3,9	55,2
8	Северный Синап	4,0	3,9	32,0

Качественная характеристика плодов имеет большое значение в хозяйственной оценке сорта.

Важнейшими элементами характеристики сортов является внешний вид плодов, привлекательность, вкусовые качества, устойчивость к грибным и вирусным заболеваниям. Качество плодов во многом определяется погодными условиями, агротехникой, степенью поражения вредителями и болезнями, но всё же это сортовой признак.

Таблица 4. – Оценка сортов по качеству плодов

№ п/п	Сортообразец	Высота плода, мм	Диаметр плода, мм	Масса плода, г	Максимальная масса плода, г
1	Мельба	70	62	102	130
2	Мальт Багаевский	53	60	90	120
3	Орловское полосатое	62	75	110	135
4	Уэлси	58	60	120	130
5	Пепин шафранный	50	65	80	100
6	Кортланд	85	90	120	150
7	Беркутовское	93	84	130	240
8	Северный Синап	55	50	90	120

Таблица 5- Климатические условия Хвалынского района проведения опыта (по метеостанции аэропорт Гагарин 2024)

Месяцы	Температура воздуха, °С			Сумма осадков, мм	Относительная влажность воздуха, %
	средняя	max	min		
Январь	-6,9	3,0	-7,0	35,0	83
Февраль	-9,3	-11,0	-16,0	30,1	82
Март	-2,8	14,0	-7,0	29,6	81
Апрель	9,1	28,0	1,0	24,0	62
Май	19,2	23,0	0,0	35,7	55
Июнь	20,0	22,3	17,0	37,7	56
Июль	21,7	35,1	20,5	48,0	52
Август	24,4	32,0	15,6	40,0	62
Сентябрь	13,6	21,0	9,4	26	64
Октябрь	6,6	9,0	-2,0	19,0	74
Ноябрь	1,2	3,9	-5,7	23,4	83
Декабрь	-5,7	4,9	-7,7	30,1	80
За год	7,6	15,4	1,5	31,6	69,5

Данные погодные условия позволили грибным заболеваниям комфортно перезимовать и в весенний период развиваться на яблоне в течение вегетации.

На семечковых культурах встречаются чаще всего два основных заболевания парша и мучнистая роса.

Парша вызывается патогенном *Venturia inaequalis* грибного происхождения. Поражаются листья, плоды, плодоножка, черешки листьев, цвет, особенно в годы с влажными и тёплыми весной и летом. Наиболее восприимчивы к парше листья в первые 25 дней их роста. На листьях образуются округлые, расплывчатые зеленовато-оливковые бархатные пятна, в начале мелкие, а затем увеличивающиеся в размерах. Плоды заражаются от листьев. На них появляются округлые, чёрно очернённые пятна, они постепенно увеличиваются в объеме, затем их ткань пробковеет и растрескивается. У плодов, поражённость паршой резко снижается товарность. ЭПВ при первых симптомах заболевания [3]. Поражение паршой листьев у всех сортов было незначительное, а поражение плодов в целом не превышало 0,5 балла.

Таблица 6. –Экономические пороги вредоносности по заболеваниям яблони

Вредный объект	Фаза развития растения, время года	Экономический порог вредоносности
Парша <i>Venturia inaequalis</i> (Cooke) G. Winter	Зеленый конус и далее	При первых признаках болезни
Мучнистая роса <i>Podosphaera leucotricha</i> (Ellis & Everh.) E.S. Salmo	В период вегетации	При первых признаках болезни

Мучнистая роса вызывается патогеном *Podosphaera leucotricha* грибного происхождения. Первичная инфекция проявляется в ранневесенний период. Из почек, в которых зимовал возбудитель, формируются укороченные побеги с узкими листьями. Мучнистый налет заметен с появления первых листьев, становится все более интенсивным, поражаются другие органы растения. Пораженные цветки деформированы, не дают завязь. Вторичная инфекция: при конидиальном спороношении заражаются здоровые листья и побеги. Повторяется до конца вегетационного периода. На плодах патоген формирует ржавую сеточку, что снижает их качество. Экономический порог вредоносности при первых симптомах заболевания [1].

Мучнистая роса в большей степени наблюдалась на летнем сорте Мальт Багаевский. Это отразилось на однолетних приростах данного сорта. Среди зимних сортов только Кортланд имел поражение - 1 балл.

Заключение

1. По основным требованиям, которые предъявляются к сортообразцам в испытании принимали участие следующие сорта яблони: Мельба, Мальт Багаевский, Орловское полосатое, Уэлси, Пепин шафранный, Кортланд, Беркутовское и Северный Синап.

2. Начало вегетации у всех сортов яблони варьировало с 15.04 до 25.04; начало цветения по сортам существенно не отличалось с 13.05 до 15.05; продолжительность цветения - от 6 до 10 суток; съемная зрелость плодов у летних и зимних сортов была растянута с 10 августа по 15 сентября; длина вегетационного периода не превышала 188 суток.

3. Оценка сортов яблони по массе плода и урожайности показала, что минимальный размер плода у сорта Пепин Шафранный -80-100 г, а максимальный размер плода у сорта Беркутовское – 130-240 г. По урожайности выделились два сорта: Уэлси – 50 кг/с дерева и Беркутовское – 55 кг/ с дерева.

4. Необходимо подбирать фунгициды для защиты от грибных заболеваний яблони, так как это сильно отражается на качестве и количестве плодов.

Список литературы

1. Вдовенко, В. С. Устойчивость сортифта яблони к мучнистой росе и парше в условиях интенсивного сада Нижнего Поволжья / В. С. Вдовенко, Ю. Б. Рябушкин // 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, Саратов, 24–25 ноября 2020 года. – Саратов: Общество с ограниченной ответственностью "Амирит", 2020. – С. 74-76.

2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат. 1985.

3. Каширская, Н. Я. Развитие парши яблони и эффективность систем защиты в борьбе с ней / Н. Я. Каширская, А. М. Кочкина, А. А. Скрылев // Плодоводство и ягодоводство России. – 2018. – Т. 54. – С. 278-282.

4. Программа работ селекционного центра по плодовым, ягодным и цветочно - декоративным культурам в ЦЧР и Поволжье. – Мичуринск, 1992.

5. Седов Е.Н. Селекция и сортоведение садовых культур. / Сборник статей. – Орел.: ВНИИСПК, 1995.

6. Ульянищев М.И. Яблоня. 2-е изд. – М.: Колос, 1968. – 319 с.

7. rp5.ru Расписание погоды – [Электронный ресурс] – Электрон. текст. дан. – Режим

доступа:

[https://rp5.ru/Архив_погоды_в_Гагарине_\(аэропорт\),_METAR](https://rp5.ru/Архив_погоды_в_Гагарине_(аэропорт),_METAR)

© Лялина Е.В., Тайляков Д.А., 2025

Научная статья

УДК 631.6

Д.А. Макаров

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

ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛИМЕРНЫХ ГРАНУЛ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ, ИХ ВЛИЯНИЕ НА ПОЧВУ И РАСТЕНИЯ

Аннотация. В данной работе анализируется применение полимерных частиц в аграрном секторе, в частности, рассматриваются их разновидности, методы применения и ключевые достоинства. Особое внимание уделяется экономической целесообразности внедрения данных материалов и технологий в сельское хозяйство. Также оценивается перспективность данного направления и потенциальные риски, связанные с использованием полимерных частиц. Анализ охватывает широкий спектр аспектов, позволяя оценить эффективность и безопасность применения полимеров в сельскохозяйственной отрасли. Рассматриваются как прямые выгоды, так и возможные негативные последствия для окружающей среды.

Ключевые слова: полимерные гранулы, гидрогели, водопоглощающие свойства, мульчирующие гранулы, гранулы с удобрением, преимущества применения полимерных гранул.

D.A. Makarov

Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

APPLICATION OF POLYMER GRANULES IN AGRICULTURE, THEIR INFLUENCE ON SOIL AND PLANTS

Abstract. This paper analyzes the use of polymer particles in the agricultural sector, in particular, their varieties, methods of application and key advantages are considered. Particular attention is paid to the economic feasibility of introducing these materials and technologies into agriculture. The prospects of this direction and potential risks associated with the use of polymer particles are also assessed. The analysis covers a wide range of aspects, allowing to evaluate the efficiency and safety of using polymers in the agricultural sector. Both direct benefits and possible negative consequences for the environment are considered.

Keywords: polymer granules, hydrogels, water-absorbing properties, mulching granules, fertilizer granules, advantages of using polymer granules.

Введение. В засушливых регионах Поволжья, где земледелие сопряжено с рисками, ключевое значение для урожайности имеет объем дождевых осадков в период активного роста растений. В связи с этим, актуальным становится исследование полимерных гидрогелей и гранулированных материалов, обладающих способностью накапливать влагу из почвы при набухании.

Эти материалы могут постепенно высвобождать накопленную влагу, обеспечивая растения необходимым увлажнением на протяжении всего цикла их роста и развития. Изучение и применение таких технологий может стать важным инструментом для повышения устойчивости сельского хозяйства в условиях недостаточного и нестабильного увлажнения. Данная статья направлена на обзор существующих исследований и практик применения полимерных гранул в сельском хозяйстве, а так же на анализ их преимуществ и недостатков.

Основная часть. В настоящее время проводятся активные исследования различных типов гидрогелей и гранулированных материалов, оцениваются их водопоглощающие свойства, скорость высвобождения влаги и влияние на рост и развитие различных сельскохозяйственных культур. Особое внимание уделяется разработке биоразлагаемых полимеров, которые, помимо улучшения водного режима почвы, способствуют ее аэрации и обогащению органическим ве-

ществом.

Полимерные гранулы представляют собой небольшие частицы, изготовленные из синтетических или природных полимеров. В сельском хозяйстве наиболее распространены следующие виды:

Гидрогели: полимеры, способны удерживать воду в почве, что особенно важно в условиях засухи. Исследования показывают, что использование гидрогелей может увеличить доступность влаги для растений, что способствует повышению их устойчивости к стрессовым условиям.

Применение гидрогелей и гранулированных материалов может осуществляться различными способами: от внесения в почву при посеве до обработки корневой системы рассады. Выбор оптимального способа зависит от типа почвы, климатических условий и особенностей выращиваемой культуры.

Мульчирующие гранулы: такие полимеры помогают контролировать рост сорняков, уменьшают испарение влаги и защищают корни растений от перепадов температуры. Это особенно актуально в условиях экстремальных климатических изменений.

Гранулы с удобрениями: содержат питательные вещества, которые постепенно высвобождаются в почву. Такие полимеры в связки с удобрениями обеспечивают медленное и равномерное высвобождение питательных веществ, что снижает риск вымывания удобрений и уменьшает необходимость в частом внесении. Это также способствует более эффективному использованию удобрений растениями.

Преимущества применения полимерных гранул: Экономия воды: полимерные гранулы значительно снижают потребность в поливе, что особенно важно в регионах с ограниченными водными ресурсами.

Увеличение урожайности: Улучшение условий для роста растений приводит к повышению их продуктивности.

Снижение затрат на удобрения: Более эффективное использование удобрений позволяет снизить их расход и затраты на сельскохозяйственное производство.

Экономическая эффективность применения таких материалов также является важным аспектом исследований. Необходимо учитывать стоимость гидрогеля или гранулированного материала, затраты на его внесение и потенциальное увеличение урожайности.

Внедрение технологий, основанных на использовании полимерных гидрогелей и гранулированных материалов, может стать важным шагом на пути к устойчивому земледелию в засушливых регионах Поволжья, обеспечивая стабильные урожаи даже в условиях дефицита влаги. Это позволит снизить зависимость от ирригационных систем и оптимизировать использование водных ресурсов.

Перспективным направлением является разработка композитных материалов, сочетающих в себе гидрогели и гранулированные удобрения. Такие материалы обеспечивают не только удержание влаги, но и постепенное высвобождение питательных веществ, что положительно сказывается на росте растений и снижает необходимость внесения дополнительных удобрений.

Однако, необходимо учитывать и потенциальные риски, связанные с применением полимерных гидрогелей. Важно проводить исследования по изучению их влияния на микробиоту почвы и на возможность накопления микропластика в окружающей среде. Разработка экологически безопасных и эффективных гидрогелей требует комплексного подхода, учитывающего все аспекты их взаимодействия с почвой и растениями.

Для успешного внедрения гидрогелевых технологий в сельское хозяйство необходимо проведение масштабных полевых испытаний в различных агроклиматических зонах. Это позволит оценить их эффективность в реальных условиях и разработать оптимальные рекомендации по применению для различных культур.

Выводы. В целом, применение гидрогелей и гранулированных материалов представляет собой перспективный подход к решению проблемы дефицита влаги в сельском хозяйстве и необходимости повышения урожайности. Однако для достижения максимальной эффективности и минимизации негативных по-

следствий необходимо проводить дальнейшие исследования и разработки. Дальнейшие исследования и разработки в этой области позволят создать эффективные и экологически безопасные технологии, способствующие устойчивому развитию земледелия в засушливых регионах.

Список литературы

1. Данилова, Т. Н. Влияние пролонгированного действия гидрогелей на водообеспечение и продуктивность зерновых культур / Т. Н. Данилова // Агрофизический институт: 90 лет на службе земледелия и растениеводства : Материалы международной научной конференции, Санкт-Петербург, 14–15 апреля 2022 года. – Санкт-Петербург: Агрофизический научно-исследовательский институт, 2022. – С. 560-564.

2. Данилова, Т. Н. Возможности применения полимерных гелей для повышения продуктивности сельскохозяйственных культур / Т. Н. Данилова, А. В. Аннабаева // Аграрные ландшафты, их устойчивость и особенности развития: Сборник научных трудов по материалам Международной научной экологической конференции, Краснодар, 24–26 марта 2020 года / Составитель Л. С. Новопольцева. Под редакцией И.С. Белюченко. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2020. – С. 540-542.

3. Данилова, Т. Н. Полимерные гели для управления водообеспеченностью пшеницы (*Triticum aestivum* L.) в разных экологических условиях / Т. Н. Данилова, Л. К. Табынбаева // Сельскохозяйственная биология. – 2019. – Т. 54, № 1. – С. 76-83.

4. Денисов, К. Е. Влияние внесения в почву полимерных влагоудерживающих гранул "AQUASORB" на рост и развитие растений огурца / К. Е. Денисов, И. С. Полетаев // Вклад ученых в повышение эффективности агропромышленного комплекса России : Международная научно-практическая конференция, посвящённая 20-летию создания Ассоциации "Аграрное образование и наука", Саратов, 31 октября – 02 2018 года. – Саратов: Общество с ограниченной ответственностью "Амирит", 2018. – С. 25-29.

5. Денисов, К. Е. Исследование эффективности применения полимерных влагоудерживающих гранул "AQUASORB" при выращивании томатов / К. Е. Денисов, И. С. Полетаев // Вклад ученых в повышение эффективности агропромышленного комплекса России : Международная научно-практическая конференция, посвящённая 20-летию создания Ассоциации "Аграрное образование и наука", Саратов, 31 октября – 02 2018 года. – Саратов: Общество с ограниченной ответственностью "Амирит", 2018. – С. 29-34.

6. Копытков, В. В. Исследования технологии получения дражированных семян с использованием композиционных полимерных препаратов / В. В. Копытков, В. Н. Коновалов // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 2016. – № 4(352). – С. 30-39.

7. Копытков, В. В. Технология получения дражированных семян с использованием композиционных полимерных составов / В. В. Копытков, Е. А. Калашникова // Вестник Московского государственного университета леса - Лесной вестник. – 2015. – Т. 19, № 6. – С. 20-27.

8. Леонов, В. Д. Взаимодействие беспозвоночных и синтетических полимеров в почве (обзор) / В. Д. Леонов, А. В. Тиунов // Экология. – 2020. – № 6. – С. 403-416.

9. Лопаткина, Е. В. Применение гидрогеля на этапе адаптации оздоровленных виноградных растений к нестерильным условиям / Е. В. Лопаткина, А. Н. Ребров // Русский виноград. – 2022. – Т. 20. – С. 33-40.

10. Лукин, А. Л. Влияние экологически безопасных полимерных материалов на показатели биологической активности почвы и урожайность ячменя в условиях ЦЧР / А. Л. Лукин, О. Б. Мараева // Закономерности развития современного естествознания, техники и технологий : Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции, Белгород, 30 января 2018 года / Под общей редакцией Е.П. Ткачевой. – Белгород: Общество с ограниченной ответственностью "Агентство перспективных научных исследований", 2018. – С. 66-68.

11. Максимов, А. Ю. Комплексные полимерные препараты для защиты

семян зерновых культур сельскохозяйственных растений / А. Ю. Максимов, Ю. А. Дубасова // Вестник Пермского университета. Серия: Химия. – 2023. – Т. 13, № 4. – С. 224-233.

12. Матийчук, В. Р. Применение гидрогеля для растений / В. Р. Матийчук, М. Ю. Карпухин // Вклад молодых ученых в развитие АПК : Сборник тезисов, подготовленный в рамках Всероссийской научно-практической конференции «Молодежь и наука – 2022», Екатеринбург, 15 марта 2022 года. Том 2. – Екатеринбург: Уральский государственный аграрный университет, 2022. – С. 69-71.

13. Никитина, М. А. Использование полимерных материалов в сельскохозяйственном производстве / М. А. Никитина, П. А. Голубцов // Студенческая наука - взгляд в будущее : Материалы XVI Всероссийской студенческой научной конференции, Красноярск, 26 марта 2021 года. Том Часть 2. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2021. – С. 3-5.

14. Перспективы использования инновационных форм удобрений, средств защиты и регуляторов роста растений в агротехнологиях сельскохозяйственных культур : Материалы докладов участников 10-й научно-практической конференции, Анапа, 03–07 сентября 2018 года / Под редакцией В.Г. Сычева. – Анапа: ООО "Плодородие", 2018. – 244 с.

15. Питиримова, Е. А. Применение полимеров в производстве удобрений пролонгированного действия / Е. А. Питиримова, Н. Н. Вершинина, А. А. Бурков // Технология органических веществ : Материалы 83-й научно-технической конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов (с международным участием), Минск, 04–15 февраля 2019 года. – Минск: Белорусский государственный технологический университет, 2019. – С. 85-86.

© Макаров Д.А., 2025

Научная статья

УДК 631.331

В.А. Милюткин

Самарский государственный аграрный университет, г. Кинель, Россия

АГРЕГАТ CENIUS (АО ЕВРОТЕХНИКА) ДЛЯ ТЕХНОЛОГИИ MINI-TILL ПРИ ПОВЕРХНОСТНОЙ ОБРАБОТКЕ С ПОЧВО- УГЛУБЛЕНИЕМ ПРИ ОПТИМАЛЬНОМ АГРЕГАТИРОВАНИИ

Аннотация. В статье рассматриваются конструктивные особенности агрегата Ceniус АО «Евротехника» для энерго-влаго-ресурсосберегающей технологии Mini-Till при минимальной обработке почвы, обеспечивающей эффективное возделывание сельскохозяйственных культур, особенно озимой пшеницы после пара по поздне-убираемым подсолнечнику или кукурузе с особым приоритетом в засушливых регионах, в частности для Поволжского региона - зон рискованного земледелия (Самарская, Саратовская, Волгоградская, Оренбургская и др. области).

Ключевые слова: сельхозкультуры, производство, технологии, Mini-Till, почво-обработка, агрегаты, Ceniус

V.A. Milyutkin

Samara State Agrarian University, Kinel, Russia

CENIUS UNIT (EUROTECHNIKA JSC) FOR MINI-TILL TECHNOLOGY FOR SURFACE TREATMENT WITH SOIL-DEEPENING WITH OPTIMAL AGGREGATION

Annotation. The article discusses the design features of the Ceniус unit of Eurotechnika JSC for the energy-moisture-resource-saving Mini-Till technology with minimal tillage, which ensures efficient cultivation of crops, especially winter wheat after

steam for late-harvest sunflowers or corn with a special priority in arid regions, in particular for the Volga region - risky zones agriculture (Samara, Saratov, Volgograd, Orenburg and other regions).

Keywords: agricultural crops, production, technologies, Mini-Till, soil treatment, aggregates, Cenius

Значительный подъем агропромышленного комплекса в России - особенно растениеводства со значительным участием в экспорте на мировом рынке по продуктам питания в последние годы решается за счет комплексного технико-технологического, экономического, кадрового и социального реформирования сельскохозяйственного сектора страны. Существенное место в развитии аграрной экономики занимают прежде всего инновационные технологии и сельхозмашинные комплексы. Их интенсивное внедрение позволило России успешно решать собственную продовольственную безопасность и за счет экспорта оказывать существенную помощь странам Мира продовольствием. В РФ выстроена эффективная научно-образовательно-производственно-кадровая система АПК в тесной связи с отечественным производством и интеграцией с мировым развитием, которая, к сожалению, в последние годы снижается в связи с санкционной политикой «недружественных» государств. Несмотря на данные обстоятельства, Самарский государственный аграрный университет, работая в содружестве с фирмой АО «Евротехника» (г. Самара) постоянно проводит исследования по совершенствованию технологий и техники для возделывания сельхозкультур. В частности, из большого перечня почвообрабатывающих машин университет подбирает, исследует и оптимизирует машинно-тракторные агрегаты для технологии минимальной обработки почвы Mini-Till с рыхлением и при необходимости углублением переуплотненных почвенных горизонтов энергосберегающими агрегатами с рыхлительными рабочими органами. Указанным требованиям полностью отвечает универсальный – за счет большого и разнообразного комплекта рабочих органов для обеспечения различных технологий культиватор Cenius АО «Евротехника» (рис.1). Он предназначен для по-

верхностной обработки стерни с почво-углублением до 30 см при необходимости. Конструктивно увеличенное свободное пространство под агрегатом при обработке стерневого поля обеспечивает беспрепятственный проход материала даже при большом количестве соломы. Трёхрядное расположение стоек с расстоянием между ними 28,5 см и легко-регулируемые выравнивающие диски позволяют переменное проведение поверхностной обработки стерни, глубокого рыхления и предпосевной подготовки. В зависимости от вида почвы используются различные катки для интенсивного крошения или обратного уплотнения.



Рис.1. Культиватор Cenius со сменными рабочими органами и катками

Культиватор Cenius разработан фирмой «Amazonen Werke» (Германия) и производится в г. Самаре предприятием АО «Евротехника» в навесном и прицепном вариантах различной ширины захвата от 4,0; 5,0; 6,0; 7,0 и 8,0 м с различными рабочими органами и прикатывающими катками (рис.1), (Табл.1).

Таблица 1 Техничко-технологическая характеристика культиваторов Ceniус

Ceniус-2ТХ		4003	5003	6003	7003	8003
Ширина захвата	мм	4000	5000	6000	7000	8000
Рабочая скорость	км/час	8-15	8-15	8-15	8-15	8-15
Производительность	га/час	3,2-6,0	4,0-7,5	4,8-9,0	5,6-10,5	6,4-12,0
Выработка, смена	га/10ч	32-60	40-75	48-90	56-106	64-120
Выработка, агросрок	га/5дн	160-300	200-375	240-450	280-530	320-600
Длина	мм	9300 – 10100				
Высота	мм	2800	3200	3700	4000	4600
Шаг следа зубьев	мм	308	294	286	280	276
Количество рядов зубьев		4	4	4	4	4
Расстояние между зубьями в ряду	мм	123	117	114	112	112
Тяговая потребность	л.с	160	250	300	350	400
Максимальная рабочая глубина	мм	80-300				

С увеличением ширины захвата CENIUS в два раза с 4,0 до 8,0 м мощность трактора и его класс также должны быть увеличены почти в два раза со 160 до 400 л.с. (рис.2а). Оптимальное соотношение мощности трактора с шириной захвата культиватора Ceniус при рекомендуемых рабочих скоростях от 8,0 до 15,0 км/час обеспечивает высокую производительность агрегата, при этом его производительность так же возрастает с ростом мощности трактора (рис.2б).

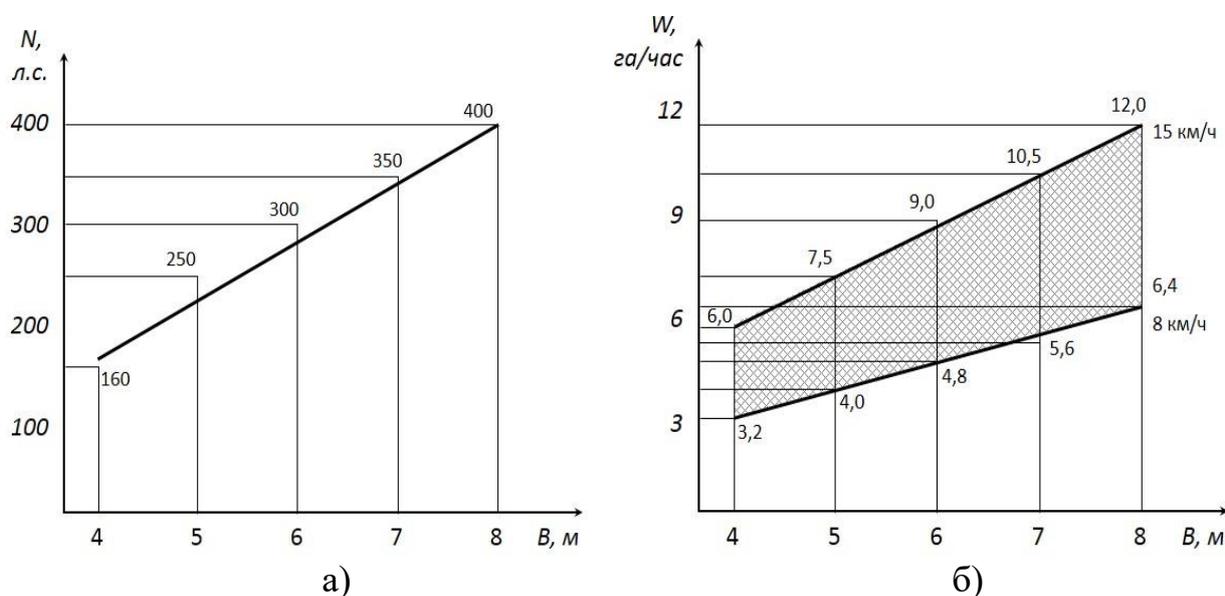


Рис. 2: а)-рекомендуемая мощность трактора в зависимости от ширины захвата

почвообрабатывающего агрегата- культиватора Senius; б)-производительность культиваторного агрегата в зависимости от его рабочей ширины захвата

Проведенный анализ тягового сопротивления различных по ширине захвата культиваторов Senius (табл.1), позволил подобрать энергетические средства - тракторы, имеющиеся в АПК для оптимального агрегатирования (рис.2а,б,в,г,д,е,ж,з): **Fendt** 1100MT (457-598 л.с.), Fendt 1000 Vario (396-517л.с.), Fendt 900 Vario MT(380-431л.с.), Fendt 900 Vario GQ (296-305л.с.), Fendt 700 Vario (144-237л.с.), Fendt 200 Vario (77-11л.с.); **Buhler Vetratile** 2375/2400 (Ростсельмаш); тракторы **Claas** максимальной мощностью 558 л.с. (410 кВт) с тяговым усилием более 22т: CLAAS ARION (140-165л.с.), AXION (189-400л.с.), XERION (430 л.с.); **Case IH** 500 Steiger(558л.с.), Quadtrac(508л.с.); **John Deere** – средней и высокой мощностью от 95 до 570 л.с. серии 6Ви6Н, 8R, 9R, 9RX.

Самарский ГАУ проводит на своих опытных полях (6 тыс. га) различные исследования по совершенствованию технологий возделывания основных сельскохозяйственных культур: пшеница (яровая, озимая), подсолнечник, кукуруза, соя).

Большой частью подготовка почвы под озимую пшеницу после подсолнечника с парованием проводится по технологии Mini-Till агрегатом Senius, а также дискатором Catros, что наряду с другими факторами, и в первую очередь обработкой посевов опрыскивателями и мультиинжектором «Туман» ООО «Пегас-агро» (г.Самара) жидкими удобрениями КАС-32 позволили получить урожайность озимой пшеницы сорта «Базис» в среднем за три года (2021-2023) на 12,4 и 25,7% больше, соответственно 57,3 и 64,1 ц/га чем при применении твердых удобрений - аммиачная селитра – 51,0 ц/га (рис.4).



а)



б)



в)



г)



д)



е)



ж)



з)

Рис. 3. Универсальные мульчирующие культиваторы Senius шириной захвата от 3 м до 8 м в агрегатах с различными по мощности тракторами при их оптимальной загрузке в соответствии с рекомендациями (Табл.1)

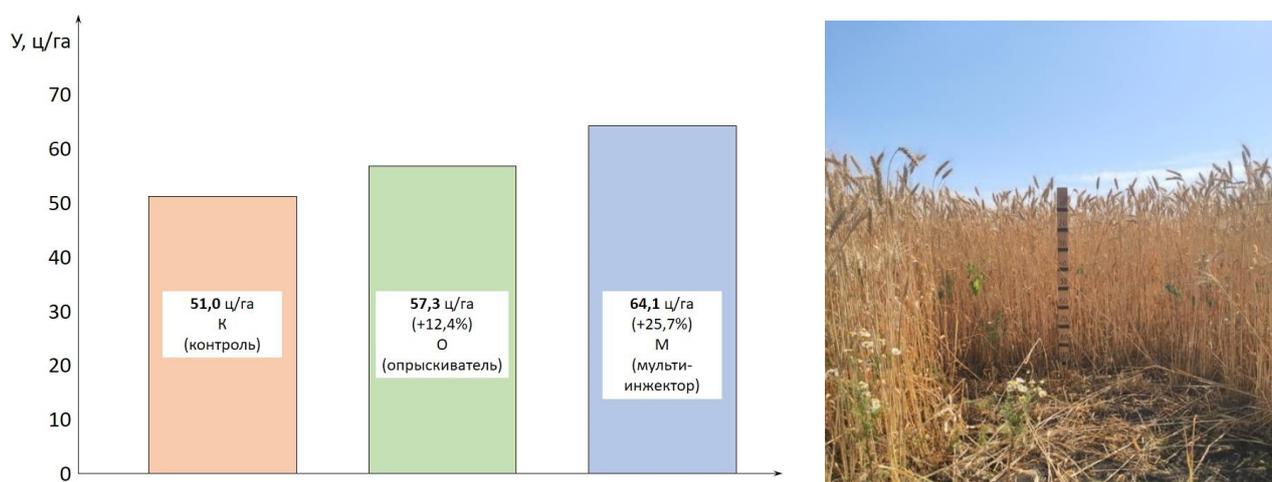


Рис. 4. Среднемноголетние (2021-2023гг) данные по урожайности озимой пшеницы сорта «Базис» по инновационной технологии

Выводы

Проводимые Самарским ГАУ исследования инновационных технических средств, удобрений, технологий позволяют рекомендовать производству перспективные агроприемы для повышения урожайности сельхозкультуры и снижения затрат на производство.

Список литературы

1. Милюткин В. А., Цирулев А. П. Возможности повышения продуктивности сельхозугодий влагосберегающими технологиями высокоэффективной техникой "Amazonen-Werke"//В сборнике: Современное состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса: материалы Международной научно-практической конференции. Министерство сельского хозяйства РФ; Курганская государственная сельскохозяйственная академия им. Т.С. Мальцева. Курган. 2016. С. 220-224. (61)

2. Милюткин В.А. Техничко-технологическое обеспечение эффективного посева озимой пшеницы при недостаточной влажности почвы// В сборнике: Оптимизация сельскохозяйственного землепользования и усиление экспортного потенциала АПК РФ на основе конвергентных технологий. Материалы Международной научно-практической конференции, проведенной в рамках Между-

народного научно-практического форума, посвященного 75-летию Победы в Великой отечественной войне 1941-1945 гг. Волгоград, 2020. С. 310-316. (0)

3. Милюткин В. А., Буксман В.Э., Г. В. Левченко Эффективность инновационного многофункционального технологического комплекса для обработки почвы и посева с одновременным внесением твердых и жидких минеральных удобрений / В. А. Милюткин, В. Э. Буксман, Г. В. Левченко // Аграрный научный журнал. – 2022. – № 8. – С. 85-89. (2)

4. Буксман В. Э., Милюткин В. А., Перфилов А. А., Толпекин С. А., Константинов М. М. Совершенствование конструкции рабочих органов и агрегатов для внутрпочвенного внесения минеральных удобрений||Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2018. № 2 (70). С. 127-130. (51)

5. Милюткин В. А., Цирулев А. П. Высокоэффективные немецкие почвообрабатывающие агрегаты CENIUS и CENTAUR по технологии академика Мальцева//В сб.: Пути реализации Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы. Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Курганской области. Под общей редакцией С.Ф. Сухановой. Курган. 2018. С. 922-928. (3)

6. Милюткин В.А., Буксман В.Э. Высокоэффективный агрегат для внутри-почвенного внесения удобрений XTender с культиватором Cenius-TX (Amazonen-Werke, АО "Евротехника") в технологиях No-Till, Mini-Till и гребне-гряде-вых//В сб.: Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК. Материалы XIV Международной научной конференции. Брянск. 2017. С. 488-493. (73)

7. Милюткин В.А., Буксман В.Э. Внутрпочвенное внесение удобрений агрегатом XTender с культиватором Cenius TX при высокоэффективном влагонакоплении//В сборнике: Аграрная наука - сельскому хозяйству. сборник статей: в 3 книгах. Алтайский государственный аграрный университет. 2017. С. 41-43. (74)

8. Milyutkin V.A., Buxmann V., Meskhi B.Ch., Rudoj D.V., Olshevskaya A.V.

Innovative complex for in-soil fertilizer X Tender+Cenius for Mini-Till technology//В сб.: XIV International Scientific Conference “Interagromash 2021”. Precision Agriculture and Agricultural Machinery Industry. Volume 1. Springer Verlag, 2022. С. 122-129.

9. Milyutkin V.A., Buxmann V., Mozgovoy A.V., Rudoi D.V., Olshevskaya A.V. Modern technology for cultivation of agricultural crops in zones of "risk farming" with conservation and accumulation of atmospheric moisture//В сборнике: XIV International Scientific Conference “Interagromash 2021”. Precision Agriculture and Agricultural Machinery Industry. Volume 1. Springer Verlag, 2022. С. 138-146. (23)

10. Milyutkin V.A., Sysoev V.N., Trots A.P., Guzhin I.N., Zhilsov S.N. Technical and technological operations for the adaptation of agriculture to global warming conditions// В сборнике: BIO Web of Conferences. International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2019). 2020. С. 00075. (50)

© Милюткин В.А., 2025

Научная статья

УДК 631.527.85

В.А. Мозлов^{1, 2}

¹Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

²ФГБНУ «ФАНЦ Юго-Востока», г. Саратов, Россия

СЕЛЕКЦИОННАЯ ОЦЕНКА СОРТОВ И ОБРАЗЦОВ ПРОСА ПОСЕВНОГО В УСЛОВИЯХ ЛЕВОБЕРЕЖЬЯ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация. В статье представлена селекционная оценка образцов проса посе-

ного селекции ФГБНУ «ФАНЦ Юго-Востока» и Федерального исследовательского центра Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова в условиях Левобережья Саратовской области. На основании полученных данных выявлены лучшие образцы по комплексу хозяйственно-ценных признаков.

Ключевые слова: просо посевное, сорта, комплекс хозяйственно ценных признаков

V.A. Mozlov^{1, 2}

¹Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

²Federal State Budgetary Scientific Organization «Federal Center of Agriculture Research of the South- East Region», Saratov, Russia

SELECTION EVALUATION OF VARIETIES AND SAMPLES OF MILLET IN THE CONDITIONS OF THE LEFT BANK OF THE SARATOV REGION

Annotation. The article presents a selection evaluation of millet samples bred by the Federal State Budgetary Scientific Organization «Federal Center of Agriculture Research of the South- East Region» and the Federal Research Center All-Russian Institute of Plant Genetic Resources named after N. I. Vavilov in the conditions of the Left Bank of the Saratov Region. Based on the data obtained, the best samples were identified for a set of economically valuable traits.

Key words: millet, varieties, set of economically valuable traits

Просо становится ведущим зерном благодаря своим питательным свойствам, способности адаптироваться к изменению климата и повышению продовольственной безопасности. Просо, которое исторически считалось основным продуктом питания, теперь признано за его роль в борьбе с заболеваниями, связанными с образом жизни, и улучшении состояния здоровья. Глобальное рас-

пространение проса, особенно в Индии, подчеркивает его важность для устойчивого сельского хозяйства и питания [4, 5]. По Нижневолжскому региону в настоящее время допущено к использованию 13 сортов проса посевного [1]. Но экстремальные климатические особенности Саратовской области требуют дальнейшей селекционной работы с этой культурой.

Целью данного исследования являлась селекционная оценка и выявление наиболее высокоурожайных образцов проса посевного с высокими хозяйственно-ценными признаками для условий Левобережья Саратовской области.

Исследования проводились в 2023-2024 годах на опытных полях ФГБНУ «ФАНЦ Юго-Востока».

В качестве объектов исследования использовали образцы проса посевного селекции ФГБНУ «ФАНЦ Юго-Востока» и Федерального исследовательского центра Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова». Образцы оценивали в мелкоделяночном опыте коллекционного питомника по комплексу селекционных признаков, по методике ВИР [3]. Результаты исследований подвергли статистической обработке методом однофакторного дисперсионного анализа [2].

Морфологические показатели образцов проса посевного приведены в таблице 1.

Таблица 1 Морфологические показатели сортов озимой твердой пшеницы

Образец	Высота растения, см	Длина метёлки, см	Озернённость, шт.	Период «всходы-цветение», сутки
К-7483	4,64ef	3,5i	321,00a	3,28ab
К-2732	4,54ab	2,98cde	426,00b	3,24a
К-7566	4,54ab	3,02ef	483,50c	3,26ab
Золотистое	4,53ab	2,88a	775,92g	3,43e
Сарбин	4,50a	2,87a	604,00e	3,40cde
К-10165	4,58bcd	3,16g	603,53e	3,37bcde
Атлет	4,51a	2,98bcde	522,50d	3,42e

Продолжение таблицы 1

К-7683	4,61def	3,22hi	311,50a	3,30abcd
Саратовское жёл- тое	4,55abc	3,07f	835,00i	3,45e
Саратовское 853	4,60cde	2,91a	810,50hi	3,40de
Саратовское 10	4,52a	2,85a	825,77i	3,43e
Саратовское 15	4,65f	2,98de	773,43fg	3,40de
F _{факт}	11,365*	41,698*	389,446*	4,620*
НСР ₀₀₅	0,047	0,065	32,392	0,109

Наибольшая высота растений наблюдалась у сорта Саратовское 15 и составила 105,6 см, наименьшая высота у образца К-7556 и составила 89,4 см. Высота остальных сортов варьировала от 90,8 см до 103,6 см.

Длина метёлок на растениях достоверно варьировало по сортам от 17,6 до 26,6 см шт. Образец К-7483 имел наибольшую длину метёлки, самая короткая метёлка оказалась у сорта Золотистое 17,6 см.

По количеству зерна с 1 метёлки образцы достоверно отличались друг от друга. Лидерами по озернённости метёлки являются сорта Саратовское желтое (846 штук), Саратовское 10 (839 штук) и Саратовское 10 (820 штук), они достоверно превысили остальные образцы, их показатель озернённости составили 846, 839, 820 шт. Минимальная озернённость установлена у образцов К-7483 и К-2732 и составила соответственно 328 и 437 шт.

По периоду «всходы-цветение» самым коротким периодом отличились образцы К-7483 и К-2732 по 26 дней. Образцом с самым протяженным периодом «всходы-цветение», является Саратовское желтое с 33 днями. У остальных сортообразцов период достоверно варьировал от 27 до 32 дней.

Урожайность и элементы ее структуры у сортов озимой твердой пшеницы приведены в таблице 2.

В условиях мелкоделяночного опыта по урожайности лидировал сорт Саратовское 15 и составил 14,23 т/га. Наименьшая урожайность наблюдалась у образца К-7683 и составила 3,77 т/га. Остальные изучаемые образцы варьиро-

вали от 4,65 до 14,14 т/га.

Таблица 2 Урожайность семян и элементы ее структуры сортов озимой твердой пшеницы

Образец	Урожайность, т/га	Вес метёлки, г	Вес зерна с 1 метёлки, г	МТЗ, г
К-7483	1,55b	1,29b	0,81b	1,97b
К-2732	1,97c	1,43c	1,23c	2,09de
К-7566	1,95c	1,57d	1,21c	1,98bc
Золотистое	2,57gh	2,03gh	1,85fg	2,11def
Сарбин	2,64hi	2,00g	1,91g	2,17ef
К-10165	2,72e	1,80f	1,54d	2,06cd
Атлет	2,12d	1,71e	1,36cd	2,06cd
К-7683	1,27a	1,11a	0,44a	1,70a
Саратовское жёлтое	2,61ghi	2,03gh	1,88g	2,10de
Саратовское 853	2,56fg	1,98g	1,85efg	2,08d
Саратовское 10	2,61ghi	2,01gh	1,98g	2,12def
Саратовское 15	2,67i	2,07h	1,98g	2,20f
F _{факт}	500,802*	214,357*	43,811*	23,707*
НСР ₀₀₅	0,065	0,07	0,235	0,082

Вес метёлки достоверно выше у сорта Саратовское 15 (8,07 г). Достоверно ниже значение у образца К-7683 и составило 3,20 г.

Наибольший вес зерна с 1 метёлки наблюдался у сортов Саратовское 15 (7,17 г) и Саратовское 10 (7,12 г). Наименьший вес зерна с 1 метёлки наблюдался у образцов ВИР К-7683, К-7483, К-2732, их показатели составили 1,90 г, 2,37 г, 3,58 г соответственно.

По массе 1000 зёрен значимо превосходили все изучаемые образцы сорта Саратовское 15 (9,12 г) и Сарбин (9,00 г). Высокая масса 1000 семян отмечена так же у сортов Саратовское 10 (8,48 г) и Золотистое (8,44 г). Значимо уступили образцы К-7683, К-7483, их показатели составили соответственно 5,84 и 7,24 г.

По итогам селекционной оценки по данным 2023-2024 года 6 образцов

показали высокую урожайность выше 13 т/га. Сорт Саратовское 15 по элементам продуктивности и урожайности оказался на уровне или выше районированных сортов.

Список литературы

1. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т.1. «Сорта растений» (официальное издание). – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2024. – 620 с.

2. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Изд. 5-е., перераб. и доп. М.: Альянс, 2014. 351 с.

3. Методические указания. Изучение мировой коллекции проса / Агафонов Н.П., Курцева А.Ф. / Под ред. Г.Е. Шмараева. – Л.: ВИР, 1988. – 30 с.

4. Dixit, P., & Ravichandran, R. (2023). The Potential of Millet Grains: A Comprehensive Review of Nutritional Value, Processing Technologies, and Future Prospects for Food Security and Health Promotion. *Journal of Wheat Research*. <https://doi.org/10.25174/2582-2675/2023/136711>

5. Shirahatti, D., & Sudha, N. (2023). Millet: a future leading grain – an analytical study (pp. 208–213). <https://doi.org/10.58532/v2bs8p2ch4>

© Мозлов В.А., 2025

Научная статья

УДК 551.583.16

С.В. Морозова¹, Н.П. Молчанова²; Д.А. Колесникова²; В.В. Безуглова²

¹Саратовский национальный исследовательский университет имени Н.Г. Чернышевского, г. Саратов Россия

²Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инже-

нерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

ОСОБЕННОСТИ УВЛАЖНЕНИЯ ПРАВОБЕРЕЖЬЯ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ В УСЛОВИЯХ НАСТОЯЩЕГО ПОТЕПЛЕНИЯ

Аннотация. В статье приводится повторяемость разных по условиям увлажнения месяцев вегетационного периода с апреля по сентябрь. Отмечается, что на фоне уменьшения степени континентальности климата в Правобережье области увеличивается повторяемость формирования засушливых условий и снижается повторяемость месяцев с условиями достаточного и избыточного увлажнения.

Ключевые слова: засушливость, достаточное увлажнение, гидротермический коэффициент, климатическая изменчивость

S.V. Morozova¹, N.P. Molchanova²; D.A. Kolesnikova²; V.V. Bezuglova²

¹Saratov National Research University named after N.G. Chernyshevsky Saratov, Russia

²Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

FEATURES OF MOISTURIZATION OF THE RIGHT BANK OF THE SARATOV REGION IN THE CONDITIONS OF THE CURRENT WARMING

Abstract. The article presents the frequency of different months of the vegetation period from April to September with different moisture conditions. It is noted that against the background of a decrease in the degree of continentality of the climate in the Right Bank of the region, the frequency of formation of arid conditions increases and the frequency of months with conditions of sufficient and excessive moisture decreases.

Keywords: aridity, sufficient moisture, hydrothermal coefficient, climatic variability

Настоящие климатические процессы, развивающиеся на нашей планете, указывают на разгоняющееся потепление [1-3]. Если рассмотреть изменения средней полушарной температуры за период регулярных метеорологических наблюдений, то можно установить, что наибольшая скорость роста приземной температуры зафиксирована с середины 70-х годов, известная как вторая волна глобального потепления [4].

На рис. 1 представлен временной ход средней приповерхностной температуры воздуха Северного полушария, построенный по данным сайта [12].

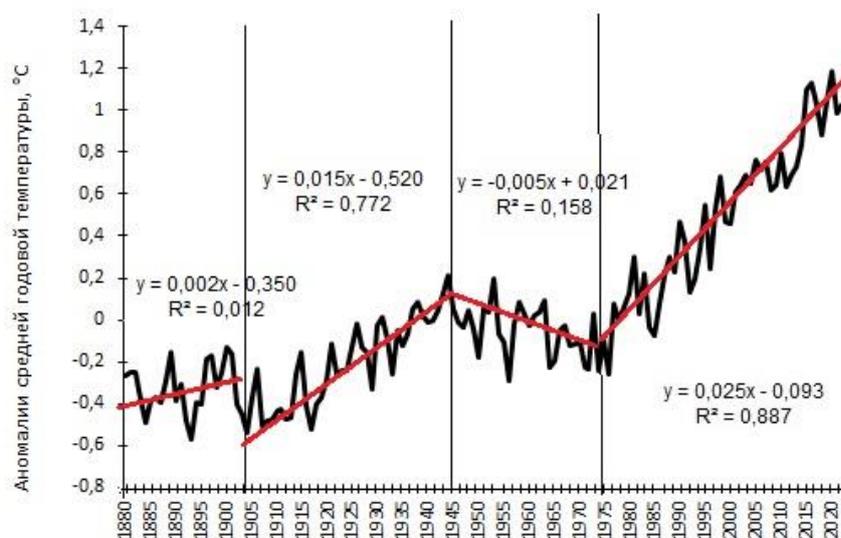


Рис. 1. Изменение средних годовых аномалий приземной температуры воздуха в Северном полушарии для естественных климатических периодов (по данным архива HadCRUT5 [5]).

Безусловно, глобальные климатические изменения не могут не проявляться и на уровне регионов. Во многих публикациях [6, 7] рассматриваются особенности изменения температуры, количества выпадающих осадков в Правобережье и Левобережье Саратовской области в различные естественные климатические периоды состояния земной климатической системы. Анализируется также изменение циркуляционных характеристик, режима облачности [8-10]. В отдельных публикациях делается акцент на изменение степени континентальности климата [11]. На рис. 2 представлено изменение степени континентальности климата по данным метеостанции Саратов Юго-Восток.

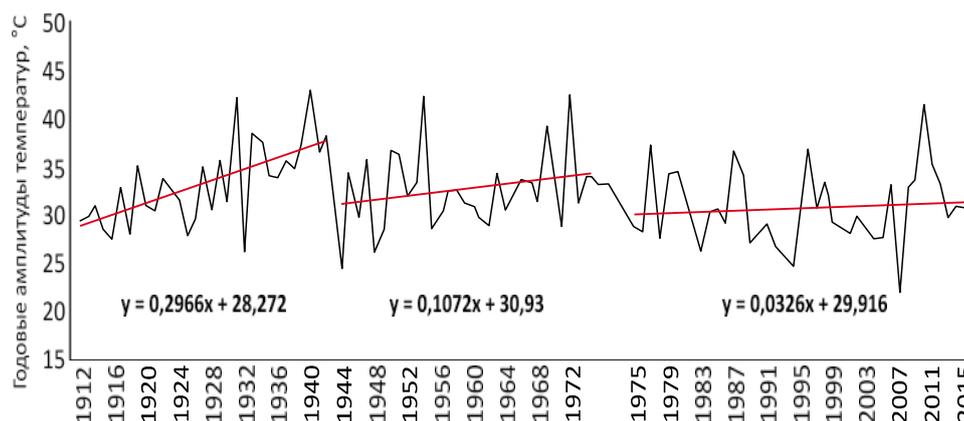


Рис. 2. Годовые амплитуды температур (по метеостанции Саратов Юго-Восток [12])

Как видно из рис. 2, в целом степень континентальности снижается. Объяснением этому является рост температур именно холодной части года, что является одной из особенностей современного потепления. Уменьшению степени континентальности климата обычно сопутствует увеличение влажности, повторяемости пасмурных дней.

В настоящей статье предполагается рассмотреть увлажнение в Правобережье Саратовской области по метеостанциям Росташи, Балашов, Октябрьский Городок за период 1966 – 2019 гг. Для оценки условий увлажнения территории использовался коэффициент увлажнения Селянинова (ГТК).

$$\text{ГТК} = \frac{10R}{\sum t_{\text{акт}}},$$

где R – сумма осадков

$\sum t_{\text{акт}}$ – сумма активных температур.

Гидротермические коэффициенты были рассчитаны для месяцев с апреля по сентябрь. Все значения ГТК были разбиты на три группы. В первую группу вошли значения ГТК, характеризующих засушливые и очень засушливые условия, $\text{ГТК} \leq 0,9$. Во вторую группу включены значения ГТК, соответствующие достаточному увлажнению ($1 \leq \text{ГТК} \leq 1,3$). В третьей группе $\text{ГТК} > 1,3$, соответствующие избыточному увлажнению.

В табл. 1 помещена повторяемость (число случаев) определенных значений ГТК за выбранный временной интервал, разбитый на десятилетние промежутки.

Анализ табл. 1 позволил заключить, что в апреле по станциям Правобережья заметна тенденция увеличения числа сухих месяцев и уменьшением повторяемости месяцев с избыточным увлажнением.

В мае, в отличие от апреля, какой-либо определенной тенденции изменения не обнаружено. Самыми сухими эти месяцы были в два периода – с 1981 – 1990 гг. и 1991 – 2000 гг. Укажем, что в эти два десятилетия наибольшую повторяемость имеют и самые влажные месяцы (табл. 1). Следует отметить, что в отличие от метеостанций Росташи и Балашов, в Октябрьском Городке преобладают условия избыточного увлажнения по сравнению с достаточным увлажнением.

Для июня, как и для апреля, заметна тенденция уменьшения повторяемости месяцев с избыточным увлажнением и увеличение повторяемости сухих условий от периода к периоду в Правобережье. Оказывается интересным, что в июне повторяемость сухих, нормально и избыточно увлажненных месяцев оказывается примерно одинаковой.

В июле и августе по сравнению с июнем в Правобережье снижается повторяемость месяцев с избыточным увлажнением, но возрастает число месяцев с увлажнением достаточным.

Для сентября можно отметить, что наибольшую повторяемость имеют сухие месяцы, а число месяцев с достаточным и избыточным увлажнением становится примерно одинаковым.

Таким образом, от десятилетия к десятилетию в Правобережье Саратовской области возрастает число месяцев с засушливыми условиями и снижается повторяемость месяцев с достаточным увлажнением. Это тем более интересно, так как замеченные тенденции развиваются на фоне уменьшения степени континентальности климата, что не характерно для процессов в земной климатической системе.

Таблица 1 Повторяемость (ч. сл.) различных по степени увлажнения лет по станциям Правобережья

Период	Росташи			Балашов			Октябрьский Городок		
	ГТК ≤ 0,9	1 ≤ ГТК ≤ 1,3	ГТК > 1,3	ГТК ≤ 0,9	1 ≤ ГТК ≤ 1,3	ГТК > 1,3	ГТК ≤ 0,9	1 ≤ ГТК ≤ 1,3	ГТК > 1,3
АПРЕЛЬ									
1966-1970	3	2	-	1	1	3	2	1	2
1971-1980	6	3	-	6	3	1	7	1	1
1981-1990	6	2	1	7	2	1	5	1	3
1991-2000	9	1	-	7	3	-	6	1	3
2001-2010	6	4	-	7	3	-	6	1	3
2011-2019	7	1	1	6	2	1	6	1	2
Всего	37	13	2	34	14	6	32	6	14
МАЙ									
1966-1970	4	-	1	5	-	-	3	2	-
1971-1980	5	3	2	4	4	2	4	3	3
1981-1990	5	3	2	6	3	1	6	1	3
1991-2000	6	2	2	4	3	3	6	1	3
2001-2010	5	3	2	6	3	1	4	2	4
2011-2019	5	2	2	3	3	3	5	3	1
Всего	30	13	11	28	16	10	25	12	14
ИЮНЬ									
1966-1970	2	1	2	2	1	2	3	2	-
1971-1980	2	4	4	2	3	5	4	3	3
1981-1990	3	3	4	4	3	3	4	4	2
1991-2000	5	1	4	5	2	3	6	1	3
2001-2010	2	5	3	2	4	4	4	4	2
2011-2019	3	4	2	5	3	1	6	2	1
Всего	17	18	19	20	16	18	27	16	11

Продолжение таблицы 1

Период	Росташи			Балашов			Октябрьский Городок		
	ГТК ≤ 0,9	1 ≤ ГТК ≤ 1,3	ГТК > 1,3	ГТК ≤ 0,9	1 ≤ ГТК ≤ 1,3	ГТК > 1,3	ГТК ≤ 0,9	1 ≤ ГТК ≤ 1,3	ГТК > 1,3
ИЮЛЬ									
1966-1970	2	1	2	4	1	-	-	4	1
1971-1980	2	4	4	2	5	3	4	4	2
1981-1990	4	2	4	4	4	2	3	5	2
1991-2000	5	4	1	3	5	2	6	4	-
2001-2010	6	2	2	5	3	2	6	4	-
2011-2019	2	4	3	1	5	3	5	3	1
Всего	21	17	16	19	23	12	24	24	6
АВГУСТ									
1966-1970	2	2	1	2	2	1	3	1	1
1971-1980	3	4	3	6	2	2	5	4	1
1981-1990	4	5	1	5	4	1	6	3	1
1991-2000	6	2	2	5	4	1	4	6	-
2001-2010	6	3	1	7	3	-	7	3	-
2011-2019	6	1	2	5	3	1	7	2	1
Всего	27	17	10	30	18	6	32	18	4
СЕНТЯБРЬ									
1966-1970	2	3	-	2	3	-	2	3	-
1971-1980	5	1	4	6	1	3	4	3	3
1981-1990	4	1	5	4	1	5	5	1	4
1991-2000	3	3	4	5	1	4	4	2	4
2001-2010	5	3	2	4	4	2	5	4	1
2011-2019	3	2	4	3	3	3	4	2	3
Всего	22	13	19	24	13	17	24	15	15

Список литературы

1. Второй Оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Общее резюме. М.: Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет), 2014. 60 с.
2. Третий оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. М.: Росгидромет, 2022. 676 с.
3. IPCC 2022: Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [H.-O.Pörtner, D. C. Roberts, M. Tignor, E. S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Lösschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge: CambridgeUniversityPress, 2022. 3056 p. doi: 10.1017/9781009325844
4. Морозова С.В. Роль планетарных объектов циркуляции в глобальных климатических процессах. Саратов: Изд-во Саратов. ун-та. 2019. 132 с.
5. Ряды аномалий приповерхностной температуры воздуха [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://crudata.uea.ac.uk/cru/data//temperature/> (дата обращения: 20.02.2025).
6. Морозова С.В., Абанников В.Н., Алимбиева М.А., Муфтяхдинова М.М., Юхмин Р.Б. Характеристика температурно-влажностного режима Левобережья Саратовской облаксти на фоне второй волны глобального потепления // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия Науки о Земле. 2022. Т. 22. № 3. С. 167-172.
7. Морозова С.В., Алимбиева М.А., Марданшина Э.Р., Юхмин Р.Б. Особенности температурно-влажностного режима Правобережья Саратовской области на фоне глобальных климатических тенденций // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия Науки о Земле. 2022. Т. 22. № 3. С. 173-177.
8. Завьялова Е.В., Морозова С.В., Кононова Н.К., Полянская Е.А. Сравнительная характеристика годового хода температуры и общей облачности // II Международная научно-практическая конференция «Проблемы гео-

графии Урала и сопредельных территорий». Челябинск. 2020. С. 10-15.

9. Завьялова Е.В., Морозова С.В., Молчанова Н.П. Облачно-радиационные процессы и климатическая изменчивость // Всероссийская научно-практическая юбилейная конференция с международным участием «Геоэкология и природопользование: актуальные вопросы науки, практики и образования». Симферополь. 2018. С. 129-133.

10. Молчанова Н.П., Морозова С.В. Климатические изменения режима облачности в центральной части Русской равнины // Международная научно-практическая конференция, посвященная 132-ой годовщине со дня рождения академика Н.И.Вавилова «Вавиловские чтения – 2018». Саратов. 2019. С. 171-173.

11. Morozova S.V., Polyanskaya E.A., Ivanova G.F., Levitskaya N.G., Denisov K.E, Molchanova N.P. Variability of the circulation processes in the Lower Volga Region on the background of global climate trends // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (EES). Volume 107. 2018.

12. 2. Банк данных ВНИИГМИ-МЦД [Электронный ресурс] - URL: <http://meteo.ru/data>

© Морозова С.В., Молчанова Н.П.; Колесникова Д.А.; Безуглова В.В., 2025

Научная статья

УДК 635.657

Ж.Н. Мухатова, В.И. Жужукин, А.Г. Субботин

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

ОЦЕНКА ВЗАИМОСВЯЗИ УРОЖАЙНОСТИ СОРТООБРАЗЦОВ НУТА (*CICER ARIETINUM L.*) И ХОЗЯЙСТВЕННО – ЦЕННЫХ ПРИЗНАКОВ В НИЖНЕМ ПОВОЛЖЬЕ

Аннотация. В статье рассчитана матрица коэффициентов корреляции для 46 сортов образцов нута, которая позволила провести интерпретацию 55 взаимосвязей, из которых установлено 27 значимых на 5% - ном уровне. Применение факторного анализа позволило рассчитать 4 гипотетических фактора с накапливаемой дисперсией не менее 5%. Установлена существенная зависимость урожайности и других морфометрических признаков, а также их вклад в структуру урожая.

Ключевые слова: нут, признак, сорт образец, урожайность, корреляция, матрица, зависимость, вклад, фактор

Zh. N. Mukhatova, V. I. Zhuzhukin, A. G. Subbotin

Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

ASSESSMENT OF THE RELATIONSHIP BETWEEN THE PRODUCTIVITY OF CHICKPEA (*CICER ARIETINUM L.*) VARIETIES AND AGRICULTURALLY VALUABLE TRAITS IN THE LOWER VOLGA REGION

Annotation: The article calculates a matrix of correlation coefficients for 46 chickpea varieties, which allowed interpreting 55 relationships, of which 27 were found to be significant at the 5% level. The use of factor analysis allowed calculating 4 hypothetical factors with an accumulated dispersion of at least 5%. A significant dependence of yield and other morphometric features, as well as their contribution to the yield structure, was established.

Keywords: chickpea, trait, variety sample, yield, correlation, matrix, dependence,

contribution, factor

Введение. Недостаток белка является одной из ключевых проблем в современном сельском хозяйстве. Отсутствие достаточного количества полноценного растительного белка негативно сказывается на продовольственном обеспечении населения, приводит к излишнему расходу кормов и повышению затрат на производство животноводческой продукции. Зернобобовые культуры, такие как горох, соя, фасоль, нут, чина и другие, выступают ключевым источником белка и способствуют сохранению плодородия почвы и производству экологически чистой продукции за счет сокращения необходимости в азотных удобрениях. Среди зернобобовых нут выделяется своей значительной ролью как культура продовольственного и кормового назначения, а также как сырье для различных отраслей, включая консервную и пищевую промышленность. В зарубежных странах нут также находит применение в фармацевтике [1, 3].

В связи с чем целью данного исследования является анализ взаимосвязи урожайности сортообразцов нута на основе комплекса хозяйственно ценных характеристик и установление их корреляционной зависимости.

Материалы и методы. В 2024 году сортообразцы нута (46) были высеяны в Правобережье Саратовской области на территории УНПК «Агроцентр». Площадь учетных делянок составила 3,85 м², а ширина междурядий — 0,7 м. Норма высева составила 350 тысяч всхожих семян на 1 га. Учеты и наблюдения осуществлялись в соответствии с общепринятыми методиками [2].

Результаты и обсуждение. На основании средних значений параметров были рассчитаны парные коэффициенты корреляции сортообразцов нута, всего их 55 (рисунок 1). На рисунке представлены средние ($0,7 > r > 0,5$) и высокие корреляционные связи ($r > 0,7$).

В ходе исследования было установлено, что урожайность семян нута имеет значимую корреляцию с длиной боба ($r = 0,32$), количеством бобов на одно растение ($r = 0,85$), массой 1000 семян ($r = 0,52$), массой семян с одного растения ($r = 0,99$) и числом семян с одного растения ($r = 0,82$).

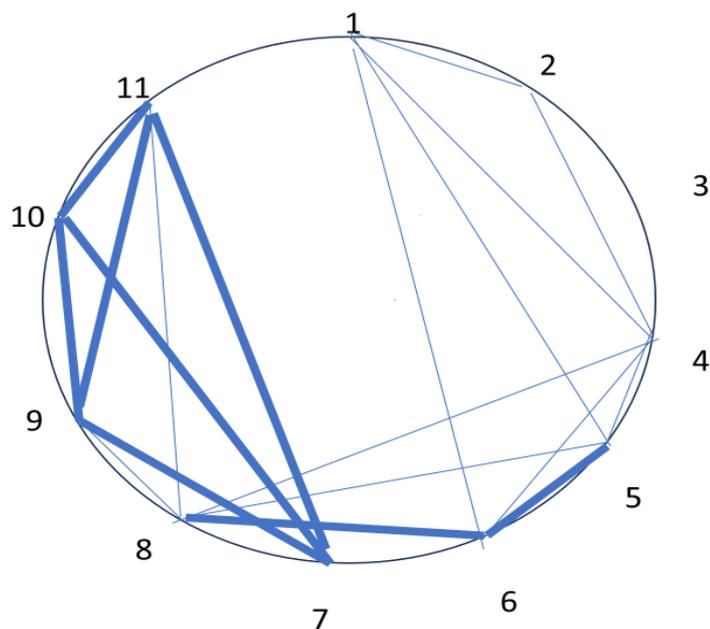


Рисунок 1. Матрица коэффициентов корреляции сортообразцов нута, 2024 г.

Примечание: *1. Длина стебля, 2. Толщина стебля, 3. Число ветвей 1-го порядка, 4. Высота прикрепления нижнего боба, 5. Длина боба, 6. Ширина боба, 7. Число бобов на 1 растении, 8. Масса 1000 семян, 9. Масса семян с 1 растения, 10. Число семян с 1 растения, 11. Урожайность. **Критическое значение $r_{05}=0,30$; $r_{01}=0,39$.

Установлена существенная зависимость урожайности и таких хозяйственно-ценных показателей, как длина и ширина боба, масса 1000 семян и масса семян с 1 растения (рисунок 2).

Вклад признаков в общую урожайность определили методом расчета коэффициентов детерминации на основании матрицы коэффициентов корреляции (рисунок 3).

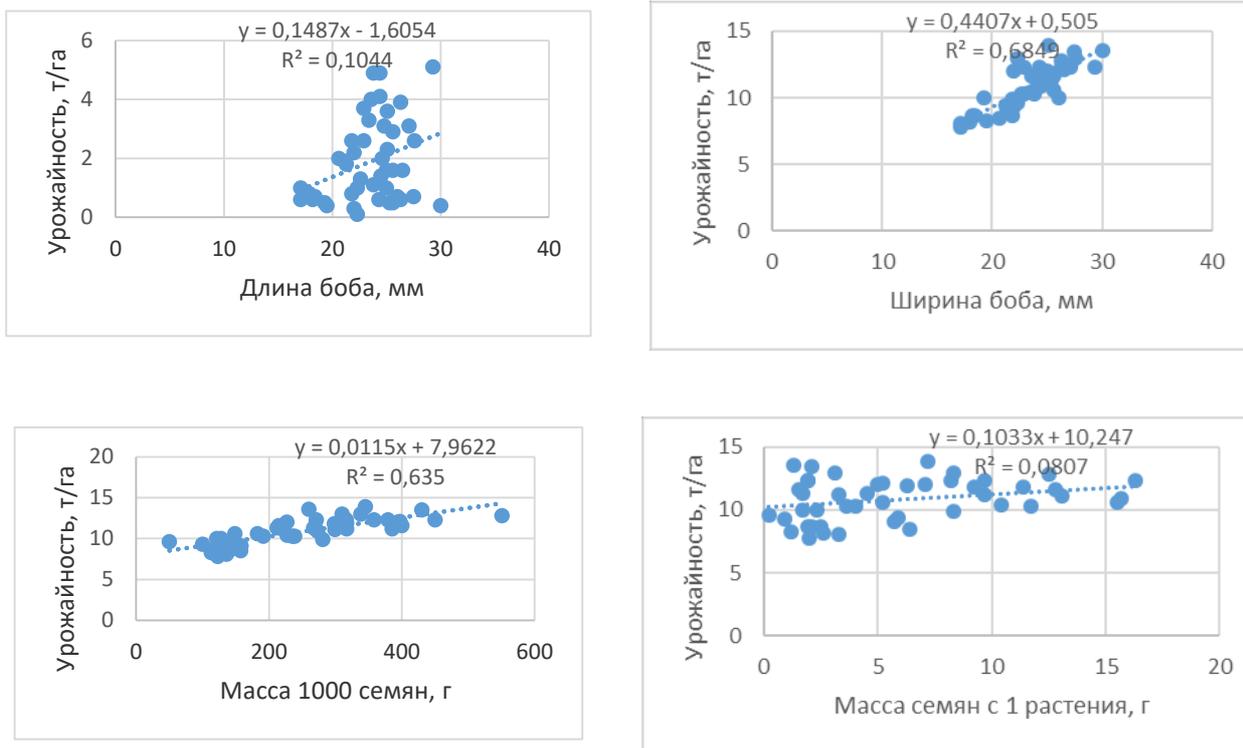


Рисунок 2. Зависимость урожайности и хозяйственно – ценных признаков сортообразцов нута, 2024 г.

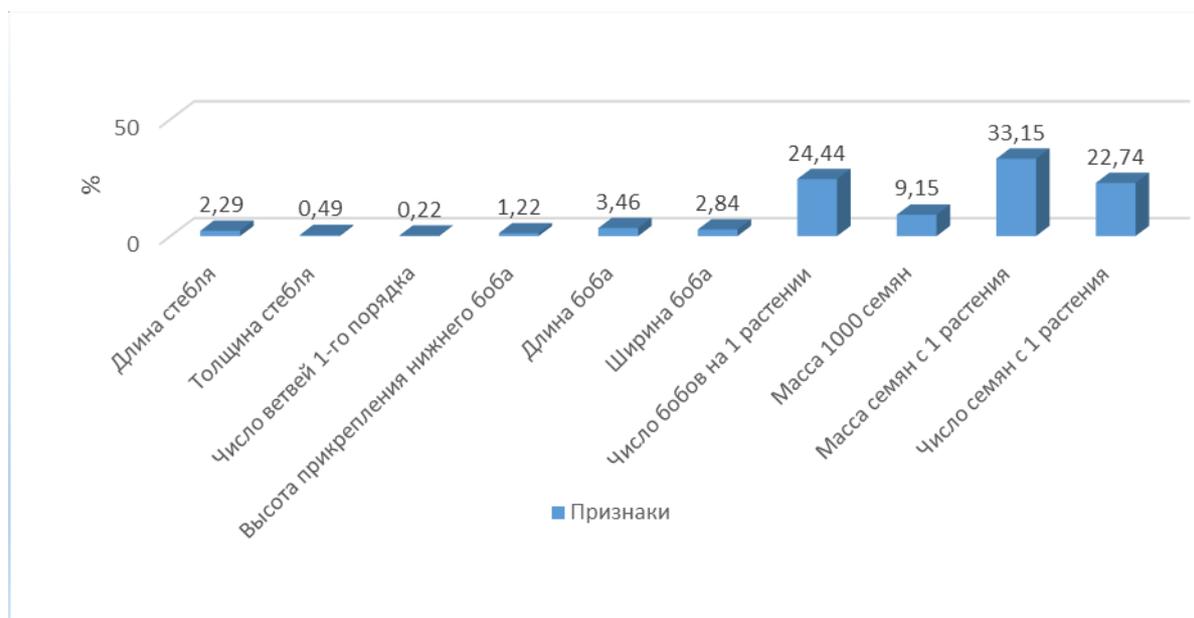


Рисунок 3. Вклад признаков в общую урожайность сортообразцов нута, 2024 г.

Установлено, что доля признаков в формировании урожайности семян нута составила: длина стебля – 2,29%, толщина стебля – 0,49; число ветвей 1-го

порядка – 0,22%; высота прикрепления нижнего боба – 1,22; длина боба – 3,46; ширина боба – 2,84; число бобов на 1 растении – 24,44; масса 1000 семян – 9,15; масса семян с 1 растения – 33,15; число семян с 1 растения – 22,74.

Для повышения эффективности интерпретации корреляционных связей в модельной популяции сортообразцов нута был проведён факторный анализ с использованием метода главных компонент (рисунок 4). Установлено, что на первый гипотетический фактор приходится 42,04% накопленной дисперсии, на второй – 28,49%, на третий – 12,74%, на четвертый – 5,42%.

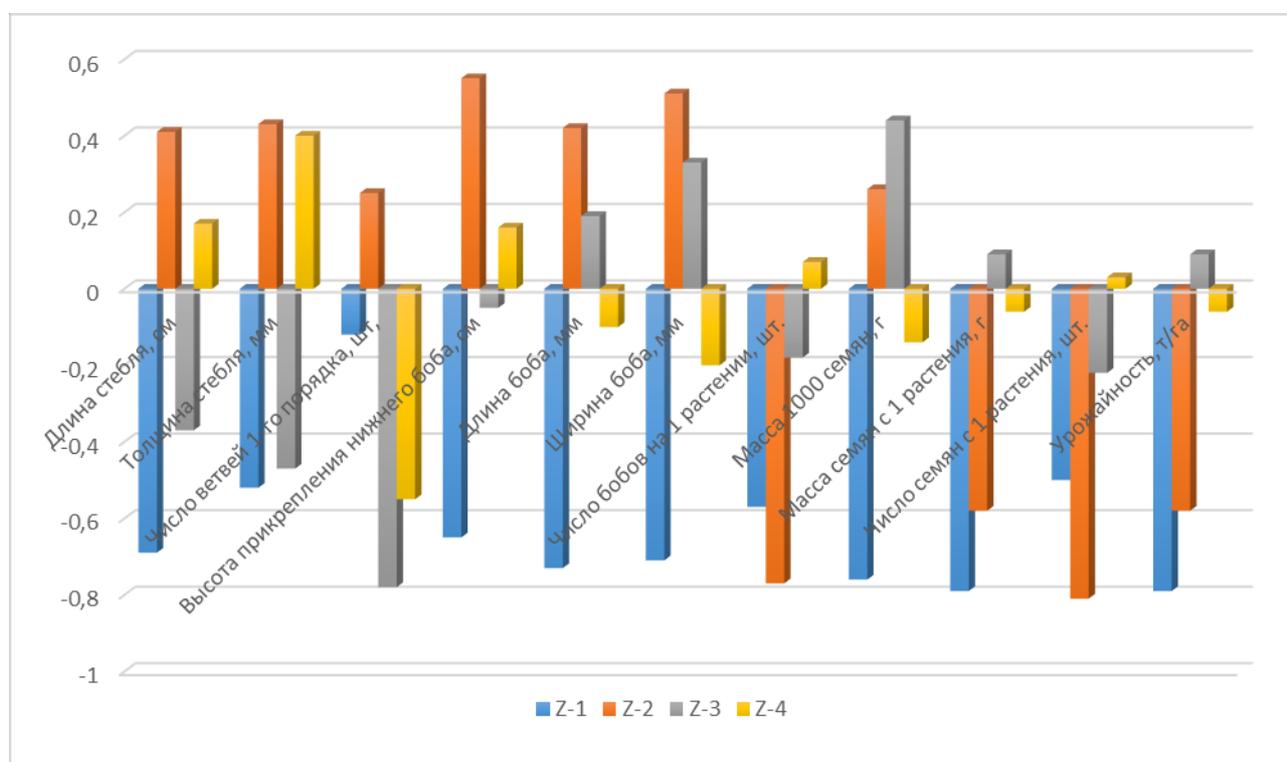


Рисунок 4. Веса переменных на компоненты сортообразцов нута, 2024 г.

Вклад пятого и последующих факторов в накапливаемые дисперсии не превышает 5%, что делает их интерпретацию малозначимой.

Заключение. Таким образом, проведенная статистическая оценка позволила установить значимые корреляционные связи между признаками 46 генотипов нута и рассчитать 4 гипотетических фактора.

Список литературы

1. Булынец, С. В. Генетические ресурсы мировых коллекций нута / С. В. Булынец, А. В. Балашов // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2010. – № 6. – С. 42-45.

2. Коллекция мировых генетических ресурсов зерновых бобовых ВИР: пополнение, сохранение и изучение: Методические указания / М.А. Вишнякова, И.В. Сеферова, Т.В. Буравцева [и др.]; под редакцией М. А. Вишняковой]; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова (ВИР). — 2-е изд., перераб. и доп. — Санкт-Петербург: ВИР, 2018. — 143 с.: ил., табл.: 21 см.; ISBN 978-5-905954-79-5.

3. Улучшенная технология возделывания перспективных сортов нута в условиях предгорной зоны Центрального Кавказа/ В.В. Тедеева, А.А. Абаев, Н.Т. Хохоева, А.А. Тедеева, И.Г. Казаченко. – Владикавказ, 2014. – 44 с.

© Мухатова Ж.Н., Жужукин В.И., Субботин А.Г., 2025

Научная статья

УДК 632.952:632.4:633.11

В.А. Павлова, Е.Е. Критская

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

ВЛИЯНИЕ ФУНГИЦИДОВ С ФИЗИОЛОГИЧЕСКИМ ДЕЙСТВИЕМ НА СОХРАНЕНИЕ УРОЖАЙНОСТИ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ САРАТОВСКОГО ПРАВОБЕРЕЖЬЯ

Аннотация. В статье рассматривается влияние фунгицидов Альто Супер, КЭ, Амистар Экстра, СК и Миравис Нео, СЭ на распространенность и развитие сеп-

ториоза в посевах озимой пшеницы и ее урожайность. Применение фунгицидов позволило пролечить септориоз на растениях озимой пшеницы. Максимальная эффективность была отмечена на варианте с Амистар Экстра, СК и Миравис Нео, СЭ за счет более длительного срока защиты. На этих же вариантах была получена наибольшая урожайность озимой пшеницы и составила 39,01 и 41,50 ц/га, что выше контроля соответственно на 25,5 и 33,5%.

Ключевые слова: урожайность, септориоз, распространенность, развитие, Альто Супер, Амистар Экстра, Миравис Нео.

V.A. Pavlova, E.E. Kritskaya

Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

THE EFFECT OF FUNGICIDES WITH PHYSIOLOGICAL EFFECTS ON THE PRESERVATION OF WINTER WHEAT YIELDS IN THE CONDITIONS OF THE SARATOV RIGHT BANK

Annotation. The article examines the effect of the fungicides Alto Super, CE, Amistar Extra, SK and Miravis Neo, CE on the prevalence and development of septoria in winter wheat crops and its yield. The use of fungicides made it possible to treat septoria on winter wheat plants. The maximum effectiveness was noted on the variant with Amistar Extra, SK and Miravis Neo, SE due to a longer protection period. On the same variants, the highest yields of winter wheat were obtained and amounted to 39.01 and 41.50 c/ha, which is higher than the control by 25.5 and 33.5%, respectively.

Keywords: productivity, septoria, prevalence, development, Alto Super, Amistar Extra, Miravis Neo.

Септориоз может унести до 40% урожая озимой пшеницы за счет пора-

жения листьев и колоса, что приводит к уменьшению числа зерен в колосе, снижению массы 1000 зерен. Снижаются и посевные качества семян - всхожесть и энергия прорастания - на 7–12% [3-6].

Поэтому для сохранения урожая озимой пшеницы возникает необходимость активной защиты посевов фунгицидами.

В связи с этим нами была поставлена цель - изучить степень влияния фунгицидов на распространенность и развитие септориоза в посевах и урожайность озимой пшеницы.

Полевые исследования проводили в КФХ «Рыбкин Н.А.» Екатериновского района Саратовской области. Почва опытного участка - чернозем обыкновенный среднемощный среднегумусный тяжелосуглинистый. Площадь деланки составляла 1400 м² (14 м x 100 м). Опыт закладывался в трехкратной повторности. Норма высева 3,5 млн. шт./га.

Объектами исследований были посевы озимой пшеницы сорта Московская 56 и фунгициды: Альто Супер, КЭ (пропиконазол 250 г/л, ципроконазол 80 г/л), Амистар Экстра, СК (азоксистробин, 200 г/л, ципроконазол 80 г/л), Миравис Нео, СЭ (адепидин, 75 г/л, азоксистробин, 100 г/л, пропиконазол, 125 г/л).

Схема опыта включала следующие варианты: 1) Контроль (без обработки); 2) Альто Супер, КЭ в норме 0,5 л/га; 3) Амистар Экстра, СК в норме 0,75 л/га; 4) Миравис Нео, СЭ в норме 0,75 л/га. Препараты Альто Супер, КЭ, Амистар Экстра, СК и Миравис Нео, СЭ применяли на посевах озимой пшеницы в период конец кущения – начало выхода в трубку (Т1, ВВСН 29-31).

Учеты и наблюдения проводили по общепринятым методикам [1, 2].

Альто Супер, КЭ – двухкомпонентный, триазольный препарат с лечашим эффектом, срок защитного действия, заявленный производителем, до 21 дня.

Амистар Экстра, СК обладает защитным и физиологическим действием. Это двухкомпонентный препарат, содержащий действующие вещества из разных химических классов – триазолы и стробилурины. Срок защитного действия, заявленный производителем, до 30 дней.

Миравис Нео, СЭ обладает лечашим, защитным и физиологическим дей-

ствием. Это трехкомпонентный препарат, содержащий действующие вещества из разных химических классов – триазолы, стробилурины и карбаксамиды. Срок защитного действия, заявленный производителем, до 35-40 дней.

В посевах озимой пшеницы определяли распространенность и развитие септориоза и рассчитывали биологическую эффективность от применения фунгицидов по методике ВИЗР и Минсельхоза России [2].

Результаты наших исследований показали, что первые признаки септориоза в посевах озимой пшеницы были отмечены в фазу кущения.

К фазе «конец кущения - начало трубкования» распространенность септориоза в посевах составила 29,5% и развитие - 0,5 балла (таблица 1). Так как такие показатели были на границе порога вредоносности [2], то была проведена фунгицидная обработка посевов препаратами Альто Супер, КЭ (0,5 л/га), Амистар Экстра (0,75 л/га), СК и Миравис Нео, СЭ (0,75 л/га). Поскольку препараты обладают продолжительным сроком защитного действия, их биологическую эффективность мы проверили через 28 и 35 суток.

Результаты наших наблюдений показали, что на контроле распространение болезни в посевах составило через 28 суток после обработки 43%, развитие – 2,2 балла. Через 35 суток, эти показатели были еще выше – 45,1% при 2,4 баллах поражения.

В вариантах опыта, как видно из таблицы 1, фунгицид Альто Супер, КЭ показал худшие результаты, что и логично, так как срок защитного действия данного препарата порядка 21 суток.

Препараты с пролонгированным действием, более длительным периодом защиты Амистар Экстра, СК и Миравис Нео, СЭ показали практически 100%-ную эффективность и на 28 и на 35 сутки после обработки.

Максимальная урожайность озимой пшеницы была на варианте с фунгицидом Миравис Нео, СЭ и составила 41,5 ц/га, что выше контроля на 10,42 ц/га. На варианте с применением фунгицида Амистар Экстра, СК сохраненный урожай составил 7,93 ц/га и самая низкая прибавка была от применения фунгицида Альто Супер, КЭ – всего 1 ц/га.

Таблица 1. - Средние значения распространенности и развития септориоза в посевах озимой пшеницы

Проявление болезни	Варианты опыта											
	Контроль			Альто Супер, КЭ 0,5 л/га			Амистар Экстра, СК 0,75 л/га			Миравис Нео, СЭ 0,75 л/га		
	До обработки	Через 28 дней после обработки	Через 35 дней после обработки	До обработки	Через 28 дней после обработки	Через 35 дней после обработки	До обработки	Через 28 дней после обработки	Через 35 дней после обработки	До обработки	Через 28 дней после обработки	Через 35 дней после обработки
Распространенность болезни, %	29,5	42,3	45,1	29,5	32,5	34,1	29,5	0,1	1,5	29,5	0,1	0,1
Развитие, балл	0,5	2,2	2,4	0,5	0,2	0,4	0,5	0,1	0,2	0,5	0,1	0,1
Биологическая эффективность	-	-	-	-	10,2	5,4	-	99,6	94,9	-	99,6	99,6

Таблица 2. - Урожайность озимой пшеницы и экономическая эффективность при применении фунгицидов

Варианты опыта	Урожайность, ц/га	Сохраненный урожай, ц/га	Стоимость прибавки, руб./га (12000 руб.)	Затраты на фунгициды+ обработка, руб./га	Чистая прибыль, руб./га
Контроль	31,08	-	-	-	-
Альто Супер, КЭ 0,5 л/га	32,13	1,05	1260	1917	-657
Амистар Экстра, СК 0,75 л/га	39,01	7,93	9516	4250	5266
Миравис Нео, СЭ 0,75 л/га	41,50	10,42	12504	5427	7077

Расчет экономической эффективности от применения препаратов показал, что доход на варианте с применением фунгицида Амистар Экстра, СК составил 5266 руб./га, с фунгицидом Миравис Нео, СЭ – 7077 руб./га. А применение фунгицида Альто Супер, КЭ – не принесло никакой прибыли.

Таким образом, от применения фунгицида Миравис Нео, СЭ была получена максимальная урожайность и наибольшая чистая прибыль. Это объясняется тем, что данный фунгицид пролечивает болезни длительное время, защищает растения от патогенов, обладает антиспорулянтным действием и оказывает физиологическое действие, то есть помогает растению усваивать азот, сокращает выработку гормона старения при абиотических стрессах, помогает растению продуктивно использовать влагу.

Список литературы

1. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов / Изд. 4-е, доп. и перераб.: М. Колос. - 1979. - 416 с.
2. Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве / Под ред. В.И. Долженко / Санкт-Петербург: Всероссийский НИИ защиты растений (ВИЗР), Минсельхоз России. - 2009. - 378 с.
3. Критская, Е.Е. Влияние фунгицидов на распространенность и развитие септориоза в посевах озимой пшеницы / Е.Е. Критская, В.А. Павлова // Инновационные технологии создания и возделывания сельскохозяйственных растений. - Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2024. - С. 133-138.
4. Назарова, Л.Н. Эпидемиологическая ситуация по септориозу на пшенице в 2001–2009 годах / Л.Н. Назарова, Л.Г. Корнева, Т.П. Жохова, Т.М. Полякова, С.С. Санин // Защита и карантин растений. - 2010. - № 10. - С. 18–20.
5. Пахолкова Е.В. Септориоз зерновых культур в различных регионах Российской Федерации / Е.В. Пахолкова / Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Вольские Вяземы. - 2003. - 21 с.
6. Торопова, Е.Ю. Роль сортов и фунгицидов в контроле септориоза яровой пшеницы / Е.Ю. Торопова, О.А. Казакова, В.В. Пискарев, И.Н. Порсев, Ю.А. Христов // Агротехника. - 2019. - № 5. - С. 66-75.

Научная статья

УДК 579.64

А.Н. Пархоменко

ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет», г. Астрахань, Россия

УСТОЙЧИВОСТЬ АЗОТФИКСИРУЮЩИХ МИКРООРГАНИЗМОВ К СОЛЕВОМУ СТРЕССУ

Аннотация. В статье рассматриваются особенности развития азотфиксирующих бактерий, выделенных из ризосферных почв Астраханской области, в условиях хлоридного засоления. Все четыре изолята сохраняли свою жизнеспособность при концентрациях 0,4-0,6 % NaCl. Изолят Б6 сохраняет стабильные показатели роста колоний в условиях засоления и наиболее перспективен для дальнейшего изучения.

Ключевые слова: почвы, азотфиксирующие бактерии, хлоридное засоление

A.N. Parkhomenko

Astrakhan State Technical University, Astrakhan, Russian Federation

RESISTANCE OF NITROGEN-FIXING MICROORGANISMS TO SALT STRESS

Annotation. The article discusses the peculiarities of the development of nitrogen-fixing bacteria isolated from the rhizospheric soils of the Astrakhan region under conditions of chloride salinization. All four isolates retained their viability at concentrations of 0.4-0.6% NaCl. Isolate B6 maintains stable colony growth rates under salinization conditions and is the most promising for further study.

Keywords: soils, nitrogen-fixing bacteria, chloride salinization

В условиях аридного климата одним из основных направлений развития современного интенсивного земледелия является улучшение обеспечения растений азотом и фосфором. Обеспеченность растений азотом и микроэлементами во многом определяет их холодоустойчивость и адаптацию к стрессовым факторам. Потребности растений в азоте в большинстве своем восполняются за счет представителей так называемой группы PGPR - plant growth promoting rhizobacteria, (Клоеппер, 1978), куда относят симбиотические азотфиксирующие бактерии и не симбиотические (свободноживущие, ассоциативные и эндофитные) азотфиксирующие формы (Singh, 2016). При этом, азотфиксирующие бактерии не только осуществляют фиксацию молекулярного азота, но и растворяют органические и неорганические фосфаты, повышают доступность питательных веществ и продуцируют биологически активные вещества с ростостимулирующим эффектом для растений (Пархоменко, 2025).

Постоянное расширение объема обрабатываемых сельскохозяйственных площадей приводит к значительным антропогенным нагрузкам и деградации сельскохозяйственных земель. Применение бактерий из группы PGPR, по мнению некоторых авторов (Гальперина, 2024), может способствовать росту и развитию растений в условиях засоления почв и рассматриваться как средство борьбы с проявлениями солевого стресса у растений.

Целью работы являлось изучение влияния различных концентраций NaCl на рост и развитие азотфиксирующих бактерий.

Изучение воздействия разного уровня хлоридного засоления на рост и развитие бактерий проводили в лабораторном опыте. Изоляты азотфиксирующих бактерий (выделены из ризосферы плодовых культур, выращенных в садовых хозяйствах Астраханской области) высевали в чашки Петри с агаром Эшби (Нетрусов, 2005) с добавлением 0,2; 0,4 и 0,6 % NaCl в четырех повторностях. В контрольный вариант соль не вносили. Посевы выдерживали в течение 7 суток при температуре 24 °С. После чего измеряли диаметр выросших колоний, изучали культурально–морфологические свойства и определяли размеры клеток бактерий. В графиках представлены средние значения показателей.

Исследуемые культуры при росте образовывали колонии бежевого или молочного цвета, с гладким или волнистым краем, глянцевой поверхностью, однородной структуры, кратерообразным профилем.

Все исследуемые культуры являлись грамтрицательными неспорообразующими палочками, длиной от 1,7 до 2,7 мкм.

В результате эксперимента, выявлена неоднозначная реакция азотфиксирующих бактерий на хлоридное засоление. Так, культуры A20 и M20 показали чувствительность к увеличению концентраций NaCl в среде. Через 7 суток культивирования в присутствии 0,2 % соли отмечено снижение размеров колоний изолята A20 в среднем на 22 %; при 0,4 % NaCl – на 15 %, а при 0,6 % - на 44 % по сравнению с контролем, что показано на рисунке 1.

При этом, в отношении изолята M20 это негативное воздействие более выражено: в варианте с 0,2 % NaCl колонии меньше контрольных значений на 54,4 %; с 0,4 % NaCl – на 77,8 %, а при 0,6 NaCl – на 74,7 %, что показано на рисунке 2.

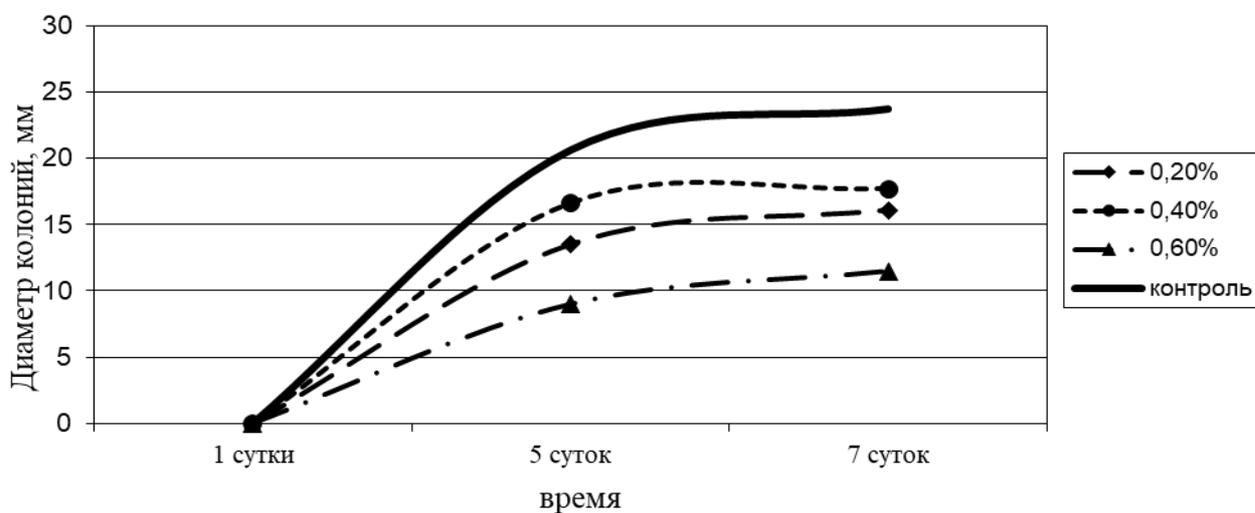


Рисунок 1 – Размер колоний изолята A20 при культивировании в среде с различными концентрациями NaCl

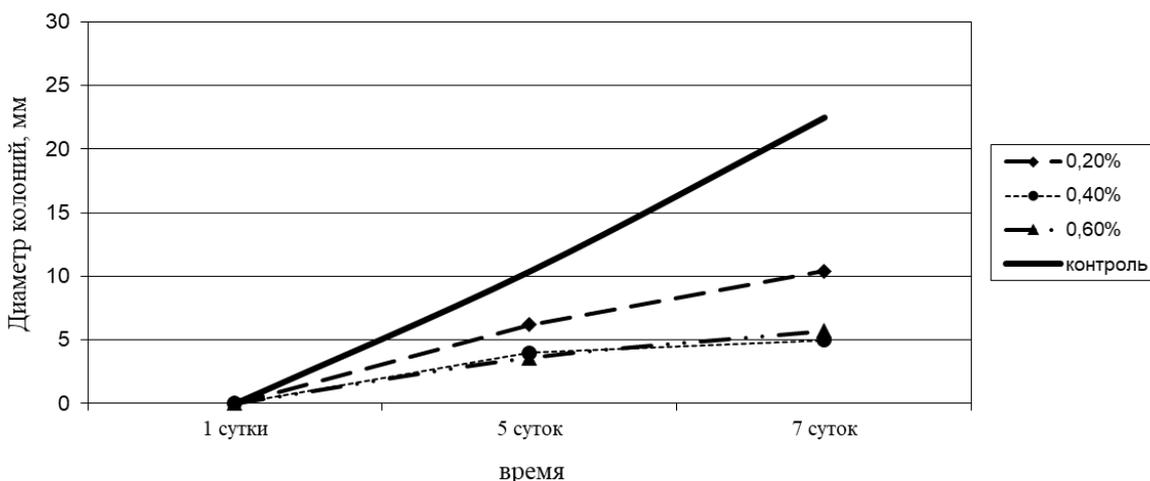


Рисунок 2 – Размер колоний изолята M20 при культивировании в среде с различными концентрациями NaCl

В отношении изолята C19 отмечено схожее действие концентраций 0,2 и 0,6 % NaCl на развитие колоний: их размер снижен на 41,8 и 52 % соответственно, что показано на рисунке 3. Также выявлено стимулирующее действие 0,4 % NaCl на рост колоний C19: их размер на 28,2 % больше, чем в контроле (без внесения NaCl).

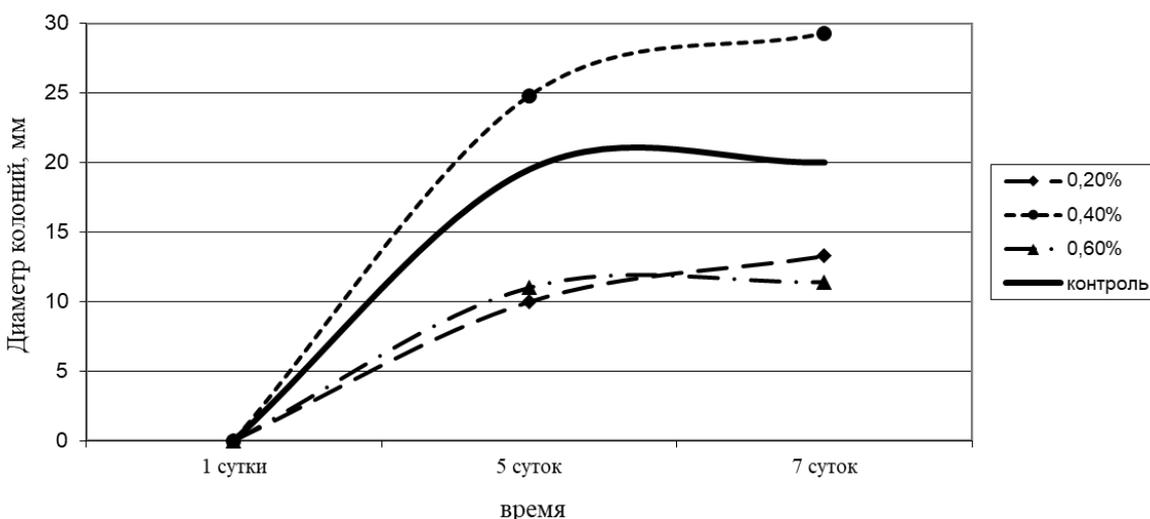


Рисунок 3 – Размер колоний изолята C19 при культивировании в среде с различными концентрациями NaCl

Наибольшую устойчивость к различным концентрациям хлорида натрия среди исследуемых культур показала культура Б6. Данный изолят в условиях наличия 0,2 % NaCl в среде формирует более крупные колонии (на 35 % больше контроля), остальные концентрации показали снижение размеров колоний на 10 и 19,7 % (рисунок 4), соответственно, что может свидетельствовать об адаптационных возможностях изолята Б6 в условиях данного вида воздействия.

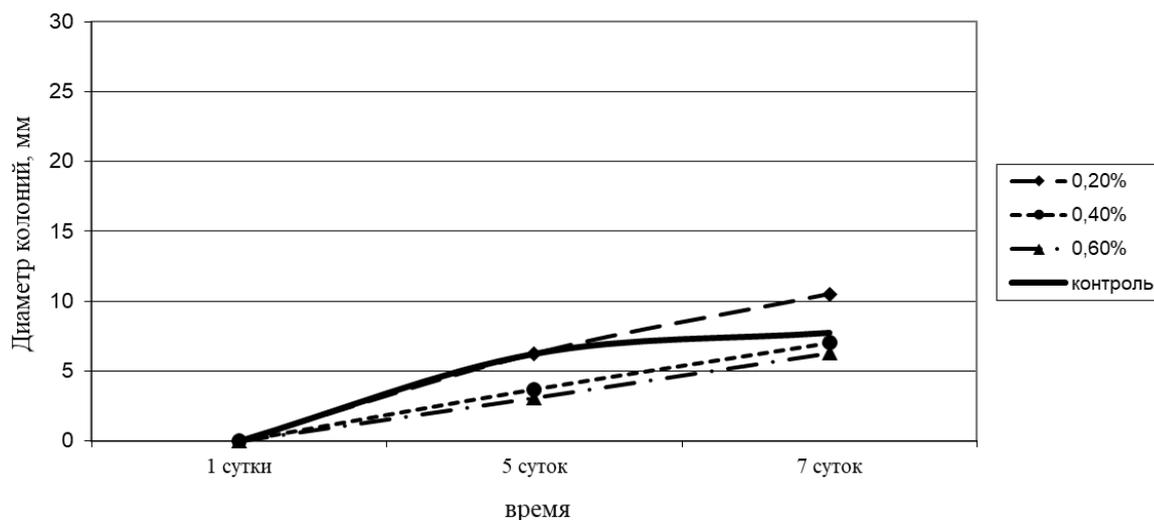


Рисунок 4 – Размер колоний изолята Б6 при культивировании в среде с различными концентрациями NaCl

Помимо влияния на характер роста, отметили существенные изменения размеров клеток бактерий при культивировании в условиях различной степени засоления. Сравнительные данные собрали в таблицу 1.

Таблица 1 Размеры клеток бактерий при культивировании в присутствии NaCl, мкм

Изолят	Концентрация NaCl, %			
	0 (контроль)	0,2	0,4	0,6
A20	2,5x1,5	1,5x1,0	3,5x1,2	2,7x1,5
M20	2,7x1,5	3,2x2,6	2,13x1,5	2,1x2,0
C19	2,2,x1,7	1,2x1,0	1,0x1,0	0,5x0,5
Б6	1,7x1,5	1,2x1,0	0,5x0,5	0,5x0,5

Чувствительность к увеличению концентраций NaCl в среде для изолята A20 при концентрации и 0,4 % и M20 при 0,2 % отмечена и на клеточном

уровне, проявляясь в удлинении клеток бактерий (таблица 1). Некоторые авторы связывают это явление с негативными воздействиями на бактерии, в результате чего они могут прекращать свое деление с увеличением роста, образуя удлинённые нитевидные клетки (Лабинская, 2020).

Для изолятов С19 и Б6 отмечено существенное уменьшение размеров клеток при увеличении концентрации NaCl, в большей степени выраженное для культуры Б6: клетки мельче в 1,8; 2,2 и 4,4 раза по сравнению с контрольными данными. Данное явление может возникать у некоторых бактерий в условиях недостатка питательных веществ, а отношение площади их поверхности к объёму может увеличиться, что позволяет восполнять потребности в питательных веществах (Минина, 2019).

Таким образом, в эксперименте отметили, что все исследуемые бактерии сохраняют свою жизнеспособность в условиях хлоридного засоления. Наибольшую устойчивость к различным концентрациям хлорида натрия среди исследуемых культур показала культура Б6, которая сохраняет стабильные показатели роста колоний в условиях засоления. Данный изолят наиболее перспективен с точки зрения разработки на его основе эффективных приемов агробιοтехнологии для применения в аридных зонах.

Работа выполнена в рамках Государственного задания «Микроорганизмы аридных зон как основа эковиотехнологий для оздоровления экосистем Нижнего Поволжья», номер государственной регистрации темы: 124041100137-2.

Список литературы

1. Гальперина А.Р. Фосфатмобилизующие микроорганизмы сельскохозяйственных растений аридных экосистем Астраханской области / А.Р. Гальперина, О.Б. Сопрунова, А.Н. Пархоменко [и др.] // Теоретическая и прикладная экология. – 2024. – № 3. – С. 107-114. – DOI 10.25750/1995-4301-2024-3-107-114. – EDN XWEWXS.

2. Минина Е.П. Маленький, да удаленький: самые маленькие клетки / Е.П. Минина. – Биомолекула. – 2019. – 7 с. – URL: <https://biomolecula.ru/articles/malenkii-da-udalenskii-samye-malenkie-kletki> (дата обращения: 30.04.2025).

3. Нетрусов, А.И. Практикум по микробиологии / А.И. Нетрусов. - М.: АСАДЕМА, 2005. - 603 с.

4. Пархоменко А.Н. Оценка фосфатмобилизующей активности ризосферных бактерий, выделенных из почв Астраханской области / А.Н. Пархоменко, Д.В. Исаков // Известия Уфимского научного центра РАН. – 2025. – № 1. – С. 60-67. – DOI 10.31040/2222-8349-2025-0-1-60-67. – EDN URHORV.

5. Руководство по медицинской микробиологии. Общая и санитарная микробиология. Книга 1 / под ред. А.С. Лабинской, Е.Г. Волиной и др. – М.: Бинном, 2020. - 1080 с.

6. Kloepper J.W., Schroth M.N. Plant growth-promoting rhizobacteria on radishes. In: Proceedings of the 4th international conference on plant pathogenic bacteria / Gilbert–Clarey, Tours, 1978. – P.879–882.

7. Singh K. Microbial and enzyme activities of saline and sodic soils / K. Singh // Land Degradation and Development. – 2016. – V.27. – P. 706-718.

© Пархоменко А.Н., 2025

Научная статья

УДК 635.2

В.А Синдюкова

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

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ РАЗВИТИЯ ЛЬНА МАСЛИЧНОГО В

РОССИИ

Аннотация. В данной представлен аналитический экскурс, касающийся перспектив производства льна масличного. Многие факторы и основные показатели демонстрируют высокий потенциал данной культуры в нашей стране. Необходимость стремительного расширения производства льва масличного позволит значительно улучшить внутреннее производства, а также экспортный потенциал.

Ключевые слова: лен масличный, экспорт семян, агропродовольственный рынок, экспортный потенциал

V.A Sindyukova

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

THE CURRENT STATE OF DEVELOPMENT OF OILSEED FLAX IN RUSSIA

Abstract. This article provides an analytical overview of the prospects for the production of oilseed flax. Many factors and key indicators demonstrate the high potential of this culture in our country. The need for rapid expansion of oilseed lion production will significantly improve domestic production, as well as export potential.

Keywords: oilseed flax, seed export, agri-food market, export potential

Введение

Рынок масличной продукции является важнейшей составляющей и неотъемлемой частью агропродовольственного рынка. Масличные культуры и продукты их переработки, как для отдельного человека, так и для всей экономики страны имеют большое значение. Это также связано с тем, что интерес к масличному производству в последние годы возрос в связи с высоким спросом

на масличные культуры и продукты их переработки на мировом и российском рынках. [1]

Результаты и их обсуждение

Лен масличный – очень ценная техническая культура, дающая высококачественное техническое, пищевое масло и высокобелковый корм для животных. Содержание масла в семенах современных селекционных сортов льна доходит до 48-50%, белка 30-33% соответственно. Высокое содержание полиненасыщенных жирных кислот обеспечивает образование прочной и стойкой пленки при высушивании. Масло с успехом используется в пищевой, полиграфической, кожевенно-обувной, медицинской, текстильной, парфюмерной и других отраслях промышленности. Оно является сырьем для производства различных покрытий, искусственных волокон, изоляционных пен, пластификаторов, смазок высокого давления и других полимеров. Льняной жмых – хороший концентрированный корм для скота. [2]

Россия, с её обширными территориями и разнообразными климатическими условиями, является одним из значимых игроков на мировом рынке льна. Выращивание этой ценной культуры распространено практически по всей стране, однако основные объёмы производства сосредоточены в нескольких регионах. Центральный, Северо-Западный и Приволжский федеральные округа традиционно лидируют по площади посевов и объёмам урожая. Нечерноземная зона Европейской части России, благодаря умеренно-теплому и влажному климату, а также наличию плодородных дерново-подзолистых почв, создаёт особенно благоприятные условия для выращивания льна-долгунца.

Основная задача, стоящая перед льняной отраслью сегодня – создание надёжной отечественной сырьевой базы для льноперерабатывающих предприятий.

В 2023 году, по данным АБ-Центр, пять крупнейших регионов-производителей семян льна (Алтайский край, Ростовская область, Омская область, Курганская область и Ставропольский край) обеспечили 50,7% общего объёма сбора урожая.

Россия занимает ведущие позиции в мире по производству и экспорту семян льна, демонстрируя высокие темпы роста. За период с 2018 по 2022 год объем производства семян льна в России увеличился более чем в 3 раза, а экспорт в денежном выражении – почти в 4 раза. В 2023 году Россия обеспечила более половины мирового экспорта семян льна, предоставив на мировой рынок 1 513 000 тонн из общего объёма в 2 653 000 тонн. Это свидетельствует о высоком уровне конкурентоспособности российской продукции на международном рынке. На втором месте находится Казахстан (496 000 тонн), на третьем – Канада (218 000 тонн).

Прогнозы Федерального центра «Агроэкспорт» указывают на значительный потенциал роста экспорта российской льняной продукции. Ожидается, что объёмы экспорта могут достигнуть 1,7 млн тонн. В последние два года наблюдались колебания посевных площадей под культурой. После роста в сезоне 2021/22, площади сокращались, но в 2023 году, под влиянием растущего спроса, они увеличились до 1 млн 668 тыс. га, что составляет 8% от общей площади посевов масличных культур в России.

Средняя урожайность льна по стране составляет 16,5 центнеров с гектара, что показывает потенциал для дальнейшего повышения эффективности производства путём внедрения ресурсосберегающих технологий и использования высокоурожайных сортов. Общий вес урожая оценивается приблизительно в 1,4 млн тонн, что составляет 3,9% от общего веса урожая всех масличных культур. Переработка льна в 2024 году прогнозируется на уровне 100 тыс. тонн, что значительно превышает показатели прошлого года. Экспорт ожидается на уровне 1 млн 350 тыс. тонн, что подтверждает тенденцию к росту экспорта российской льняной продукции. [3]

Заключение

В целом, российский лен занимает уверенное место на мировом рынке, и при условии дальнейшего развития отрасли и реализации потенциала роста, его позиции могут значительно укрепиться.

Список литературы

1. Христьян, С. А. Эффективность выращивания льна масличного в современных условиях / С. А. Христьян. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2017. — № 1 (135). — С. 281-284.

2. Растениеводство : учебник / Г.С. Посыпанов, В.Е. Долгодворов, Б.Х. Жеруков [и др.] ; под ред. Г.С. Посыпанова. — Москва : ИНФРА-М, 2023. — 612 с.

3. Экспертно-аналитический центр агробизнеса "АБ-Центр" www.ab-centre.ru.

© Синдюкова В.А., 2025

Научная статья

УДК 633.111.1

Н.В. Степанова, А.Г. Субботин, Ж.Н. Мухатова, Н.А. Шьюрова

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

ОЦЕНКА СОРТООБРАЗЦОВ ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ КОЛЛЕКЦИИ ВИР ПО БИОХИМИЧЕСКОМУ СОСТАВУ ЗЕРНА

Аннотация. В статье представлены результаты селекционной оценки сортообразцов озимой мягкой пшеницы коллекции ВИР по некоторым показателям качества зерна. В изучение включен 51 сортообразец озимой мягкой пшеницы различного эколого-географического происхождения. По результатам изучения выделены источники высокого содержания сырого протеина в зерне, сырой клейковины, жира: RC Strategy, Донской сюрприз, Заможнист. Кулундинка, Шестопаливка, AS Tempest, Статус, Farnum, Подолянка, Небокрай, Черноземка

188, что дает возможность включения их в селекционный процесс.

Ключевые слова: сортообразец, коллекция, сырой протеин, клейковина, жир, зольность, клетчатка.

N.V. Stepanova, A.G. Subbotin, Zh.N. Mukhatova, N.A. Shyurova

Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

ASSESSMENT OF VARIETAL SAMPLES OF WINTER SOFT WHEAT FROM THE VIR COLLECTION BY THE BIOCHEMICAL COMPOSITION OF THE GRAIN

Annotation. The article presents the results of a selection assessment of varietal samples of winter soft wheat from the VIR collection according to some grain quality indicators. The study included 51 varieties of winter soft wheat of various ecological and geographical origin. Based on the results of the study, sources of high content of crude protein in grain, crude gluten, and fat were identified: RC Strategy, Donskoy surprise, and Zamozhnist. Kulundinka, Shestopalivka, AS Tempest, Status, Farnum, Podolyanka, Nebokray, Chernozemka 188, which makes it possible to include them in the breeding process.

Keywords: variety sample, collection, crude protein, gluten, fat, ash content, fiber.

Введение. Озимая пшеница является одной из важных и востребованных продовольственных культур, незаменимым источником калорий и белка в питании человека. В силу своих биологических особенностей и исключительному, свойственному только для нее, качеству зерна пшеница стала самой распространенной культурой в мире, в том числе и в России [3, 5]. Согласно опыту мировой и отечественной селекции, сорта озимой мягкой пшеницы должны обладать не только высокой конкурентоспособностью, адаптивностью и высоким потенциалом урожайности, но и высокими показателями хлебопекарных качеств, высоким содержанием клейковины и белка в зерне с необходимым набо-

ром незаменимых аминокислот [6]. В связи с этим первостепенное значение в решении данной проблемы отводится селекционной работе, в которой имеет место поиск и изучение новых генотипов, источников ценных признаков для создания таких сортов [7].

В связи с этим **целью** исследований было изучение коллекционных сортообразцов озимой мягкой пшеницы коллекции ВИР различного эколого-географического происхождения по основным показателям качества зерна для выявления ценных генотипов с последующим вовлечением их в селекционную работу.

Материал и методика исследований. Исследования проводились в 2022-2023 и 2023-2024 гг. на опытном поле ФГБНУ РОС НИИСК «Россорго», г. Саратов. Объектом исследований служил набор из 51-го сортообразца озимой мягкой пшеницы коллекции ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова» различного эколого-географического происхождения.

Площадь делянок составила 1 м² в 3-кратной повторности.

Полевые учеты и лабораторная оценка изучаемого материала осуществлялась с использованием общепринятых методик [2]. Биохимический состав зерна определяли с использованием анализатора Инфралюм. Выделение лучших образцов проводили с учетом отклонений средних значений признаков образца от средних, рассчитанных для всей совокупности образцов [4].

Результаты исследований. В среднем за период изучения варьирование содержания сырого протеина в зерне у изученных сортообразцов озимой мягкой пшеницы варьировало от 14,60 % у сорта Оренбургская 14 до 18,80 % у канадского сортообразца RC Strategy (рисунок 1). Коэффициент вариации составил 6,26 %, что говорит о слабой изменчивости признака среди изученных образцов. Показателями содержания сырого протеина выше среднего значения отличились сортообразцы Станичная (17,80 %), RC Strategy (18,80 %), Донской сюрприз (17,4 %), Новосибирская 40 (17,64 %), Заможнист (17,82 %), Шестопаливка (17,9 %), AS Tempest (18,07 %), Статус (17,7 %), Farnum (18,55 %), Подо-

лянка (17,90 %), Конкурент (17,50 %), Небокрай (18,07 %), Черноземка 188 (18,04 %), Тарасовская 87 (18,30 %), Филатовка (18,10 %), Жаворонок (17,30 %). Тринадцать сортообразцов имели содержание сырого протеина в зерне ниже среднего показателя, остальные были на уровне среднего значения признака.

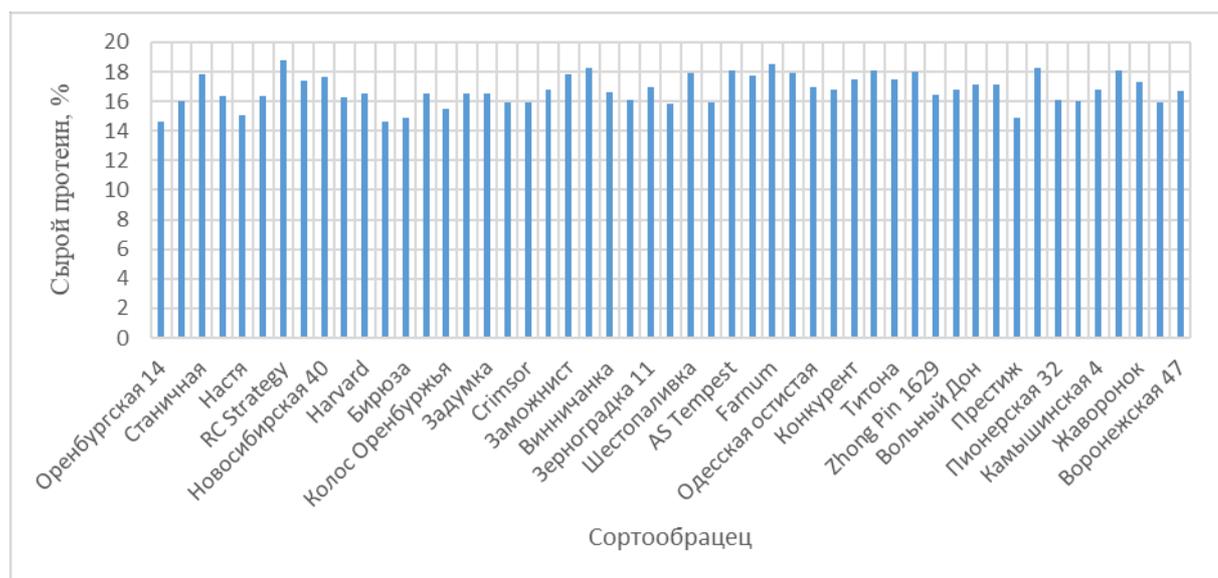


Рисунок 1 – Содержание сырого протеина в зерне коллекционных сортообразцов озимой мягкой пшеницы

В настоящее время в селекции пшеницы важное значение имеет вопрос создания высокоурожайных сортов с содержанием сырой клейковины в зерне высокого качества более 32-35 % [1]. Все изученные сортообразцы за период исследований сформировали высокое содержание сырой клейковины, варьирование составило от 31,00 % у сорта Оренбургская 14 до 43,85 % у сортообразца из США Farum (рисунок 2). Коэффициент вариации незначителен – 8,4 %. У 21 сортообразца отмечено содержание клейковины выше 40 % (40,38-43,85 %), что выше средних значений признака среди изученных образцов.

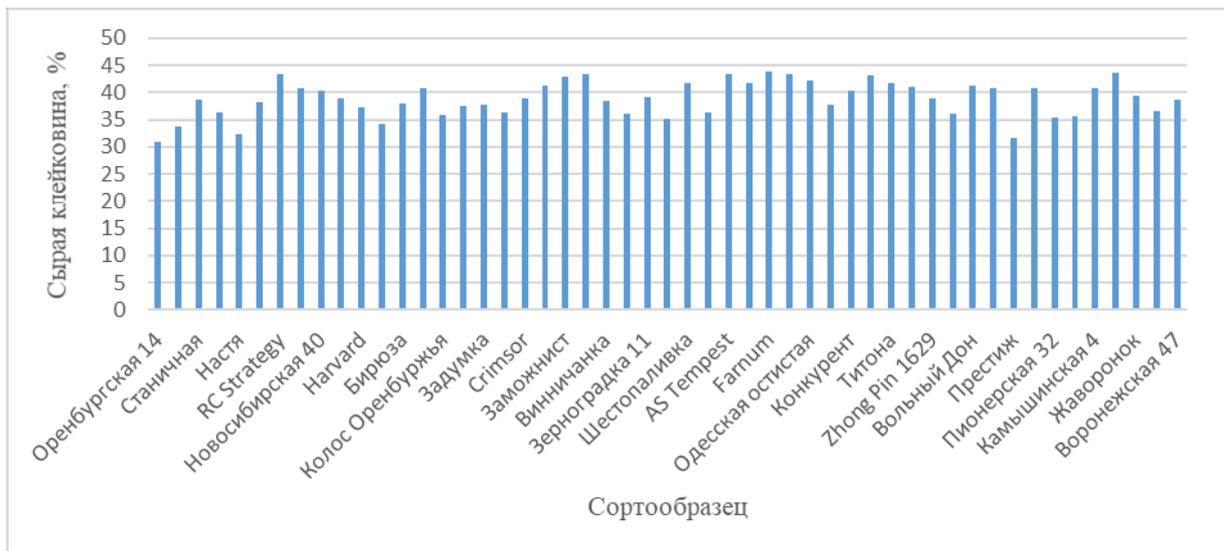


Рисунок 2 - Содержание сырой клейковины в зерне коллекционных сортообразцов озимой мягкой пшеницы

Коэффициент вариации по показателю содержания жира в зерне был также незначителен – 8,38 % (таблица 1). Диапазон варьирования признака составил 1,35 % у сорта Августа – 1,84 % у сорта Донской сюрприз и Воронежская 47. Наиболее высокие показатели содержания сырого жира в зерне отмечены у сортообразцов Настя (1,7 %), Новосибирская 51 (1,77 %), Донской сюрприз (1,84 %), Феония (1,7%), Заможнист (1,71 %), Горная поляна (1,7 %), Farnum (1,75 %), Небокрай (1,83 %), Черноземка 188 (1,73 %) и Воронежская 47 (1,84 %).

Содержание зольных элементов, крахмала и клетчатки имели сравнительно небольшой диапазон варьирования, коэффициент вариации у них составил 4,54 %, 2,96 и 5,80 % соответственно.

Заключение. По результатам изучения были выделены сортообразцы, которые рекомендуется использовать в селекционной практике по повышению показателей качества зерна озимой мягкой пшеницы путем вовлечения их в селекционный процесс:

- К источникам высокого содержания сырого протеина отнесены сортообразцы Станичная (17,80 %), RC Strategy (18,80 %), Донской сюрприз (17,4 %), Новосибирская 40 (17,64 %), Заможнист (17,82 %), Шестопаливка

(17,9 %), AS Tempest (18,07 %), Статус (17,7 %), Farnum (18,55 %), Подолянка (17,90 %), Конкурент (17,50 %), Небокрай (18,07 %), Черноземка 188 (18,04 %), Тарасовская 87 (18,30 %), Филатовка (18,10 %), Жаворонок (17,30 %).;

- Высоким содержанием сырой клейковины в зерне выделились образцы RC Strategy, Донской сюрприз, Заможнист. Кулундинка, Шестопаливка, AS Tempest, Статус, Farnum, Подолянка, Небокрай, Черноземка 188;

- Источниками высокого содержания сырого жира в зерне являются сорта Настя (1,7 %), Новосибирская 51 (1,77 %), Донской сюрприз (1,84 %), Феония (1,7%), Заможнист (1,71 %), Горная поляна (1,7 %), Farnum (1,75 %), Небокрай (1,83 %), Черноземка 188 (1,73 %) и Воронежская 47 (1,84 %).

Таблица 1 – Лучшие сортообразцы озимой мягкой пшеницы коллекции ВИР, выделившиеся по показателям качества зерна

№ п/п	Наименование сортообразца	Сырой протеин, %	Сырая клейковина, %	Сырой жир, %	Зольность, %	Крахмал, %	Клетчатка, %
	RC Strategy	18,80	43,29	1,54	1,67	67,3	2,74
	Донской сюрприз	17,4	40,7	1,84	1,80	65,7	2,19
	Заможнист	17,82	42,98	1,71	1,73	65,14	2,62
	Кулундинка	18,30	43,30	1,54	1,68	62,72	2,13
	Шестопаливка	17,90	41,65	1,61	1,84	64,19	2,60
	AS Tempest	18,07	43,30	1,68	1,60	64,93	2,14
	Статус	17,70	41,80	1,45	1,60	66,97	2,17
	Farnum	18,55	43,85	1,75	1,77	65,86	2,62
	Подолянка	17,90	43,50	1,66	1,69	62,74	2,11
	Небокрай	18,07	43,19	1,83	1,68	66,71	2,33
	Черноземка 188	18,04	41,10	1,73	1,68	64,47	2,14
	НСР ₀₅	0,42	1,38	0,06	0,03	0,81	0,06
	V, %	6,26	8,4	8,38	4,54	2,96	5,8

Список литературы

1. Ворончихина, И.Н. Оценка сортов яровой пшеницы канадской селекции по показателям продуктивности и качества зерна в условиях московской области / И.Н. Ворончихина, В.С. Рубец, В.В. Пыльнев, М.Д. Метт // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2021. – №92. – С. 64-70.
2. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., перераб. и доп. – М. : Альянс, 2014. – 351 с.
3. Крупнов, В. А. Подходы по улучшению качества зерна пшеницы: селекция на число падения / В. А. Крупнов, О. В. Крупнова // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2015. – 19(5). – С. 604-612.
4. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – М. : Колос. 1985. – вып.1. – 267с.
5. Охременко, А. В. Оценка коллекционных образцов озимой мягкой пшеницы и выделение источников ценных признаков для селекции в Центральном Предкавказье : специальность 06.01.05 "Селекция и семеноводство сельскохозяйственных растений" : диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Охременко Алевтина Владимировна. – Краснодар, 2016. – 233 с.
6. Сандухадзе, Б. И. Продуктивность и хлебопекарное качество зерна сортов и линий озимой мягкой пшеницы селекции «ФИЦ «Немчиновка» / Б. И. Сандухадзе, М. А. Кузьмич, Р. З. Мамедов [и др.] // Хлебопечение России. – 2023. – Т. 67, № 4. – С. 36-42.
7. Хлесткина, Е. К. Реализация генетического потенциала сортов мягкой пшеницы под влиянием условий внешней среды: современные возможности улучшения качества зерна и хлебопекарной продукции / Е. К. Хлесткина, Е. В. Журавлева, Т. А. Пшеничникова, Н. И. Усенко [и др.] // Сельскохозяйственная биология. – 2017. – Т. 52. – № 3. – С. 501-514.

Научная статья

УДК 635.633.37

Н.А. Шьюрова, Н.В. Степанова, А.Г. Субботин

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

НУТ – ЦЕННАЯ ЗЕРНОБОБОВАЯ КУЛЬТУРА ЗАСУШЛИВОГО ПОВОЛЖЬЯ

Зернобобовые культуры играют значительную роль в современном земледелии. Они отличаются высоким содержанием белка, сбалансированного по аминокислотному составу, как азотофиксирующие культуры они обогащают почву симбиотическим, практически бесплатным азотом, что позволяет существенно сократить расход минеральных удобрений.

Благодаря использованию для своего питания атмосферного азота воздуха они обеспечивают получение экологически чистой продукции и выполняют мелиоративную роль в повышении плодородия почвы.

Нут возделывают как пищевое и кормовое растение. В его семенах содержится от 20 до 30% белка и от 5 до 8% жира. Белки, входящие в состав зерна, по своей биологической полноценности и усвояемости близки к белкам животного происхождения.

По содержанию незаменимых аминокислот (тирозин – 2,78%, триптофан – 1,17%, лизин – 4,66%, аргинин – 1,43%, гистидин – 2,49%) белки семян нута относятся к одним из лучших среди зернобобовых культур.

Семена нута используются в сыром, вареном и жареном виде. По свидетельству академика Н.И. Вавилова, в Афганистане нут, поджаренный с сахаром и маслом (кульча), служил лакомством. В Европе молотые семена нута раньше служили суррогатом кофе, а в Германии его называли кофейным горохом.

Жители Закавказья широко используют нут для приготовления ряда национальных блюд: нити, блюз-бом, кульча, халва, рахаткулей, ахандуз. Установлено, что добавление до 10% нутовой муки к пшеничной, улучшает объем и пористость хлеба, ржаной хлеб с примесью 15% нутовой муки лучше, чем из чистой ржаной муки, внесение в макаронную пасту до 15% муки нута увеличивает механическую прочность макарон.

Большинство сортов нута устойчивы к полеганию, сравнительно высокорослые, бобы формируются компактно в верхней части куста, они не растрескиваются при созревании.

Эти особенности культуры в сочетании с высокой засухоустойчивостью и жаростойкостью, невысокой поражаемостью болезнями и вредителями подчеркивают целесообразность широкого возделывания нута в степных районах Поволжья, где возделывание гороха связано с трудностями при уборке и большими затратами, связанными с защитой посевов от гороховой зерновки.

Бобовые культуры, в их числе и нут, играют важную роль в биологизации земледелия. Однако следует сказать, что необходимое количество N_2 растения получают при достаточно развитом аппарате азотофиксации.

Процесс инокуляции проходит в несколько этапов: растение симбионт корневыми выделениями стимулирует рост и размножение бактерий, последние концентрируются в зоне корневых волосков, через которые проникают в ткани корня и, образуя слизистые тяжи, прорастают в клетки.

В клетках растения бактерии превращаются в бактериоиды и приобретают способность связывать молекулярный азот атмосферы. Клубеньковые бактерии, приспособленные к нуту, образуют крупные клубеньки на главном корне растения или около него, мелкие клубеньки рассредоточиваются по всей корневой системе, но в большинстве случаев они паразитируют на растительном организме, т.е. не фиксируют азот.

Актуальность этого вопроса и явилась основанием для проведения полевых исследований. Задачей которых было изучить влияние бактериальных биопрепаратов на продуктивность нута на полях УНПО «Поволжье» Энгельсского

района Саратовской области. Климат района - континентальный. Сумма осадков достаточная для выращивания большинства культур и составляет – 350 мм. Преобладающим типом почв на территории хозяйства являются каштановые, среднесуглинистые. Содержание гумуса колеблется от 3,5-4, %. Обеспеченность азотом – средняя, фосфором – средняя и калием – высокая. Объектом исследований был сорта нута Золотой юбилей и Заволжский. Семена обрабатывали двумя бактериальными препаратами: ризоторфином и экстразолом. Экстразол – микробный препарат, способствующий лучшему использованию элементов минерального питания растений, синтезирует ростовые и другие биологически активные вещества, снижает поражение растений фитопатогенами. Готовый препарат представляет собой чистую культуру бактерий. Препарат применяют как для обработки почвы (санация почвы) так и в различных фазах развития растения – обработка семян, по вегетации культуры. Ризоторфин (торфяной нитрагин) – бактериальное удобрение на основе торфа. Препарат высокоактивных культур клубеньковых бактерий *Rhizobium*, довольно широко применяемый для инокуляции семян бобовых. При прорастании семян бактерии проникают в корни растений, образуя на них клубеньки, где размножаются в больших количествах. Активные штаммы этих бактерий обладают способностью усваивать азот атмосферы и переводить его в связанную форму, доступную для питания растений. В свою очередь растения снабжают бактерии энергией, необходимой для осуществления данного процесса.

Основной метод наших исследований – полевой. Полевые опыты закладывали в 4-х кратной повторности, располагая деланки рендомизированным способом. Закладка опыта, проведение всех наблюдений и учетов выполнялись в соответствии с методикой полевых опытов Доспехова. На опытном участке выполнялись все агротехнические мероприятия, запланированные в зональной технологии возделывания нута.

В условиях 2023 года в наших опытах прослеживается влияние биопрепаратов на продуктивность нута.

Таблица 1 Влияние бактериальных препаратов на полевую всхожесть нута, УНПО «Поволжье», 2023 г.

Варианты предпосевной обработки семян	Полевая всхожесть		Сохранность растений к уборке	
	шт./м ²	%	шт./м ²	%
Золотой юбилей				
Контроль (без обработки семян)	50,4	72,0	45,3	90,0
Семена обработанные ризоторфином	59,2	84,5	56,3	95,2
Семена обработанные экстра-соллом	60,3	86,2	59,6	98,8
Заволжский				
Контроль (без обработки семян)	49,0	70,0	43,7	89,2
Семена обработанные ризоторфином	57,5	82,1	54,3	94,4
Семена обработанные экстра-соллом	59,7	85,3	58,0	97,3

Наилучшим стимулятором повышения полевой всхожести семян нута в наших опытах оказался экстрасол, обработка семян которым повысила полевую всхожесть по сравнению с контролем на 14,2 %. Лучшей полевой всхожестью по всем вариантам опыта характеризуется сорт Золотой юбилей. На контроле полевая всхожесть семян нута составила 72,0%. По сорту Заволжский наблюдается та же тенденция, наибольшая полевая всхожесть наблюдалась на варианте с экстрасоллом.

По всем вариантам опыта сохранность растений к уборке была высокой и находилась на уровне 89,2-98,8% в зависимости от вариантов опыта. Лучшей сохранностью растений к периоду уборки отличались варианты, обработанные экстрасоллом, по сорту Золотой юбилей – 98,8, по сорту Заволжский – 97,3%.

Исследованиями установлено, что предпосевная обработка семян ускоряет прохождение растениями фаз развития и укорачивает вегетационный период нута. Так, по всем вариантам опыта предпосевная обработка семян уменьшала период вегетации в среднем на 11-18 дней. Меньшим периодом прохождения фаз развития отличался сорт Золотой юбилей, при обработке семян экстрасоллом –

81 день, при обработке ризоторфином – 84 дня, по сорту Заволжский наблюдались та же тенденции – 95 и 99 дней соответственно.

Таблица 2 Влияние бактериальных биопрепаратов на продуктивность растений нута УНПО «Поволжье», 2023 г.

Варианты опыта	Густота стояния растений на 1м ²	Количество			Масса семян, г		Сбор зерна с 1м ² , г
		бобов на 1 растение	семян в бобе	семян с 1 растения	с 1 растения	1000 шт.	
Золотой юбилей							
Контроль (без обработки семян)	45	6,4	1,85	15,5	3,23	176,4	145
Семена обработанные ризоторфином	56	6,6	1,90	18,7	3,46	178,6	194
Семена обработанные экстраасолом	59	6,8	2,0	19,8	3,82	180,0	225
Заволжский							
Контроль (без обработки семян)	44	6,2	1,74	14,4	3,03	174,1	133
Семена обработанные ризоторфином	54	6,3	1,82	16,4	3,32	168,2	179
Семена обработанные экстраасолом	58	6,5	1,90	17,3	3,76	172,3	218

Стимуляция прорастания семян, активизация хода продукционного процесса растений нута под влиянием изучаемых препаратов, особенно экстраасола способствовали повышению урожайности нута. Так, инокуляция семян нута экстраасолом способствовала наибольшей сохранности продуктивных растений нута к уборке на единице посева.

Применение экстраасола в условиях 2023 года обеспечило получение максимального урожая, он составил (биологический) по сорту Золотой юбилей– 2,25, по сорту Заволжский – 2,18 т/га, превысив контрольный вариант на 0,8-09 т/га соответственно.

Список литературы

1. Васин, В.Г. Урожайность и кормовые достоинства нута при возделывании в условиях Сухостепной зоны Заволжья [Текст] / В.Г. Васин, А.В. Нови-

ков, А.Н. Бурунов// Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 3 – (47). – С. 18 – 24.

2. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта [Текст] /Б.А. Доспехов. -М.: Агропромиздат. – 1985. – 351 с.

3. Таспаев, Н.С. Подбор сортов и совершенствование приемов технологии возделывания нута в Заволжье [Текст] / Н.С. Таспаев, Н.И. Германцева, Т.В.Селезнева, Н.Н. Таспаев. // Агрофорсайт. – 2020. – № S7(31). – С. 3 – 5.

4. Турина, Е.Л. Биологические препараты в агротехнологиях выращивания зернобобовых культур [Текст] / Е.Л. Турина, Р.А. Кулинич. –// Формирование и развитие сельскохозяйственной науки в XXI веке: Сборник науч. статей. – с. Солёное Займище: ФГБНУ «ПНИИАЗ», 2016. – С. 252 – 260.

5. Семененко, А.С. Приемы возделывания нута в сухостепной зоне каштановых почв Нижнего Поволжья [Текст] / А.С. Семененко // Аграрный научный журнал. Естественные науки. – 2017. – №9. – С.32 – 37.

©Шьюрова Н.А., Степанова Н.В., Субботин А.Г., 2025

СОДЕРЖАНИЕ

Степанов С.А. Вадим Андреевич Кумаков: искусство видеть.....	3
Аленькина С.А., Купряшина М.А. Использование метаболитов ризобактерий как агротехнологический прием повышения адаптационного потенциала озимой пшеницы.....	9
Бареева. А.Ш., Гальперина А.Р., Липова И.Ю., Гапизова Д.М. Оценка воздействия ризосферных микроорганизмов аридных экосистем на прорастание семян горчицы желтой.....	16
Бурыгин Г.Л., Рогов Д.А., Кусмарцева Ю.А. Перспективы использования липополисахаридов ризобактерий в качестве стимуляторов роста растений.....	22
Грицук Е.Д., Тыновец С.В. Влияние экстрактов <i>Ganoderma lipsiense</i> на всхожесть зерновых культур.....	28
Денисов К.Е., Макарова Е.С. Возделывание твёрдой и мягкой озимой пшеницы в условиях Саратовской области.....	32
Евсеева Н.В., Денисова А.Ю, Егоренкова И.В., Каргаполова К.Ю., Венжик Ю.В., Ткаченко О.В., Прокопенко А.А., Попов В.Н. Влияние экзополисахаридов бактерий <i>Raenibacillus polytuxa</i> на рост и устойчивость растений к абиотическим стрессовым факторам.....	41
Ерменов К.К., Ткаченко О.В., Лекарев А.В, Ермакова А.П., Поминов А.В., Кудряшов С.П. Сравнительный анализ гибридов подсолнечника по хозяйственно-ценным признакам в условиях Саратовской области.....	48
Еськов М.И., Полищук А.А., Мельников А.В. О развитии питомников плодовых культур в Саратовской области.....	54
Еськов М.И., Полищук А.А., Мельников А.В. О развитии садоводства в Саратовской области.....	60
Заводилкин Н.Д., Беляева А.А., Ткаченко О.В. Биоинформационный анализ гена <i>Zds</i> , влияющего на содержание каротиноидов у твёрдой пшеницы	66
Костина Е.Е., Ткаченко О.В. Определение оптимальных параметров куль-	

тивирования незрелых зародышей <i>in vitro</i> для использования метода эмбриокультуры у подсолнечника.....	71
Костина Е.Е., Лобачев Ю.В., Ткаченко О.В. Изучение технологических и генетических аспектов культивирования клеток и тканей <i>in vitro</i> подсолнечника.....	75
Лобачев Ю.В. Исследование короткостебельности пшеницы на Юго-Востоке европейской части России.....	80
Лялина Е.В., Тайляков Д.А. Сортоизучение яблони в условиях Хвалынска...	86
Макаров Д.А. Применение полимерных гранул в сельском хозяйстве, их влияние на почву и растения.....	95
Милюткин В.А. Агрегат Senius (АО Евротехника) для технологии <i>mini-till</i> при поверхностной обработке с почво- углублением при оптимальном агрегатировании.....	102
Мозлов В.А. Селекционная оценка сортов и образцов проса посевного в условиях левобережья Саратовской области.....	110
Морозова С.В., Молчанова Н.П., Колесникова Д.А., Безуглова В.В. Особенности увлажнения правобережья Саратовской области в условиях настоящего потепления.....	115
Мухатова Ж.Н., Жужукин В.И., Субботин А.Г. Оценка взаимосвязи урожайности сортообразцов нута (<i>Cicer arietinum</i> L.) и хозяйственно – ценных признаков в Нижнем Поволжье.....	123
Павлова В.А., Критская Е.Е. Влияние фунгицидов с физиологическим действием на сохранение урожайности озимой пшеницы в условиях Саратовского Правобережья.....	129
Пархоменко А.Н. Устойчивость азотфиксирующих микроорганизмов к солевому стрессу.....	135
Синдюкова В.А. Современное состояние развития льна масличного в России.....	141
Степанова Н.В., Субботин А.Г., Мухатова Ж.Н., Шьюрова Н.А. Оценка	

сортообразцов озимой мягкой пшеницы коллекции ВИР по биохимическому составу зерна.....	145
Шьюрова Н.А., Степанова Н.В., Субботин А.Г. Нут – ценная зернобобовая культура Засушливого Поволжья.....	152

Научное издание

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ СОЗДАНИЯ И ВОЗДЕЛЫВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ

**Сборник статей VI Национальной научно-практической конференции
«Инновационные технологии создания и возделывания
сельскохозяйственных растений», посвященная 100-летию со дня
рождения В.А. Кумакова**

11 апреля 2025 г.

Электронное издание

Адрес размещения: <https://www.vavilovsar.ru/nauka/konferencii-saratovskogo-gau/2025-g>

Размещено 16.07.2025 г.

ISBN 978-5-7011-0883-5



Объем данных: 6,3 Мбайт. Аналог печ. л. 10,0
Формат 60×84 1/16. Заказ №883
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Саратовский государственный университет генетики,
биотехнологии и инженерии им. Н.И. Вавилова»
Тел.: 8(8452)26-27-83, email: nigr@vavilovsar.ru
410012, г. Саратов, пр-кт им. Петра Столыпина зд. 4, стр. 3.
