

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

ВАВИЛОВСКИЕ ЧТЕНИЯ – 2017

Сборник статей Международной
научно-практической конференции,
посвященной 130-й годовщине
со дня рождения академика Н.И. Вавилова

Мероприятие проводится при финансовой поддержке
Российского фонда фундаментальных исследований,
проект № 17-04-20568 г.

Саратов
2017

УДК 378:001.891
ББК 4
В12

В 12 Вавиловские чтения – 2017: Сборник статей межд. науч.-практ. конф., посвященной 130-й годовщине со дня рождения академика Н.И. Вавилова. – Саратов, Саратовский ГАУ, ООО «Амирит», 2017. – 504 с.

Редакционная коллегия:

д-р экон. наук, профессор *Н.И. Кузнецов*
д-р экон. наук, профессор *И.Л. Воротников*
канд. с.-х. наук, доцент *Н.А. Шьюрова*

УДК 378:001.891
ББК 4

Материалы изданы в авторской редакции

ISBN 978-5-9500982-7-7

© ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2017
© Коллектив авторов

УДК 633.1

В.И. Буянкин, А.В. Солонкин

Нижне-Волжский научно-исследовательский институт сельского хозяйства,
г. Волгоград, Россия

**ПРОГРАММНЫЙ ТРУД АКАДЕМИКА Н.И. ВАВИЛОВА
ДЛЯ СЕЛЕКЦИОНЕРОВ, АГРОНОМОВ И ПРАКТИКОВ
ЮГО-ВОСТОКА СТРАНЫ
(посвящается 130-летию со дня рождения)**

Жизнь и научная деятельность великого ученого, биолога, агронома Н.И. Вавилова оказалась неразрывно связанной с судьбами Среднего и Нижнего Поволжья, а также сопредельных территорий, ранее объединенных понятием Юго-Востока Европейской части России. Центром этого громадного региона (68,51 млн га) в начале прошлого века считался Саратов.

Со второй половины 1917 г. начался саратовский период научной деятельности Н.И. Вавилова на вновь созданной кафедре частного земледелия агрономического факультета местного университета. Кроме преподавательской работы, он приступил к масштабным исследованиям на землях Юго-Востока по огромному перечню полевых культур. В течение трех лет на опытном поле пригородного хутора Оппоково высевались тысячи образцов самых разных ботанических видов, разновидностей, популяций и рас культур, семена которых были собраны им с 1913 по 1916 гг. в предыдущих экспедициях по странам Центральной, Средней Азии и Европы.

Работы эти помогли определить подходы к новым научным теориям по иммунитету, наследственной изменчивости, центрам происхождения культурных растений и имеют планетарное значение. Итоги саратовского периода деятельности были доложены Н.И. Вавиловым на организованном им III-ем Всероссийском съезде селекционеров России летом 1920 г. и сразу же получили всестороннее признание и поддержку съезда.

По отзывам соратников и современников Н.И. Вавилова одним из его любимых выражений было «Жизнь коротка, надо спешить».

В соответствии с этим личным кредо сразу же после съезда селекционеров, он со своими единомышленниками (12 чел.), в августе 1920 г. выезжает в ботаническую экспедицию по Нижней Волге для сбора семян и плодов всех возделываемых на полях Юго-Востока сельскохозяйственных культур.

На основе результатов трехлетних исследований культурной флоры в Саратове, а также по материалам Нижне-Волжской экспедиции, в следующем 1921 г. Н.И. Вавилов подготовил к печати книгу «Полевые культуры Юго-Востока» [1].

Эта книга является теоретическим обоснованием создания, сохранения и использования мировой коллекции семян культурных растений для развития народного хозяйства всей страны.

Как стало ясно в последующие годы, Н.И. Вавилов неустанно заботился о расширении коллекции семян культурной флоры с помощью ряда экспедиций по странам пяти континентов.

Полагаем, что для скорейшего использования в селекции семенного материала необходимо было привлечь внимание к собранной коллекции большое число агрономических работников как из числа селекционеров, так и рядовых практиков (крестьян, агрономов, руководителей разных уровней в области сельского хозяйства).

Эту работу Н.И. Вавилов счел необходимым украсить многозначительным эпиграфом: *«Солнечному, знойному, суровому Краю, настоящей и будущей Агрономии Юго-Востока как дань за несколько лет приюта и гостеприимства посвящает этот очерк. Автор»*.

Обращает на себя внимание, что слова «Край» и «Агрономия» в тексте эпиграфа написаны с большой буквы. Представляется, что автор делает акцент эпиграфа именно на эти понятия.

Эпиграф этот звучит как обращение ко всем агрономам всей аграрной общественности страны для мобилизации сил в использовании громадного потенциала культурной флоры планеты («шарика», как любил говорить Н.И. Вавилов). Считаем, что этот научный труд Н.И. Вавилова носит программный характер для работы селекционеров, агрономов и практиков, в первую очередь, региона Юго-Востока.

Действительно в первой половине прошлого столетия эта книга была в центре внимания биологов, селекционеров, научных работников смежных специальностей и агрономов – практиков. Это прослеживается в работе ряда научных учреждений региона Юго-Востока. Подтверждением служит книга Камышинского районного опытного поля за 1924 г. с характерным содержанием и названием [2]. Широко использовались в конце 20-х годов материалы коллекции для селекции сизой горчицы агрономом Б.Н. Дробинским на Сталинградской опытной станции (при поддержке соратника Вавилова – Е.Н. Синской) [3]. Программа исследований мировой коллекции дыни (К.К. Пангалло) в середине 30-х годов была положена в основу успешной работы Быковской опытной станции бахчеводства.

В наибольшей мере обращение или завет Н.И. Вавилова выполнялся поколениями талантливейших ученых-селекционеров нынешнего НИИСХ Юго-Востока. Сорты яровой пшеницы, вышедшие из рук А.П. Шехурдина и В.Н. Мамонтовой много десятилетий занимали миллионы гектаров посевов в самых суровых степях Европейской части страны, а также на западе Сибири и севере Казахстана.

Аграрная общественность, ученые, специалисты высоко оценивали эту работу Н.И. Вавилова. В журнале «Известия Государственного института опытной агрономии» рецензент И. Палибин отмечал: «Относительно каждой культуры автор дает обстоятельный материал, который может иметь существенное значение для изучения всех русских степных культур... Мы должны постоянно рекомендовать каждому ботанику – селектору и научному деятелю агрономии ближе вдуматься во многие из положений автора этой книги, как чреватые новыми выводами и положениями для будущих работников в этой области знания» [4]. Эти сведения приводятся в книге саратовского исследователя деятельности Н.И. Вавилова, Т.И. Коротковой [5]. Здесь же дается ссылка на архивные материалы ЛО арх. АН СССР, где находится отзыв о работах Н.И. Вавилова профессора М.Н. Голенкина, в котором в частности отмечено «каждому человеку, интересующемуся судьбами нашей Родины, можно только посоветовать, прочесть его «Полевые культуры» [5].

Через 60 лет после издания книги «Полевые культуры Юго-Востока», профессор К.Г. Шульмейстер высказал убеждение, что работа эта «не потеряла своего научного и практического значения и в наши дни» [6].

Остановимся на отдельных главах этого научного труда Н.И. Вавилова. Описание полевых культур в книге начинается с хлебных злаков, и в первую очередь, с пшеницы, которая занимала в 1916 г. 3,73 млн га. (48,8 % площадей посева всех культур на Юго-Востоке). Здесь, по его сведениям, высевалась, в основном, яровая пшеница. Под озимой пшеницей было занято лишь 1,0 % посевов

Н.И. Вавилов отмечает, что в западных уездах края возделываются, в основном, сорта мягкой пшеницы. На заволжской территории – преимущественно сорта твердых пшениц. На северо-востоке региона (Кузнецк, Хвалынский) на 3,7 тыс. га выращивался еще третий вид пшеницы – эммер (полба). Подчеркивается высокое качество зерна и мягких и твер-

дых пшениц, выращенных в условиях Юго-Востока. Причем урожай твердой пшеницы, в основном, шел на продажу, чему способствовали высокие цены на эту продукцию. На территории Юго-Востока Н.И. Вавилов выделяет 11 ботанических разновидностей яровой мягкой пшеницы, преимущественно лютесценс и эритроспермум.

На втором месте в структуре посева на Юго-Востоке в 1916 г. находилась рожь, которая размещалась на 1,83 млн га. Наибольшие площади этой культуры приходились на северную часть края; к югу – площади резко сокращались. Для нашего времени интересной может быть информация о значительных площадях посева яровой ржи (103,66 тыс. га.), которая высевалась в самых южных уездах Астраханской губернии. Н.И. Вавилов допускает, что возделывание ржи здесь имеет многолетнюю практику, выделившую местный сорт Астраханской ржи, с коротким колосом, синеватым налетом, оттопыренными остями и открытым, зеленой окраски зерном.

Третье место среди хлебов Н.И. Вавилов отводит культуре овса, под которым в 1916 г. находилось 536,25 тыс. га, или 7,1 % посевной площади. По ботаническим признакам на территории Юго-Востока Н.И. Вавилов выделяет у овса четыре разновидности. Общей характеристикой возделываемых на Юго-Востоке сортов овса является высокая пленчатость зерна (33–35 %). Ученый подчеркивает особенность эволюции культурных овсов от разных биологических родоначальных групп, что должно привлечь внимание селекционеров. Практически важным для сегодняшнего времени является заключение его о перспективности культуры овса в Правобережье Волги, а также на Заволжских территориях.

Посевные площади ячменя в 1916 г. составляли 521,51 тыс. га (6,9 % от общей посевной площади). В отличие от овса, как кормовой культуры, ячмень имеет больший диапазон применения в народном хозяйстве (крупа, суррогат кофе, солод и др.). В условиях Юго-Востока ячмень отличается пониженной пленчатостью (10–12 %) и по урожайности превышает овес. Н.И. Вавилов, в первую очередь, отмечает космополитизм ячменя на планете, что обеспечивается большим количеством сортов и рас, и биологическими особенностями этой культуры.

За три года на Саратовском опытном поле было изучено до 600 рас ячменя. Особенно интересны были скороспелые формы из Средней и Центральной Азии, в том числе голозерные ячмени на зернофуражные цели. Н.И. Вавилов рекомендовал использовать эти разновидности в селекции ячменя на Юго-Востоке.

Анализируя сложившуюся структуру посева на Юго-Востоке, Н.И. Вавилов отмечает перенасыщение посевными площадями зерновых (93 %). «Общий тон полей... характеризуется явным преобладанием яровой пшеницы. Задачей агронома будущего является количественное увеличение разнообразия культур за счет яровой пшеницы, что, несомненно, поведет и к большей устойчивости урожая».

Кукуруза в 1912 г. на Юго-Востоке занимала лишь 10,1 тыс. га, или 0,1 % от всей площади посева. Средняя урожайность зерна на опытных учреждениях составляла 21,3–23,1 ц/га. Ботанический состав кукурузы беден и представлен разновидностями кремнистой кукурузы. Н.И. Вавилов высказал твердую уверенность в большой перспективе кукурузы на Юго-Востоке. Он призывал учесть громадные успехи в выращивании кукурузы в США и применять этот опыт на местах. Особенно он подчеркивал важность кукурузы как предшественника в севообороте и устойчивость культуры ко всему комплексу традиционных вредителей зерновых культур.

Под масличными культурами на Юго-Востоке в начале XX века было занято 225,0 тыс. га или 3 % от посевной площади. Ведущей культурой являлся подсолнечник, который был размещен на 152,9 тыс. га. Урожайность на полях опытных учреждений колебалась от 14 до 18 ц/га, при среднем содержании масла в семянках 35,0 %. Основные площади подсолнечника в стране размещались в Саратовской, Воронежской областях, а также на Кубани и являются самыми большими во всем мире. В странах Западной Европы подсолнечник известен лишь как декоративное растение. Для отечествен-

ной селекции Н.И. Вавилов рекомендовал шире использовать образцы семян подсолнечника из Америки.

Весомое место по значимости среди масличных культур занимает горчица. Посевная площадь ее на Юго-Востоке составляла 42,1 тыс. га. На масло возделывается только горчица сарептская. В саратовских исследованиях Е.Н. Синской горчица сарептская была представлена рядом форм, в том числе с желтыми семенами. Н.И. Вавилов обращает внимание и на другие крестоцветные масличные растения: рыжик, сурепицу, рапс, эруку, ярутку, которые изредка высеваются в крае. Он также высказывается о перспективе возделывания озимого рыжика, «что увеличило бы разнообразие» озимого клина на Юго-Востоке».

Вавилов Н.И. замечает, что после резкого падения урожайности подсолнечника в конце XIX столетия, из-за болезней, вредителей и заразики в стране было решено выращивать сафлор. В Саратовской области урожайность его маслосемян составляла 9,0–10,0 ц/га. Однако, из-за сильного повреждения семян вредителем, сафлор сеять перестали. Полное уничтожение урожая в 1918 и 1919 гг. отмечает в своих опытах и Н.И. Вавилов. При резком увеличении посевных площадей сафлора в наши дни, урожайность этой культуры также остается нестабильной по всей территории Юго-Востока.

Посевы льна на Юго-Востоке в 1916 г. составляли 16,7 тыс. га (0,2 % от всей площади сева). Высевались сорта промежуточного типа на волокно и масло. Несмотря на малое количество используемых форм, и рас льна, Н.И. Вавилов говорит о хорошей перспективе льняной культуры на Юго-Востоке. На основании испытаний 300 сортов образцов льна из разных стран и районов он утверждает, что на Юго-Востоке хорошие урожаи могут давать южные, горные сорта: и кудряши и долгунцы. Предлагает сосредоточить внимание селекционеров на создание для Юго-Востока сортов промежуточного типа двойного назначения. Научное предвидение Н.И. Вавилова о перспективе производства маслосемян льна и рыжика на Юго-Востоке вполне подтверждается в наши дни, когда площади посевов этих культур в степной зоне страны достигли сотни тысяч гектаров.

Большую перспективу Н.И. Вавилов видел в расширении посевных площадей нута, как альтернативы гороху. По опытам Краснокутской опытной станции урожайность зерна нута за 6 лет составляла 10,6 ц/га. Образцы нута из Персии и Туркестана также испытывались Н.И. Вавиловым в течение трех лет, что позволило ему рекомендовать для центральных, восточных и южных уездов Юго-Востока нут, как самую надежную зернобобовую культуру. Он убежденно пишет: «Это растение является типичным ксерофитом. Нут почти не знает специальных вредителей... Зерно нута по вкусовым качествам не уступает гороху!». Обоснованность этой рекомендации убедительно доказана в наши дни, когда нут стал успешно размещаться на сотнях тысячах гектаров в Волгоградской и Саратовской областях и является высоколиквидной продукцией.

Истоки бахчеводства в России уходят своими корнями во вторую половину 17 века. Однако каких-либо исследований по бахчевым культурам до конца первой четверти XX века в стране не проводилось. Между тем, площади посева бахчевых культур ежегодно возрастали и достигли к 1913 г. на территории Юго-Востока 96,8 тыс. га и 92,4 тыс. га в пределах смежных уездов Донской области. Поэтому Н.И. Вавиловым был произведен детальный анализ имеющихся статистических данных по производству и перевозкам бахчевой продукции в стране.

По данным статистики грузоперевозок того времени (1913 г.) из Юго-Востока в крупные населенные пункты было перевезено 1,67 млн т бахчевой продукции. Только с железнодорожных станций нынешней Волгоградской области (Камышин, Тингута, Лог, Сарепта, Червленое) было отправлено 647,5 тыс. т плодов бахчевых культур.

Н.И. Вавилов отмечал, что столь огромные объемы производства бахчевой продукции выращивалось местным населением «без помощи опытных станций и полей, лишенные всякой агрономической помощи со стороны государства...». Научной основы

бахчеводства в стране еще не было, поэтому он в 1918–20 гг. приступил к изучению биологии этих культур на опытном поле Саратовского университета.

При возвращении из экспедиции по Нижней Волге, Н.И. Вавилов с сотрудниками посетил Камышинское районное опытное поле, где занимался изучением агротехники этих культур у местных крестьян, а также лично раскапывал и зарисовывал на планшете строение корневых систем бахчевых культур. Этот визит Н.И. Вавилова расставил серьезные ориентиры в выработке, под руководством К.Г. Шульмейстера, научной программы возрождаемого после Гражданской войны Камышинского районного опытного поля [2].

Для нас очень важным является факт личного участия Н.И. Вавилова как в организации, так и в проведении первых селекционных работ по бахчеводству на Юго-Востоке и в стране, еще до выхода в свет книги «Полевые культуры Юго-Востока» [6]. До этого вопросы селекции и технологии бахчевых оставались «белым пятном» в отечественной агрономии. Наша агрономия, благодаря научной работе Н.И. Вавилова на Юго-Востоке, получила мощный импульс. Об этом свидетельствует почти 90-летний период успешной работы нескольких поколений селекционеров на Быковской селекционно-опытной станции вплоть до наших дней.

Память об этом великом человеке на нашей земле закреплена в названии Волгоградской опытной станции Всероссийского НИИ растениеводства имени Н.И. Вавилова. Перед административным зданием этого учреждения в г. Краснослободске установлен бюст академика.

Дела и идеи Н.И. Вавилова поддерживаются и реализуются в работе других научных учреждений региона. В Нижне-Волжском НИИ сельского хозяйства – филиале ФНЦ агроэкологии РАН ученые ВИРа уже более 20 лет проводят экспериментальные посевы ячменя из мировой коллекции этой культуры. Эту культуру Н.И. Вавилов также рассматривал в своих работах, как важнейшую для Юго-Востока.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Вавилов Н.И.* Полевые культуры Юго-Востока. – Изд. Новое деревня, Петроград, 1922. – 228 с.
2. *Шульмейстер К.Г.* Программные вопросы Камышинского районного опытного поля и отчет за 1923 г. – Камышин, 1924. – 138 с.
3. *Лангельд Ф.К.* Отчет по организации селекционного отдела по изучению селекции горчицы за 1928–1929 годы (рукопись). – Фонды библиотеки НИИСХ Юго-Востока. – Саратов, 1930. – 46 с.
4. *Палибин И.* Рецензия на книгу «Полевые культуры Юго-Востока». – Ж. Известия Государственного института опытной агрономии, 1923. – Т. 1. – № 2. – 111 с.
5. *Короткова Т.И.* Н.И. Вавилов в Саратове. – Саратов, Приволжское кн. изд-во, 1978. – 120 с.
6. *Шульмейстер К.Г.* Вопросы земледелия Юго-Востока Европейской части СССР в трудах академика Вавилова Н.И. – Ж. Вестник сельскохозяйственной науки. – 1983. – № 1. – С. 116–122.
7. *Вавилов Н.И.* О междуродовых гибридах дынь, арбузов и тыкв. – Труды бюро по прикладной ботанике и селекции. – 1925.– Т. XIV. – Выпуск I.

И.Б. Гуськова¹, С.А. Степанов²

¹Санкт-Петербургские ведомости, г. Санкт-Петербург, Россия

²Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского, г. Саратов, Россия

ИСТОРИЯ ИЗДАНИЯ «ПРОИСХОЖДЕНИЕ ВИДОВ» Ч. ДАРВИНА В РОССИИ: ОТ ВАВИЛОВА ДО ВАВИЛОВА

Аннотация. Представлена история издания в России труда Ч. Дарвина «Происхождение видов». Отмечен вклад Н.И. Вавилова в переиздание данной работы в 1935 г., с исправлением и переработкой издания 1907 г. в переводе К.А. Тимирязева, М.А. Мензбира, А.П. Павлова и И.А. Петровского. В настоящее время отдельные издательства снова вернулись к изданию труда Ч. Дарвина, осуществленного под редакцией Н.И. Вавилова с участием переводчиков, специалистов ВИРа, Т.А. Красносельской-Максимовой и И.В. Красовской.

Ключевые слова: Дарвин Ч., Вавилов Н.И., Красносельская-Максимова Т.А., Красовская И.В., Тахтаджан А.Л.

После того, как в сборнике статей международной научно-практической конференции «Вавиловские чтения – 2015» была опубликована первая часть нашей работы об истории изданий «Происхождение видов» Ч. Дарвина в России и СССР [1], казалось логичным довести это исследование до наших дней. Заметив постоянный интерес к данному историческому материалу на сайте [www. ResearchGate.net](http://www.ResearchGate.net), предлагаем вашему вниманию продолжение темы.

Итак, вернемся в 1935 год, когда по инициативе и под общей редакции академика Н.И. Вавилова в издательстве «Сельхозгиз» вышел том в 630 страниц «Происхождение видов» Чарльза Дарвина. Тираж издания составил 35000 экземпляров, за основу было взято считающееся эталонным русскоязычное издание, выпущенное в 1907 году (перевод профессора К.А. Тимирязева, а также М.А. Мензбира, А.П. Павлова и И.А. Петровского) с 6-го исправленного и дополненного английского издания. Однако данный текст необходимо было привести к нормам современного русского языка и поправить некоторые неточности. В предисловии к переводу Н.И. Вавилов отмечал: «Редко какая страница перевода не потребовала хотя бы незначительного исправления, некоторые же места, в особенности, сделанные не Тимирязевым, пришлось переработать почти совершенно заново, особенно главу 15» [2]. В качестве переводчиков и корректоров труда Ч. Дарвина Н.И. Вавилов пригласил сотрудников ВИРа – профессора Татьяну Абрамовну Красносельскую-Максимову и ученого специалиста отдела физиологии растений Ирину Владимировну Красовскую. Каждая из них блестяще владела английским языком. Они поделили поровну количество переводимых глав: Красносельская-Максимова исправила главы 2, 5, 6, 7, 8, 9, 14, Красовская – 3, 4, 10, 11, 12, 13, 15. Исторический очерк, введение и главу 1 исправил Н.И. Вавилов [2]. Успех этого издания был колоссальный и тираж быстро разошелся. Через 2 года в том же «Сельхозгизе» было выпущено 2-е издание тиражом 30000 экз. Вавилов 25 апреля 1937 года написал два письма своим переводчикам: «Дорогая Ирина Владимировна... Сельхозгиз желает незамедлительно приступить к новому изданию, так как первое (35 тыс.) все разошлось. Надо это сделать внезапно, но хорошо»; «Дорогая Татьяна Абрамовна... Просьба к Вам – пересмотреть переведенные Вами главы и, кстати, то, что сделано мной и Красовской, по возможности улучшить...» [3]. За прошедшие два года с момента переиздания труда Ч. Дарвина политическая ситуация в стране настолько изменилась, что в издании 1937 года вступительная статья Н.И. Вавилова была снята (хотя он остался редактором вместе с Комаровым), вместо нее разместили статью академика В.Л. Комарова. Фамилии же переводчиков Красносельской-Максимовой и Красовской были набраны мелким

шрифтом на самой последней странице книги. Николай Иванович в письме к Красносельской-Максимовой искренне извинялся перед ними за это: «...На мое возмущение о том, что не упомянуты Вы и Красовская, в особенности потрудившиеся над переводом, мне было указано, что уже все отпечатано, за исключением последнего листа» [3].

Следующий раз «Происхождение видов» было опубликовано в 1939 году в третьем томе собрания сочинений Чарльза Дарвина под редакцией профессора Нижегородского университета Алексея Дмитриевича Некрасова, зоолога, эмбриолога, историка науки и переводчика. Эту работу с ним разделил Самуил Львович Соболев, историк биологии и переводчик. Собрание сочинений Дарвина вышло в издательстве Академии наук тиражом 10000 экз. За основу опять был взят перевод профессора К.А. Тимирязева, а также М.А. Мензбира, А.П. Павлова и И.А. Петровского с 6-го исправленного и дополненного английского издания. «Редакция не считает, что перевод в настоящем виде является вполне совершенным, но все же полагает, что основные дефекты старого перевода устранены»[4]. Трудно сказать, насколько этот новый проект был оригинальным. Мы сравнили лишь одну из глав издания «Происхождение видов» 1935 года, XI глава (перевод И.В. Красовской). Статья «О вымирании» в издании 1939 года полностью повторяет текст 1935 года с незначительной заменой слов-синонимов.

Очередное издание «Происхождение видов» было осуществлено в 1952 году. Вступительную статью и общую редакцию осуществил Федор Андрианович Дворянкин, на тот момент заведующий кафедрой дарвинизма биологического/биолого-почвенного факультета МГУ. Во вступительной статье редактор активно ссылаясь на достижения Т.Д. Лысенко. Книга была издана «Сельхозгизом». Судя по надписи на развороте обложки «Перевод и вводная статья К.А. Тимирязева», текст представлял из себя все тот же тимирязевский эталон издания 1907 г. [5].

Следующее издание труда Чарльза Дарвина трудно назвать научным, но все же упомянуть о нем стоит. Это произошло через 35 лет! Издательство «Просвещение» в 1987 году выпустило «Происхождение видов путем естественного отбора» с уточнением «Книга для учителя». Это многое объясняет. Например, подозрительно маленькое число страниц (383, в издании 1935 года – 630), обилие иллюстраций, притом, что в оригинале у Дарвина иллюстраций нет вовсе. Сопоставив уже упоминаемую статью «О вымирании» в вавилонском издании 1935 года и в данной книге выяснилось, что редакторы, член-корреспондент АН СССР А.В. Яблоков и доктор биологических наук Б.М. Медников сократили текст почти в два раза, оставив лишь основную канву [6].

Поэтому логично, что в 1991 году в Санкт-Петербургском отделении издательства «Наука» под редакцией академика, ботаника, биолога-эволюциониста Армена Леонovichа Тахтаджяна вышло очередное издание классического труда Чарльза Дарвина. Из предисловия мы опять узнаем, что за основу взят перевод Тимирязева опять же 6-го английского издания. Далее авторы предисловия делают экскурс в 30-годы и вспоминают издание Н.И. Вавилова, приводя его цитату. Однако, к нашему большому сожалению, авторы ссылаются при этом на издание 1937 года, а приводят цитату и дают нумерацию страниц из издания 1935 года [2, 7]. Как мы указывали выше, в издании 1937 года вступительная статья Вавилова была снята. Далее упоминается, что в 60-годы планировалось издать очередную версию «Происхождение видов» и свой собственный перевод подготовил ученик академика И.И. Шмальгаузена профессор А.Л. Зеликман. Издание по неизвестным причинам отменили, но рукопись Зеликмана сохранилась и была использована А.Л. Тахтаджяном и Я.М. Галлом. Тираж этого издания – 11000 экземпляров. Через 10 лет то же издательство «Наука» выпустило 2-е издание «Происхождение видов», с тем же ответственным редактором и, к сожалению, с той же ошибкой в цитате Вавилова. Тираж этой книги составил 1000 экз.

Следующий интерес к книге Дарвина возник в 2003 году у московского издательства Тайдекс К*. Книга вышла с примечаниями А.С. Раутиана. В примечании откровенно

было указано, что текст печатается по изданию «Биомедгиза» 1937 года. Тираж составил 1000 экз.

В 2009 году издательство «Терра книжный клуб» выпустило двухтомник труда Ч. Дарвина. Видимо, чтобы не пугать читателя слишком толстым томом, главы «Происхождение видов» с 1 по 6 вошли в первый том, а с 7 по 15 во второй. И совсем недавно, в 2014 году та же «Терра» повторило издание труда Дарвина и опять в виде двухтомника. Здесь уже встречается указание на то, что это перевод К.А. Тимирязева под общей редакцией Н.И. Вавилова.

Таким образом, почти через 80 лет проект Н.И. Вавилова по переизданию труда Ч. Дарвина снова вернулся к читателю. И в XXI веке дело Николая Ивановича Вавилова и его соратников по работе над исправлением книги Ч. Дарвина «Происхождение видов», Татьяны Абрамовны Красносельской-Максимовой и Ирины Владимировны Красовской продолжает жить.

Выражаем благодарность за помощь в подготовке материала Никите Елисееву, ведущему библиографу Российской Национальной Библиотеки (г. Санкт-Петербург).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гуськова И.Б., Степанов С.А. История издания «Происхождение видов» Ч. Дарвина в России: от Рачинского до Вавилова // Вавиловские чтения – 2015: международная научно-практическая конференция, посвященная 127-летию со дня рождения Н.И. Вавилова. 25–26 ноября 2015. – Саратов, 2015. – С. 10–12.
2. Дарвин Ч. Происхождение видов /Чарльз Дарвин; Пер. К.А. Тимирязева с исправлениями и указателями, под общ. ред. акад. Н.И. Вавилова. Вводные статьи акад. Н.И. Бухарина и Н.И. Вавилова. – Москва-Ленинград: Сельхозгиз, 1935. – С. 49.
3. Николай Иванович Вавилов: из эпистолярного наследия (1929–1940 гг.) // Научное наследие. Т.10. – М.: Наука, 1987. – С. 340–341.
4. Дарвин Ч. Сочинения. Т.3. Происхождение видов путем естественного отбора. – Москва-Ленинград: Изд-во АН СССР, 1939. – 841 с.
5. Дарвин Ч. Происхождение видов. – М.: Гос. изд-во сельскохоз. лит-ры, 1952. – 484 с.
6. Дарвин Ч. Происхождение видов путем естественного отбора. Книга для учителя. М.: Просвещение, 1987. – 383 с.
7. Дарвин Ч. Происхождение видов путем естественного отбора или сохранение благоприятных рас в борьбе за жизнь. – СПб: Наука. 1991. – 539 с.

УДК 575.1:633.854.78

Т.Б. Ледяев

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов, Россия

НИКОЛАЙ ИВАНОВИЧ ВАВИЛОВ. НАСЛЕДИЕ ВЕЛИКОГО УЧЕНОГО

Николай Иванович Вавилов родился 25 ноября 1887 года в Москве. Он был российским и советским учёным-генетиком, ботаником, селекционером, географом и общественным деятелем. Являлся Членом АН СССР, АН УССР и ВАСХНИЛ. Организовывал ботанико-агрономические экспедиции, которые объехали почти все континенты (кроме Австралии и Антарктиды), в процессе которых обнаружил древнейшие источники формирования культурных растений. Создал учение о мировых центрах возникновения культурных растений. Аргументировал теорию об иммунитете растений, открыл закон гомологических рядов в наследственной изменчивости организмов. Внёс существенный вклад в разработку учения о биологическом виде. Силами Николая Ивановича

Вавилова была создана самая большая в мире коллекция семян культурных растений – порядка 250 тыс. образцов, ставшая крупнейшим в мире «генным банком». Он заложил основы системы государственных испытаний сортов полевых культур. Сформулировал принципы деятельности главного научного центра страны по аграрным наукам, создал множество научных учреждений в этой области.

Великий ученый-генетик погиб в годы сталинских репрессий. На основании сфабрикованных обвинений был арестован в 1940 году, в 1941 году — осуждён и приговорён к расстрелу, который впоследствии ему заменили 20-летним сроком заключения. Умер в тюрьме. В 1955 году посмертно реабилитирован [6].

Н.И. Вавилов стоял у истоков становления Саратовского сельскохозяйственного института. Его деятельность на Саратовских высших сельскохозяйственных курсах стала триумфальной для селекционной науки. Ведь именно в Саратове Вавилов закончил свой труд «Иммунитет растений к инфекционным заболеваниям», который был опубликован в 1919 году. А в 1920 г. он уже выступает со своим докладом «Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости» на третьем Всероссийском селекционном съезде в городе Саратове. Его работы стали фундаментом для современной селекционной науки.

Николай Иванович Вавилов заведовал кафедрой частного земледелия с 1917 по 1921 годы (в настоящее время кафедра «Растениеводство, селекция и генетика»). Внес большой вклад в ее становление и развитие. В настоящее время в Саратовском ГАУ на протяжении четверти века под руководством доктора сельскохозяйственных наук, профессора Ю.В. Лобачева ведутся совместно с сотрудниками ФГБНУ НИИСХ Юго-Востока генетические исследования подсолнечника. Выполнен большой цикл исследований по поиску и изучению генов, контролирующих нестандартную окраску и форму язычковых цветков подсолнечника, устойчивости к болезням, вредителям и паразитам линий подсолнечника [1–5].

Поскольку потенциал сельского хозяйства Российской Федерации во многом зависит от аграрных вузов, которые преподают образовательную концепцию будущим специалистам АПК. И наш вуз в числе первых, который осуществляет это с особым старанием и упорством.

В нашем университете 2017 год по праву считается «годом академика Вавилова». На сегодняшний день этому событию было посвящено множество круглых столов, конференций и прочих мероприятий, которые направлены на то, чтобы вырабатывать у студентов чувство глубокого уважения к наследию великого ученого и гордость за его высочайшие достижения в области науки. Университет гордо носит имя гениального ученого, чтит его вклад в развитие науки и преданность своему огромному делу.

Для сохранения и развития идей Н.И. Вавилова в Саратовском государственном аграрном университете издана коллективная монография, в которой представлены достижения по селекции, генетике, биотехнологии, иммунитету и защите растений и другим научным направлениям. В период сентября-ноября будет проходить цикл городских открытых лекций по вопросам современного развития идей и положений в трудах академика Вавилова. В университетском мемориальном музее академика Н.И. Вавилова в настоящее время проводятся работы по воссозданию рабочего кабинета учёного, открытие которого намечено ко дню рождения гениального селекционера в октябре. Для молодых учёных Саратовского ГАУ проводился конкурс на стипендию имени Н.И. Вавилова, итоги которого будут подведены в ноябре.

Будут проводиться выставки трудов учёного Вавилова, экскурсии по музею истории Саратовского ГАУ, организация олимпиад для студентов и школьников, традиционная научно-практическая конференция «Вавиловские чтения – 2017». Все это станет яркими и памятными событиями в истории вуза.

Ректор Саратовского ГАУ им. Н.И. Вавилова Николай Кузнецов однажды сказал: «Трудно переоценить вклад Николая Ивановича Вавилова в становление и развитие

аграрной науки. Необычайно талантливый человек, который сделал для своей страны, для сельского хозяйства невероятно много. И я считаю, что о научных достижениях Николая Ивановича Вавилова надо рассказывать больше, это нужно, прежде всего, для новых поколений студентов, учёных нашей страны. Я испытывал огромную гордость, когда, бывая в библиотеках Швеции, Марокко, США, встречал научные труды Николая Ивановича Вавилова. В среде учёных-аграриев невероятно внимание к его имени, к его открытиям. И наш долг, его соотечественников – беречь наследие Вавилова, для того чтобы передать его следующим поколениям».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Курасова Л.Г., Лобачев Ю.В. Генетические исследования у подсолнечника // Вестник Саратовского агроуниверситета им. Н.И. Вавилова, 2012. – № 10. – С. 48–50.
2. Курасова Л.Г., Лобачев Ю.В. Генетический контроль формы язычковых цветков у подсолнечника // Вестник Саратовского агроуниверситета им. Н.И. Вавилова, 2009. – № 7. – С. 19–21.
3. Курасова Л.Г., Лобачев Ю.В. Селекционная ценность формы язычковых цветков у подсолнечника // Вестник Саратовского агроуниверситета им. Н.И. Вавилова, 2009. – № 3. – С. 20–22.
4. Лекарев В.М., Лобачев Ю.В., Курасова Л.Г. Селекционная ценность и устойчивость к болезням, вредителям и паразитам линий подсолнечника с нестандартной формой язычковых цветков // Вестник Саратовского агроуниверситета им. Н.И. Вавилова, 2012. – № 3. – С. 22–23.
5. Лобачев Ю.В. Результаты и перспективы генетико-селекционных исследований в Саратовском аграрном университете // Международный журнал экспериментального образования. 2012. – № 9. – С. 7–8.
6. <http://www.sgau.ru/istoria/vavilov.htm>

УДК 575.1:633.51

***С.И. Мамаджанов¹, Р. Мирсаидов¹, З.Т. Халматова¹,
Д.Д. Ахмедов², А.Ё. Курбанов²***

¹ Узбекский государственный центр по сертификации и испытанию сельскохозяйственной техники и технологий при Кабинете Министров Республики Узбекистан, Ташкентская область, Республика Узбекистан

² Научно-исследовательский институт селекции, семеноводства и агротехнологии выращивания хлопка, г. Ташкент, Республика Узбекистан

ДИНАСТИЯ АВТОНОМОВЫХ

(к 120-летию со дня рождения учёного селекционера

Автономова Анатолия Ивановича, основателя династии Автономовых – селекционеров по хлопководству)

Династию Автономовых, учёных-селекционеров хлопчатника, в Узбекистане начал Автономов Анатолий Иванович в 1925 году.

Автономов А.И. родился 24 февраля 1898 году в селе (город) Иваново-Вознесенск (Россия) и умер 27 апреля 1968 года в г. Ташкенте (Узбекистан) в возрасте 80-ти лет.

Автономов Анатолий Иванович в 9 лет поступил и в 19 лет окончил Ивановское реальное училище, после окончания, которого был принят в Московский университет. Одновременно учёбу совмещал с работой приказчиком в имении Зубкова до 15 марта 1918 года. Однако окончить университет из-за тяжёлых времён того периода оказалось невозможным. Кроме того 1918 году Автономов А.И. был призван в ряды Красной Армии, где прослужил до 1921 год.

После демобилизации из армии любознательный и одарённый Автономов А.И. в 1921 году был зачислен студентом на сельскохозяйственный факультет Иваново-Вознесенского политехнического института, который успешно окончил в 1925 году.

В этом же году по окончании института молодой специалист, учёный-агроном Автономов А.И. по распоряжению советского правительства был направлен в Туркестанскую селекционную станцию (Всесоюзный научно-исследовательский институт селекции и семеноводства хлопчатника им. Г. Зайцева – ВНИИССХ, по 1991 год; ныне Научно-исследовательский институт селекции, семеноводства и агротехнологии выращивания хлопка – НИИССиАВХ), где начал свою настоящую научную трудовую деятельность. В Туркестанской селекционной станции работал чернорабочим (подённым) до получения диплома агронома, после получения диплома учёного-агронома начал работать агрономом-практикантом и далее селекционером.

В этот же период, уже опытный практикант-селекционер Автономов А.И. был направлен в соседнюю республику Туркменистан, на селекционную станцию «Байрам-Али», где плодотворно проработал заведующим по 1930 год.

В 1930 году 01 августа Автономов А.И. из Туркменистана был направлен в Ташкентскую центральную селекционную станцию научно-исследовательского института хлопководства (Узбекистан).

С этого периода началась плодотворная научно-исследовательская деятельность известного не только на Родине, но и за рубежом, учёного, селекционера, хлопководы Автономова Анатолия Ивановича.

За это время в его семье с супругой Натальей Ивановной родились не только продолжатели рода Автономова Анатолия Ивановича, но и будущие учёные, продолжатели учения отца, сыновья: 21 августа 1926 г. – Александр и 21 мая 1941 г. – Вадим.

Советский теоретик-практикант селекционер по хлопководству, профессор, член-корреспондент АН Узбекистана, заслуженный деятель науки Автономов А.И. до конца своих дней проработал в селекционном научно-исследовательском институте (СоюзНИХИ, ВНИИССХ), одновременно преподавал в Ташкентском сельскохозяйственном институте, передавая научные знания и свой богатый опыт селекционера молодым специалистам, студентам, будущим селекционерам и агрономам.

Учёный-селекционер Автономов А.И. до 1946 года, основываясь на научных исследованиях, теоретически доказал и практически показал возможность и рентабельность окультуривания египетского хлопчатника в условиях Средней Азии.

Под его руководством были выведены и широко внедрены на полях Узбекистана и Таджикистана перспективные сорта тонковолокнистого хлопчатника № 30 а, № 35-1, № 35-2 и № 78.

Группой молодых учёных-селекционеров (под руководством Автономовым А.И.), и, в частности Ю.П. Хуторным, выведенные сорта тонковолокнистого хлопчатника с укрупнённой коробочкой №№ 2836, 2850, 10964, С-6002 и С-6022 защищены авторскими свидетельствами, они возделываются на хлопковых полях Узбекистана.

За огромный и многолетний научно-практический труд, член-корреспондент АН УзССР, профессор Автономов А.И. был неоднократно отмечен ценными подарками и Почётными грамотами ВАСХНИЛ СССР и УзССР, дважды орденом «Трудового Красного Знамени», Государственной премией им. И.В. Сталина, орденом «Красная Звезда», медалью «За трудовую доблесть», дважды орденом им. Ленина, трижды нагрудными знаками «Отличник социалистического сельского хозяйства СССР», удостоен золотой, серебряной и бронзовой медалями ВДНХ СССР и ценными грамотами ВДНХ УзССР.

Профессор Автономов Анатолий Иванович, имеет большое количество научных трудов, которые широко опубликованы в печати. Под его научным руководством защищено более 20-ти докторских и кандидатских диссертаций.

Профессор Автономов А.И. активно внедрял разработанные институтом новые технологии создания перспективных сортов хлопчатника, не только в Союзе, но и за рубежом, таких как Египет и Китай.

Его близкими соратниками и продолжателями его научных работ являются сыновья Александр и Вадим, внук Виктор и большой отряд учеников – доктора и кандидаты наук, соискатели и аспиранты.

Старший сын, Александр Анатольевич Автономов, родился 21 августа 1926 году в городе Байрам-Али (Туркмения). В 1943 году в городе Ташкенте окончил среднюю школу № 98 им. М. Горького и по 1950 год служил в рядах Советской Армии. Участвовал в Великой Отечественной войне. С возвращением в 1950 году из рядов Советской Армии А.А. Автономов был зачислен в Ташкентский сельскохозяйственный институт. Во время учёбы в ВУЗе студент А.А. Автономов участвовал в научных работах, в результате, после окончания в 1955 году института А.А. Автономов был направлен в ВНИИ селекции и семеноводства хлопчатника им. Г. Зайцева, где начал свою активную научную деятельность младшим научным сотрудником и дошёл до заместителя директора института по научной работе. За этот период учёный-селекционер А.А. Автономов защитил кандидатскую и докторскую диссертации. Профессор А.А. Автономов подготовил девять кандидатов наук, опубликовал более 40 научных работ, 2 брошюры-рекомендации и 1 научную монографию «Селекция тонковолокнистых сортов хлопчатника в Узбекистане», которыми пользуются до сих пор соискатели и учёные-селекционеры.

Профессором А.А. Автономовым созданы хлопчатники сортов С-6029, С-6032, С-6524, был соавтором сорта С-6030. Сорт С-6524 с 1988 года является лидером Узбекского хлопководства.

Профессору А.А. Автономову присвоено звание «Заслуженный работник сельского хозяйства Узбекистана», а также он награждён рядом Правительственных наград и премий, медалями «За боевые заслуги», «За победу над Германией в Великой Отечественной войне 1941–1945 гг.», «XXX лет Победы над фашистской Германией», результаты научных разработок отмечены бронзовой, серебряной и двумя золотыми медалями ВДНХ СССР.

С целью внедрения и обмена опытом новых методов селекции хлопчатника А.А. Автономов работал в Австралии, Алжире, неоднократно в Индии.

В результате ран получивших во Второй мировой войне учёный-селекционер, профессор Александр Анатольевич Автономов в самом расцвете сил, в свои пятьдесят лет, в 1976 году скончался. Наука понесла большую утрату, однако за ним осталась большая библиотека его научных трудов и специальная селекционная группа, созданная им во Всесоюзном НИИ селекции и семеноводства хлопчатника им. Г. Зайцева (ныне НИИССАВХ), которая действует и в настоящее время.

1941 году 21 мая в семье учёного-селекционера Анатолий Ивановича Автономова родился второй сын, Вадим. Будущий учёный Вадим Анатольевич Автономов, после завершения средней школы № 91 (г. Ташкент) в 1958 году был зачислен студентом на сельскохозяйственный факультет Ташкентского сельскохозяйственного института (ТСХИ). После успешного окончания ТСХИ в 1963 году, молодой агроном-учёный Вад.А. Автономов был принят лаборантом в Научно-исследовательский институт экспериментальной биологии растений АН УзССР. После стажировки Вад.А. Автономов переведён младшим научным сотрудником этого же института. После военной службы с 1964 по 1966 годы в рядах Советской Армии, Вад.А. Автономов продолжил свою научную деятельность в лаборатории цитогенетики, где проработал от младшего научного сотрудника до заместителя директора института по научной работе. Вад.А. Автономов защитил кандидатскую диссертацию биологических наук и докторскую диссертацию сельскохозяйственных наук. После кончины брата Александра Анатольевича Вад.А. Автономов продолжил исследования старшего брата и возглавил специальную

селекционную группу. Под научным руководством Вад.А. Автономовым созданы районированные хлопчатники сортов Наманган-77, С-6541 и Сурхан-9. В настоящее время эти сорта размещены на площади более 300 тыс. га. За весь период существования этих сортов в общей сложности были засеяны площади свыше 9 млн га.

За разработку и внедрение созданных лабораторией новых сортов хлопчатника, профессору Вад.А. Автономову в 1995 году присвоено звание Лауреата Государственной премии им. Бируни, он также отмечен рядом правительственных наград и премий. Одним из его ценных заслуг является звание «Заслуженный работник сельского хозяйства Узбекистана».

Продолжателем династии учёных-селекционеров хлопководства является Виктор Александрович Автономов. Виктор, внук Анатолия Ивановича Автономова от сына Александра Анатольевича Автономова. Будущий учёный-селекционер Виктор Александрович Автономов, родился 9 мая 1955 году в г. Ташкенте. В 1972 году окончил среднюю школу № 98, после школы был зачислен студентом Ташкентского сельскохозяйственного института на факультет «Агрономия». По окончании в 1977 году указанного института Виктор Александрович Автономов был направлен во ВНИИССХ, где работал старшим лаборантом. С начала 1978 года по 1982 год учился в целевой аспирантуре НИИ растениеводства им. Н. И. Вавилова (г. Ленинград). По окончании аспирантуры Вик.А. Автономов вернулся в родной ВНИИССХ (г. Ташкент), где начал работать младшим научным сотрудником. В 1984 году защитил диссертацию кандидата сельскохозяйственных наук, по направлению селекции и семеноводства хлопчатника. По заданию правительства, в целях братской помощи для развития научных исследований связанных с селекцией и семеноводством хлопчатника молодой учёный-селекционер, агроном Вик.А. Автономов работал с 1986 года по 1988 год главным специалистом в Республике Афганистан.

По возвращению в 1989 году на Родину в родной ВНИИССХ Вик.А. Автономов работал на должностях старшего научного сотрудника, заведующего отделом и по настоящее время работает заведующим лаборатории селекции хлопчатника. С начала 2000 года по настоящее время руководит и является основным исполнителем ряда государственных грантов по селекции и семеноводства хлопководства.

На основании результатов научно-исследовательских работ проделанных им и его соратниками, Вик.А. Автономов защитил докторскую диссертацию, выпустил 4-х кандидатов наук и 6 магистров.

Виктор Александрович Автономов в 2016 году получил учёное звание профессора.

В настоящее время профессор Вик.А. Автономов научно консультирует три докторские работы. Профессором Вик.А. Автономовым опубликовано в отечественном, ближнем и дальнем зарубежье более 400 научных публикаций, в том числе 7 монографий, 2 брошюры рекомендательного характера и 2 методических указания для селекции и семеноводства хлопководства.

В 2005 году, учёный-селекционер, профессор Вик.А. Автономов, за научные вклады в развитии науки и разработки новых рентабельных сортов хлопчатника, Указом Президента Республики Узбекистан И.А. Каримовым награждён медалью «Шухрат» (Слава). В 2011 году, на основании результатов за многолетний научных труд, профессор Вик.А. Автономов, Учёным Советом НИИССАВХ был признан номинантом «Учёный года института».

В процессе своей научной деятельности профессор Вик.А. Автономов создал и представил на государственные испытания более 20 новых сортов хлопчатника, которые защищены патентами. Широко применяются в производстве и внесены в Государственный реестр хлопчатники сортов Сурхан-9, Наманган-34, Наманган-102 и С-6541. Кроме своей основной научной работы Вик.А. Автономов проводит авторский надзор и оказывает практическую помощь в возделывании сортов С-6524 и Наманган-77 в настоящее время занимающие более 300 тыс. гектаров только в Узбекистане.

В настоящее время профессор Вик.А. Автономов полон сил и энергии для дальнейших исследований в создании рентабельных, высокоурожайных, засухоустойчивых, морозостойких и болезнестойких сортов хлопчатника, а также является наставником в подготовке молодых учёных в направлении селекции и семеноводства хлопчатника.

Всё может наша Родная Земля: накормить своим хлебом, напоить из своих родников, удивить своей красотой, одеть и обуть своими дарами. Но, чтобы получить всё это человек должен дать земле свою любовь, свои знания и кропотливый труд. Людям даются почётные и уважительные звания. Самое высокое звание из всех – уважение и память народа, хранящая веками. Сила государства складывается из множества разных сил. Одна из них – её учёные, и одним из них является династия Автономовых.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Научно-технические отчёты СоюзНИХИ, ВНИИССХ и НИИССАВХ за 1940–2016 гг.
2. Ўзбекистон Совет Энциклопедияси (Узбекская Советская Энциклопедия). –Тошкент, 1971. – Т. 1. – 132 бет.

УДК 57.575.575.1

М.Е. Раменская

Комиссия РАН по сохранению и разработке научного наследия академика Н.И. Вавилова, г. Москва, Россия

ЗАКОН ГОМОЛОГИЧЕСКИХ РЯДОВ В НАСЛЕДСТВЕННОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ Н.И. ВАВИЛОВА: ИСТОРИЯ ОТКРЫТИЯ И ВОСПРИЯТИЯ, СОВРЕМЕННОЕ ВИДЕНИЕ

При подготовке у 100-летнему юбилею Н.И. Вавилова в числе других мероприятий Комиссия АН СССР по его наследию наметила публикацию серии сборников, освещающих его деятельность. Помимо сборников его трудов, переиздана книга А.Г. Грум-Гржимайло «В поисках растительных ресурсов мира» об экспедициях Н.И. Вавилова и практическом использовании коллекции ВИР; планировался сборник «Вавиловское наследие в современной науке». Этот сборник подготовил акад. Д.К. Беляев, но предложил более узкое название: «Вавиловское наследие в современной биологии» [1989]. Сборник вышел после юбилея, и туда вошли статьи не только биологические, но и по географии, и по археологии. Лишь работа относительно общей теории систем, где рассматривается философский, а точнее – системный – аспект закона гомологических рядов в наследственной изменчивости (ЗГР), туда не вошла. Зато там помещено несколько статей биологов, рассматривающих закон с разных позиций. Мне же уже тогда хотелось, чтобы был создан сборник, посвящённый ЗГР. И как секретарь Комиссии я приложила усилия, чтобы для запланированного сборника трудов Н.И. Вавилова «Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости» было выделено достаточно для этого печатных листов. Сборник составлял В.И. Стуков. Он включил туда труды Н.И. Вавилова по генетике, а оставшийся объём занял публикациями, посвящёнными отзывам о законе на съезде селекционеров и семеноводов [Вавилов, 1987]. Теперь я понимаю, что тогда возможно было подготовить о законе Н.И. Вавилова только эти публикации. Для создания сборника, посвящённого ЗГР с оценкой вкладов предшественников Н.И. Вавилова и его самого, с рассмотрением причин закона и следствий из него, нужна специальная и длительная работа. И вот Комиссия РАН по сохранению и разработке научного наследия академика Н.И. Вавилова в преддверии столетия открытия Н.И. Вавиловым ЗГР приступила к подготовке библиографии трудов, относящихся к

проблеме параллелизмов в изменчивости и закона Н.И. Вавилова. В неё включены работы предшественников Н.И. Вавилова и любые последующие работы, в которых так или иначе отражена идея закона. Включены также основные работы относительно непосредственно вытекающей из закона Вавиловской концепции вида. Мы стремимся, чтобы библиография была полной, но этого не гарантирует никакое обращение к базам данных, реферативным журналам и индексам цитирования. Потому составитель библиографии и старается докладывать об этой работе во всех аудиториях и везде просит слушателей [1] предоставить ему списки своих работ, освещающих проблему закона, и [2] попросить об этом же своих коллег, в том числе – иностранных.

К настоящему времени библиография насчитывает свыше 300 названий. Чтобы легче было ознакомиться с ними, из обычной библиографии, где публикации размещены по алфавиту авторов и названий, с помощью операций на компьютере составлена другая. Каждое название в ней начинается с источника – журнала, сборника, серии изданий, и только, если это отдельная работа, описание начинается с автора или названия. Расположив работы по алфавиту, в этом случае сразу можно увидеть, какие издания в каких библиотеках искать.

Знакомясь с включёнными в библиографию работами, можно видеть, что уже в первой половине XIX века стали появляться описания параллельной изменчивости: возникновение глубоко разрезанных листьев у далёких по систематике деревьев; появление пирамидальных тополей и кипарисов, плакучих ив и берёз, породы свиней и коров, похожих на бульдогов. Все эти явления собраны Дарвином и перечислены одни – в «Происхождении видов», другие – в книге об изменении животных и растений при одомашнении (теперь принят термин «доместикация») [Дарвин, 1951, 1953]. Большая часть их присутствует и в библиографии ко второму и третьему вариантам «Закона гомологических рядов...» Н.И. Вавилова [Vavilov, 1922, Вавилов, 1935].

Однако первая работа, в которой параллельные признаки описаны как новое явление, вышла после «Происхождения видов». Американский палеонтолог Коп в 1868 г. опубликовал статью «Происхождение родов», в которой описал строение скелетов земноводных из нескольких родов, включая *Arcifera*, *Ranide* и *Firmisternia* (лягушки и жабы). У нескольких видов каждого рода он обнаружил сходные ряды признаков: в виде особенностей строения тазового пояса, в виде отсутствия либо присутствия зубов только в нижней челюсти или в обеих челюстях. Каждый признак он уподобил радикалу в органической молекуле – спирте, кислоте, альдегиде, и ряды признаков назвал гомологическими рядами по аналогии с термином органической химии. Термин касался признаков внутри одного рода, а при сравнении родов – назвал их гетерологическими рядами. Сделав вывод о внутренней природе гомологических и гетерологических рядов, он противопоставил внутренние закономерности естественному отбору. Таким образом, Rjg (Cope) открыл параллелизм как особое явление и предвосхитил идею номогенеза Л.С. Берга. Н.И. Вавилов во второй и третьей версиях ЗГР отметил, что параллельные ряды признаков названы гомологическими рядами по термину органической химии уже Копом [Вавилов, 1922, 1935].

Ближе всех к открытию Н.И. Вавилова подошёл немецкий генетик и селекционер Эрвин Баур. В разделе «Изменчивость» учебника генетики он перечисляет примеры Дарвина, добавляет собственные наблюдения над примулой, относит явление к генетическим и принимает термин Копы «гомологические ряды» [Baug, 1919].

Н.И. Вавилов пришёл к параллельной изменчивости иначе. Детально изучая коллекции и гербарии культурных растений в МСХИ, Бюро по прикладной ботанике, а затем за рубежом, чтобы не утонуть в обилии фактов, он разбил описания растений на отдельные признаки, которые у потомков одной родительской пары называются аллелями. Такие признаки у одного организма насчитываются сотнями. Позже, изучая коллекции в Саратове, он все исследуемые образцы высеивал и выявлял для изучения именно наследственные признаки, распределяющиеся в потомстве по законам Менделя. Ему

удалось убедиться, что в пределах вида заменяющих друг друга «аллелей» не два, а для каждого из них разное количество, иногда десятки; и что каждый из них подчиняется закону параллелизма. То есть, закон параллелизма – не редкое наблюдение. Он касается каждой особи, почти каждого её признака.

Таблицы, построенные на основе таких единичных наблюдений, содержали до сотни признаков, а каждый размещался в клетках по числу образцов. Образец представлял целое поле, либо регион, т.е., за каждой клеткой стояли сотни единичных наблюдений; следует добавить и опытные участки, где проверялось, менделируют ли признаки. В работе Г.Е. Рязановой и Н. Рязанцева [2013] говорится, что закон Вавилова базируется на трёхстах тысячах наблюдений. Учитывая обилие и величину таблиц (число клеток), а также число наблюдений, стоящих за каждой клеткой, цифра эта, возможно, и уменьшена.

В.Д. Есаков [2012] обнаружил, что к выводу о гомологических рядах как законе природы Н.И. Вавилов пришёл 12 мая 1920 г. и заменил название доклада на III съезде селекционеров и семеноводов «Из генетики злаков (К вопросу о факторах формообразования)» на «Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости». Первое название из программы съезда исключить забыли, но известно, что на съезде Н.И. Вавилов прочёл только один доклад.

Всем известна восторженная реакция съезда селекционеров и семеноводов, а затем – Сельскохозяйственного Учёного комитета на открытие Н.И. Вавилова [Н.И. Вавилов, 1987, с. 247–250; Сообщение..., 1981].

Многочисленные, но отнюдь не столь массовые, как у Н.И. Вавилова, примеры предшественников позволили Н.И. Вавилову заключить, что ЗГР касается не только культурных растений, но является всеобщим биологическим законом. Подтверждения этому не замедлили появиться. В первой рецензии на публикацию доклада Н.И. Вавилова его учитель А.А. Ячевский писал: «Н.И. Вавилов несомненно прав, когда утверждает, что в образовании форм существует некоторая закономерность, ведущая к повторению признаков у различных таксономических единиц. Это чувствовалось и даже указывалось отрывочно многими исследователями до него; но большая заслуга его состоит в том, что он впервые попытался систематизировать эти отрывочные сведения, и пополнив их своими личными наблюдениями и исследованиями, необыкновенно ярко и выпукло обрисовал выдвинутые им положения, и обобщив их, заставил всех задуматься над вопросами, ранее не возбуждавшими достаточно внимания. Теперь вехи поставлены, пути намечаются и каждому в своей специальности предоставляется возможность группировать факты, накопившиеся при наблюдениях». Далее А.А. Ячевский приводит многочисленные примеры гомологических рядов из микологии [Ячевский, 1921]. Посыпались примеры проявления закона, обнаруженные у всех таксонов, начиная от водорослей [Гайдуков, 1926], плоских червей [Витенберг, 1923], кончая млекопитающими [Haldane, 1927]. Огромное число примеров привёл Л.С. Берг в «Номогенезе» [Берг, 1922], однако, его выводы, противостоящие дарвинизму, вызвали протест против его книги. Книгу не печатали. Публикации её добился Н.И. Вавилов, который был директором ГИОА (Государственный институт опытной агрономии), а Л.С. Берг заведовал в нём отделом ихтиологии.

В 1923 г. гистолог А.А. Заварзин опубликовал работу о параллелизме животных тканей. Хотя он и рассматривает отнюдь не генотипический случай параллелизма, в какой-то степени он опирается на открытие Н.И. Вавилова: «Принцип параллелизма и следующие из него выводы находятся в созвучии с работами, число которых всё возрастает и которые подходят к проблеме формы и формообразования с точки зрения определённых закономерностей. В этом отношении совершенно особое значение имеет открытый Н.И. Вавиловым закон гомологических рядов в наследственной изменчивости и номогенез Л.С. Берга. Они ещё больше укрепили меня в справедливости моей основной идеи» [Заварзин, 1923].

Исследователи школы Н.И. Вавилова пользовались ЗГР как рабочим инструментом, составляя монографические описания различных культур [см., например, Синская, 1922, Барулина, 1930], расширяли же его за счёт новых биологических явлений: биохимических, физиологических и др., т.е. увеличивали число признаков, подчиняющихся закону. Саратовский генетик С.С. Хохлов, рассказав о ЗГР на заседании в Московском доме учёных 12 декабря 1967 г., посвящённом 80-летию со дня рождения Н.И. Вавилова, заключил, что любое биологическое явление, если рассматривать его у представителей разных систематических групп, покажет подчинение ЗГР [Раменская, 2013].

В 1924 г. вышла обстоятельная работа о ЗГР Ю.А. Филипченко, в которой он рассмотрел и работы предшественников Н.И. Вавилова. Отметив, что параллелизмы в одних случаях касаются близких таксонов, в других – далёких, он сделал вывод, что «Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости [Н.И.] Вавилова является законом генотипического параллелизма». Н.И. Вавилов согласился с ним, и уже в следующей публикации [Vavilov, 1922] разделил параллельные ряды наследственной изменчивости на гомологические, когда они вызваны сходством генотипа, и аналогические, где общий генотип не просматривается. О разных аспектах параллелизма Н.И. Вавилов писал уже в первом варианте закона: «может быть более правильно проводить аналогию гомологических рядов растений и животных не только с рядами органической химии, но и с системами и классами кристаллов». Спустя 50 лет палеоботаник С.В. Мейен [1975, с. 77] привёл крайний пример аналогических рядов: жилкование листьев у растений и крыльев у насекомых. В обоих случаях к плоскому органу питания подходит в одной точке и жилки, по которым оно расходится, имеют сходные варианты расположения. Таким образом, гомологические ряды возникают благодаря сходным или одинаковым генам в сходном генотипе, а аналогические обеспечиваются сходством в образовании морфологического признака. Признаки же, как известно, так или иначе обеспечиваются генами. И Б.М. Медников, детально рассмотревший множество примеров проявления закона Вавилова, показал, что между аналогическими и гомологическими рядами имеются переходы [Медников, 1981, 1983 и др.]. В частности, он описал неполную и ложную гомологию.

Работы, развивающие закон, и доброжелательные отзывы публиковались до начала Второй мировой войны. Так, немецкий генетик и селекционер Теодор Рёмер [Roemer, 1937] назвал ЗГР одним из 4 главных достижений генетики: (1) законы Менделя, 1865 (2) закон индивидуальной изменчивости Кетла, 1871; (3) закон Моргана о линейном расположении генов в хромосомах, 1919, и (4) ЗГР Н.И. Вавилова, 1920. Что за закон Кетла, мне неизвестно. В учебниках генетики я его не нашла. Но в современных учебниках генетики и ЗГР как правило тоже отсутствует.

Рассматривая историю восприятия ЗГР в 1920–1930-х гг., Е.Б. Музрукова [2016] отмечает: «Как вспоминала Н.А. Базилевская [1937, с. 440], закон гомологических рядов уже в начале 30-х гг. вызвал большие разногласия среди генетиков и селекционеров. Образовалось два течения – горячих сторонников закона и не менее горячих его противников. Работы Синской, Розановой, Андреева, Пангало по систематике различных семейств, родов и видов находили подтверждение этого закона. В.И. Нилов перенес его на изменчивость химических свойств. Н.М. Гайдуков, В.А. Догель и др. применили его к изучению низших растений и животных организмов [Базилевская, 1937, с. 450].

Противниками закона гомологических рядов выступали Т.Д. Лысенко, Т.Н. Шлыков и многие другие. Закон сравнивался ими с «Прокрустовым ложем», в которое его последователи пытаются втиснуть все бесконечное разнообразие форм. Т.Д. Лысенко, указывая, что закон гомологических рядов не отвечает действительным закономерностям эволюционного процесса [Лысенко, 1935]». Как известно, Лысенко и Шлыков были участниками травли Н.И. Вавилова, санкционированной государством. Но к закону Вавилова относились холодно и не использовали в своих работах и представители Мо-

сковской школы эволюционной генетики (С.С. Четвериков и др.). Н.К. Кольцов не считал Н.И. Вавилова генетиком, т.к. он не пользовался тонкими методами, разработанными Т.Х. Морганом. Это, несмотря на то, что ещё в 1927 г. Ф.Г. Добржанский опубликовал обзор исследований различных видов рода *Drosophila*, ясно показавший, что тонкие Моргановские методы подтверждают закон Н.И. Вавилова [Добржанский 1927]. Начиная с 1940-х гг. интерес к закону угасает, публикаций становится резко меньше.

После ареста Вавилова (1940) имя его в нашей стране не упоминалось и о законе не писали. Через 15 лет, после реабилитации учёного, ЗГР пришлось разьяснять заново. Ученики Н.И. Вавилова добились тогда включения его главных открытий – ЗГР и Центров происхождения культурных растений, в программу средней школы.

Во всех статьях о ЗГР после 1955 г. резко критикуется работа «Номогенез» Л.С. Берга [Дубинин, 1968, Жуковский, 1975; Медников, 1983, Родин, 1989 и др.]. И лишь школа А.А. Любищева (С.В. Мейен, Ю.А. Чайковский, Г.А. Заварзин и др.) к нему относились терпимо, считая «Номогенез» лишь преувеличением роли внутренних факторов в эволюции, тогда как ортодоксальный дарвинизм их игнорировал, что с точки зрения учёных этой школы не лучше. Следует отметить, что Н.И. Вавилов обладал мощным системным мышлением, а потому сразу осознал равноправие внешних (естественный отбор) и внутренних, выявляемых законом гомологических рядов, факторов эволюции. В 1980-х была опубликована статья А.А. Любищева, написанная им ещё в 1957 г. [Любищев, 1982]. Рассмотрев особенности закона, его приложимость не только к близким видам, но и отдалённым семействам, его универсальность и предсказательную силу, Любищев пишет, что ЗГР открывает широкие перспективы для изучения закономерностей, лежащих в основе эволюции. Особо он останавливается на том, что мимикрия, когда один вид «имитирует» другой, часто является проявлением этого закона, а не доказательством работы естественного отбора. Внешне похожие таксоны встречаются и на разных континентах, но тогда их просто не замечают. Малую популярность закона в годы написания статьи А.А. Любищев объясняет отсутствием биологической теории, лежащей в его основе. И заключает «Работа Н.И. Вавилова по закону гомологических рядов представляет собой очень крупный шаг по пути проникновения в закономерности систематики и эволюции», но, по сравнению с созданием Д.И. Менделеевым системы элементов, попытка Н.И. Вавилова «представляет собой только маленький отрезок грандиозной проблемы, биологической системы. Здесь совершенная несоразмерность задач. Биологическая систематика в своём полном здании неимоверно труднее химической заслуга Н.И. Вавилова и заключается, кроме всего прочего, в том, что он с определённой точки зрения указал на самостоятельность систематики».

К концу 1970-х гг. С.В. Мейен предложил принципиально новый, в значительной мере основанный на законе гомологических рядов, принцип описания и классификации животных и растений [Мейен, 1978], однако, воспринят он очень малым числом исследователей. Справедливо сетование авторов, пишущих о законе, что, установленный в связи с кризисом систематики, именно в ней он используется меньше всего [Медников, 1983 и др.].

Несмотря на малое число теоретических публикаций о ЗГР в 1940-е – 1970-е годы, именно тогда возникло 2 научных направления, сравнительная генетика [Фадеева, 1967] и фенетика [Яблоков, 1989], которые в первую очередь опирались на ЗГР. Помимо этого, на практике в растениеводстве и селекции им пользовались все годы [Дорофеев, 1989]. За последние годы к этим работам присоединились интродукция растений [Медведев, 1965], а позже – введение в культуру новых животных и растений [Smartt, 1990, Беляев, 1979].

С точки зрения общей теории систем закон гомологических рядов в наследственной изменчивости (ЗГР) рассмотрел философ и биолог Ю.А. Урманцев [1968]. Система состоит из элементов и отношений между ними. Те и другие разнообразны, но внутри этого полиморфизма существует и изоморфизм, т.е., наличие сходных элемен-

тов. Последние могут придать системе сходные свойства. Яркий пример изоморфизма – гомологические ряды в органической химии, обеспеченные единством атомного строения вещества. Единство материальной основы генетической информации у всего живого обеспечивает наличие сходных свойств у организмов – такова системная природа ЗГР. Однако, у многоклеточных организмов едино также их клеточное строение – оно обеспечивает параллелизм тканевых структур, открытый А.А. Заварзиным. Кроме того, сходные структуры у живых систем могут образоваться и на чисто морфологической основе. Сюда и относится пример С.В. Мейена [1975] относительно листьев и крыльев у насекомых. Вскоре сын А.А. Заварзина, микробиолог Г.А. Заварзин, пытаясь создать систематику микроорганизмов, обнаружил, что параллелизмы здесь присутствуют в виде рядов не в одном, а в трёх измерениях. У микроорганизмов эволюция создала слишком мало запретов, и пространство логических возможностей для проявления признаков значительно шире, чем у многоклеточных растений и животных [Заварзин, 1974].

Новую жизнь закону подарила молекулярная генетика в результате разработки методов клонирования генов и секвенирования ДНК, благодаря которым возможным стало быстрое прочтение генома. Первые работы об этом появились у нас [Захаров, 1987, Родин, 1989, Чесноков, 2007 и др.], затем – и за рубежом, [Rogosin et al., 2008, Folta, 2015 и др.].

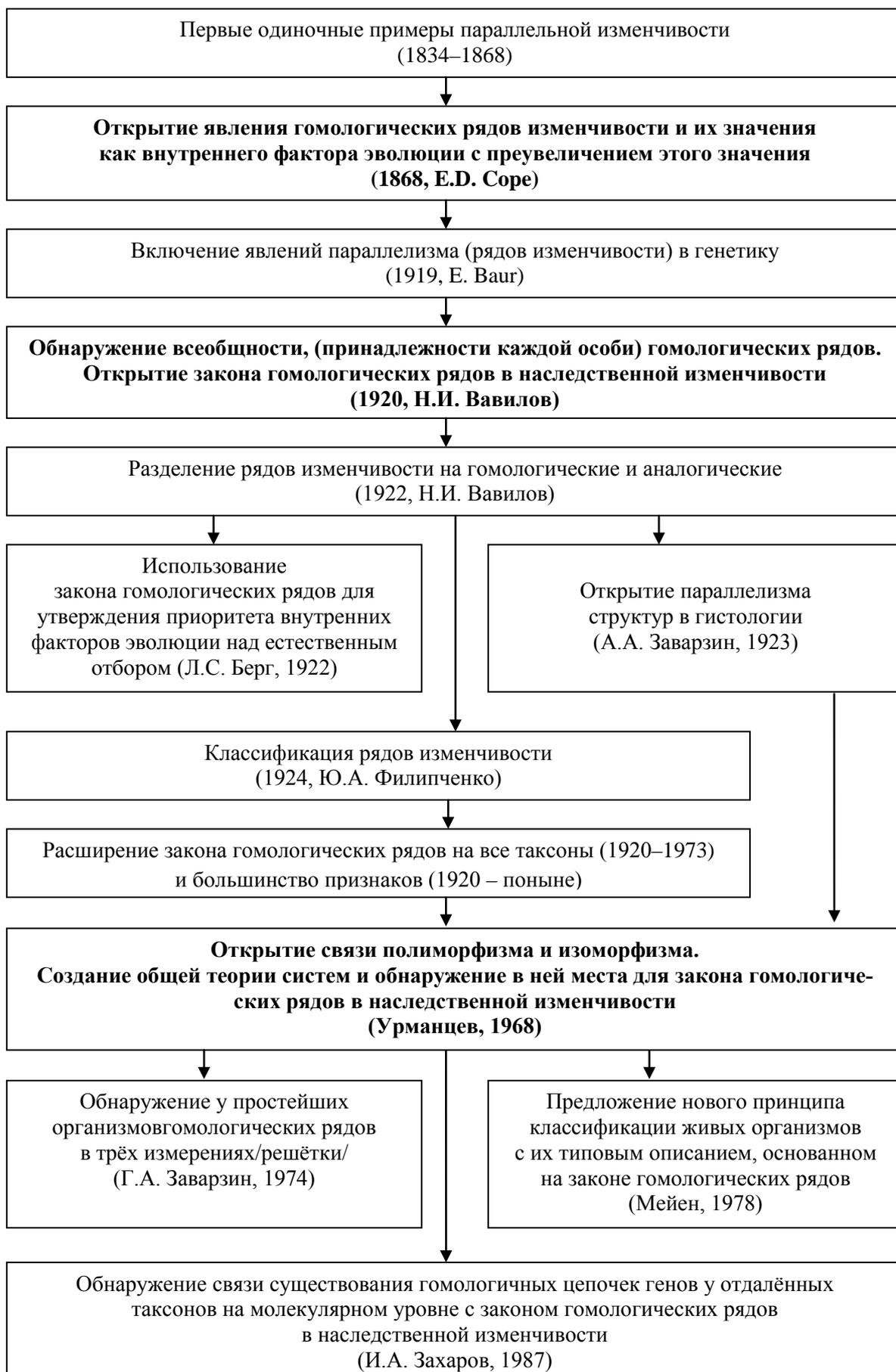
Вот что пишет о сходстве генов, установленном новыми методами И.А. Захаров [1987, с.1940]: «В общем, степень сходства многих генов оказалась пропорциональной времени, прошедшего со времени расхождения в эволюции сопоставляемых организмов». Далее: «Факты, подтверждающие как высокую степень гомологии генов у представителей близких видов, так и сохранение сходства отдельных генов у представителей разных классов, типов и даже царств, уже сейчас многочисленны и продолжают быстро накапливаться» [там же, с. 1942]. Сравнение геномов по порядку расположения генов – процедура более трудная, но и по ней И.А. Захаров подметил в литературе интересный для нас результат – повторение длинных цепочек одинаковых генов у отдалённых таксонов. Такое повторение многих генов обнаружено, например, у человека и мыши, человека и коровы. Эта гомология генов и проявляется в сходстве рядов их наследственной изменчивости. Не первые ли это проблески биологической основы закона, об отсутствии которой пишет А.А. Любищев?

Важнейшие вехи в истории открытия, восприятия и развития закона гомологических рядов в наследственной изменчивости приведены в таблице.

Недавно возникла и бурно развивается эпигенетика – мультидисциплинарная наука, включившая в себя часть традиционной генетики, биологию развития, физиологию, экологию, ценологию. Сегодня она уже ясно оформила три своих направления: 1) эпигенетика наследования любых свойств организма в ряду поколений без изменения структур ДНК, 2) эпигенетика онтогенеза в комфортных условиях среды, т.е., при отсутствии лимитирующих факторов (лимфакторов); 3) эпигенетика развития на фоне смены лимфакторов среды по фазам онтогенеза; наконец, частью эпигенетики является и экологическая генетика, которая изучает сдвиги кроссинговера на разных фонах среды, изменение поведения мобильных генов в разных средах и ряд других направлений. Она уже считает закон гомологических рядов в наследственной изменчивости своей неотъемлемой частью. По-видимому, в её рамках завершится создание биологической основы закона гомологических рядов в наследственной изменчивости.

Автор благодарит В.А. Драгавцева за помощь в формулировании, что такое эпигенетика, и Н.В. Рязанцева за электронную версию таблицы.

Главные этапы развития идеи о рядах параллельной изменчивости



СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Базилевская Н.А.* Успехи агробиологии // Успехи советской биологии, 1937. – Вып. 4. – С. 434–470.
2. *Барулина Е.И.* Чечевица СССР и других стран // Тр. по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 1930. – Прил. 40.
3. *Беляев Д.К.* Дестабилизирующий отбор как фактор изменчивости при доместикации животных // Природа. – 1979. – № 2. – С. 36–45.
4. *Берг Л.С.* Номогенез или эволюция на основе закономерностей. – Пг., Госиздат, 1922. – 350 с.
5. *Берг Л.С.* Труды по теории эволюции. – М.: Наука, 1977. – С. 95–311.
6. *Вавилов Н.И.* Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости. – Л.: Наука, 1987. – 256 с.
7. *Вавилов Н.И.* Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости // Теоретические основы селекции растений. Т. I. Общая селекция растений. – М.: Сельхозгиз, 1935. – С. 75–128.
8. Вавиловское наследие в современной биологии. – М.: Наука, 1989. – 368 с.
9. *Витенберг, Г. Г.* Трёматоды сем. *Suscoeliidae* и новый принцип их систематики. – Труды Гос Инст. Эксп. Ветеринарии 1. – 1923. – В. I.
10. *Гайдуков Н.М.* О конвергенции, осложнениях и филогенетической системе дробянок и водорослей // Русский архив протистологии. – 1926. – Т. 5, вып 3 – 4. – С. 269–298.
11. *Дарвин Ч.* Изменчивость животных и растений под влиянием одомашнения // Ч. Дарвин. Собрание соч. – 1951. – Т. 4. – С. 165, 340, 715–716.
12. *Дарвин Ч.* Происхождение видов. // Чарльз Дарвин. Собрание соч. – 1951. – Т. 4. – С. 165, 340, 715–716.
13. *Добржанский Ф.Г.* Обзор генетических исследований видов рода *Drosophila* // Тр. по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 1925. – Т. 15, вып. 5. – С. 45–56.
14. *Дорофеев В. Ф.* Значение гомологических рядов в наследственной изменчивости для современной интродукции и селекции // Вавиловское наследие в современной биологии. – М.: Наука, 1989. – С. 27–37.
15. *Дубинин Н.П.* Н.И. Вавилов как генетик // Мир идей Вавилова / Новое в жизни, науке и технике. Сельское хозяйство. – 1968. – № 10. – С. 21–32.
16. *Есаков В.Д.* Закон гомологических рядов // Известия ТСХА. – 2012. – Вып. 4. – С. 71–76.
17. *Жуковский П.М.* Современное состояние и развитие идей Н.И. Вавилова // Тр. по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 1975. – Т. 54, вып. 1. – С. 229 – 238.
18. *Заварзин А.А.* Параллелизм структур как основной принцип морфологии // Известия Биологического НИИ при Пермском университете. – 1923. – Т. 2, вып. 4. – С. 135–140.
19. *Заварзин Г.А.* Фенотипическая систематика бактерий. Пространство логических возможностей. – М.: Наука, 1974. – 141 с.
20. *Захаров И.А.* Закон генетической гомологии Н.И. Вавилова в современной генетике. // Генетика. – 1987. – Т. 23. – № 11. – С. 1937–1948.
21. *Лысенко Т.Д.* Переделка природы растений. – М.: Сельхозгиз, 1935.
22. *Любищев А.А.* Закон гомологических рядов Н.И. Вавилова и его значение для биологии. / Любищев А.А. // Проблемы формы, систематики и эволюции организмов. Сб. статей. – М.: Наука, 1982. – С. 247–253.
23. *Медведев П.Ф.* Значение закона гомологических рядов Н.И. Вавилова для интродукции полезных растений // Растительные ресурсы. – 1965. – Т. 1, вып. 3. – С. 336–339.
24. *Медников Б.М.* Гомологическая изменчивость и её эволюционное значение. // Развитие эволюционной теории в СССР. – М., Л.: Наука, 1983. – С. 129–138.
25. *Медников Б.М.* Современное состояние и развитие закона гомологических рядов в наследственной изменчивости // Проблемы новейшей истории эволюционного учения. – Л.: Наука, 1981. – С. 127–133.
26. *Мейен С.В.* Основные аспекты типологии организмов // Журнал общей биологии. – 1978. – № 4. – С. 501.
27. *Мейен С.В.* Проблемы направленности эволюции // Зоология позвоночных. Т. 7. Проблемы теории эволюции. – М.: ВИНТИ, 1975. – С. 66–117.

28. *Музрукова Е.Б.* Закон гомологических рядов Н.И. Вавилова: его восприятие в 20-е – 30-е гг. прошлого века и его современная оценка // Научные идеи Н.И. Вавилова в историческом контексте развития генетики XX века. – М., 2013. – С. 154–162.
29. *Раменская М.Е.* Заседание в Московском доме учёных, посвящённое 89-летию со дня рождения Н.И. Вавилова // Тийтта. – 2013. – № 1 (23). – С. 30–35.
30. *Родин С.Н.* Закон гомологических рядов Н.И. Вавилова в свете некоторых данных теории молекулярной эволюции // Вавиловское наследие в современной биологии. – М.: Наука, 1989. – С. 38–71.
31. *Рязанова Г.Е., Рязанцев Н.В.* Закон гомологических рядов Н.И. Вавилова в контексте истории естествознания и современности. // Вавиловские чтения – 2013. – Саратов: СГАУ, 2013. – С. 5–8.
32. *Синская Е.Н.* К познанию закономерностей в изменчивости сем. Cruciferae // Тр. по прикладной ботанике, генетике и селекции. 1922–1923. – Т. 19. – № 2. – С. 15–89.
33. Сообщение Н.М. Тулайкова об открытии Н.И. Вавиловым закона гомологических рядов [на заседании СХУК НКЗ РСФСР] Публ. подготовлена В.Д. Есаковым. // ВИЕТ. – 1981. – № 4. – С. 111–113.
34. *Урманцев Ю.А.* Полиморфизм в живой и неживой природе // Вопросы философии, 1968. – № 12. – С. 77–88.
35. *Фадеева Т.С.* Параллелизм в сравнительной генетике растений и его генетическая обусловленность // Исследования по генетике. III: Сравнительная генетика; VI. Сравнительная генетика растений. – Л.: Наука, 1967. – С. 77–96.
36. *Филиппенко Ю.А.* О параллелизме в живой природе [Рец. на книгу. Вавилов Н.И. Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости. 1920]. // Успехи экспериментальной биологии. – 1924. – Т. 3, вып. 3–4. – С. 242–258.
37. *Чесноков Ю.В.* Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости и молекулярная гомология генов // С.-х. биология. Сер. Биология растений – 2007. – № 5. – С. 9–14.
38. *Яблоков А.В.* Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости как теоретическая основа фенетики популяций // Вавиловское наследие в современной биологии. – М.: Наука, 1989. – С. 27–37.
39. *Ячевский А.А.* Н.И. Вавилов. Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости. Тр. Саратовского съезда // Материалы по микологии и фитопатологии России. – 1921. – Т. 1. – С. 100–104.
40. *Baur E.* Einführung in die experimentelle Vererbungslehre. – Berlin, 1919. – 580 p. About Parallel mutation – p. 294.
41. *Cope E.D.* On the origin of genera // Proc. Phylad. Acad Nat. Sci. – 1868. – Vol. 20, N 4.
42. *Folta Kevin M.* Molecular-genetic Extensions of Vavilov's predictions // Hort Science, 2015. – Vol 50. – № 6. – P.777–779.
43. *Haldane J.B.S.* The comparative genetics of color in Rodents and Carnivora // Biol. Revs Cambridge Phil. Soc. – 1927. – Vol. 5, # 3. – P. 199–212.
44. *Roemer, Th.* Die Bedeutung des Gesetzes der Parallelvariation für die Pflanzenzüchtung. Nova Acta Leopoldina, 1937. – № 4. – P. 351–365.
45. *Rogozin I.B., Thomson K., Csirös M., Carmel L, Koonin E.V.* Homoplasy in genome-wide analysis of rare amino acid replacements: the molecular-evolutionary basis of Vavilov's homological series // Biol direct. – 2008. – Vol. 3. – № 7. – P. 1–17.
46. *Smartt J.* Vavilov's law of Homologous Series and de novo crop plant domestication // Biological j. of the Linnean Society. A Journal of Evolution. – 1990. – Vol. 39. – № 1. – P. 27–38.
47. *Vavilov N.I.* The law of homologous series in variation // J. of Genetics. – 1922. – Vol. 12. – № 1. – P. 47–89.

Н.В. Рязанцев

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов, Россия

**УЧЕБНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ЭКСПЕДИЦИЯ САРАТОВСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО АГРАРНОГО УНИВЕРСИТЕТА
«ДОРОГАМИ Н.И. ВАВИЛОВА ПО СЕВЕРНОМУ КАВКАЗУ»,
ПОСВЯЩЁННАЯ 130-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ Н.И. ВАВИЛОВА**

Аннотация. Статья посвящена уникальному проекту Саратовского государственного аграрного университета – учебно-научной экспедиции «Дорогами Н.И. Вавилова по Северному Кавказу», проведённой летом 2017 г. Приводится обзор основных событий экспедиции.

Ключевые слова: Н.И. Вавилов, Северный Кавказ, экспедиция, генетика, селекция.

Ярким событием в юбилейный год стала учебно-научная экспедиция «Дорогами Н.И. Вавилова по Северному Кавказу», проходившая с 31 июля по 17 августа 2017 года. Кавказ был любимым местом проведения исследований Н.И. Вавилова. Впервые на Кавказе Н.И. Вавилов побывал еще в студенчестве, во время учебной экспедиции летом 1908 года в составе других студентов Московского сельскохозяйственного института под руководством профессора Д.Н. Прянишникова.

В экспедиции «Дорогами Вавилова по Северному Кавказу» приняло участие 27 студентов и преподавателей Саратовского государственного аграрного университета имени Н.И. Вавилова и Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н.Г. Чернышевского. Научным руководителем экспедиции стала кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Ботаника, химия и экология» Е.Н. Шевченко; общее руководство подготовкой и проведением экспедиции осуществляли старший преподаватель кафедры «Экономическая кибернетика» В.Г. Лобанов, кандидат экономических наук, доцент кафедры «Бухгалтерский учет, анализ и аудит» Н.А. Новикова и кандидат социологических наук, доцент кафедры «Социально-правовые и гуманитарно-педагогические науки» М.Б. Волкова; консультант – заведующий Мемориальным кабинетом-музеем Н.И. Вавилова Саратовского ГАУ Н.В. Рязанцев; фотограф – специалист отдела по воспитательной работе и связи с общественностью Д.В. Никонорова.

Проведению экспедиции предшествовала продолжительная подготовка, включающая комплектование снаряжения и проведение пробных походов по территории Саратовской области. В планы экспедиции входило три основных этапа: посещение ведущих научно-исследовательских и учебных заведений сельскохозяйственного профиля; преодоление пешего маршрута по Кавказскому государственному природному биосферному заповеднику имени Х.Г. Шапошникова; посещение черноморского побережья в районе Дагомыса, Туапсе, Сочи.

Началась экспедиция с посещения Донского государственного аграрного университета (п. Персиановский) – одного из старейших вузов аграрного профиля нашей страны, где саратовцы смогли переночевать и посетить Зоологический музей и Дендрологический парк. Затем саратовцы побывали в Новочеркасске, где посетили Всероссийский научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия им. Я.И. Потапенко. Это учреждение было создано по инициативе вице-президента ВАСХНИЛ, академика Н.И. Вавилова в 1936 году. За время работы создано свыше 120 сортов винограда различного. В настоящее время в институте создана крупная ампелографическая коллекция, включающая более 840 сортов и гибридных форм винограда. С целью точной идентификации и мобилизации генетических ресурсов в институте нача-

та работа по созданию генетических паспортов важнейших сортов винограда. Участники экспедиции посетили гибридный питомник; экспериментальные участки, на которых изучаются новые перспективные системы формирования кустов винограда, а также оцениваются способы повышения эффективности размножения винограда одревесневшими черенками; лаборатории биотехнологии и технологии виноделия; Музей истории виноградарства и виноделия Дона. Во время знакомства с Новочеркасском саратовцы посетили Музей донского казачества и Вознесенский войсковой патриарший собор.

Несколько дней участники экспедиции провели в Краснодаре, где их заботливо приютили коллеги из Кубанского государственного аграрного университета имени И.Т. Трубилина. Для гостей была организована экскурсия по Ботаническому саду имени И.С. Косенко и проведена большая выставка литературы, посвященная Н.И. Вавилову.

В ходе посещения Краснодарского научно-исследовательского института сельского хозяйства им. П.П. Лукьяненко были отмечены большие достижения его коллектива: в Государственный реестр селекционных достижений внесено более 70 высокопродуктивных и устойчивых к болезням сортов. Вся селекционная работа исторически связана с мировой коллекцией генетических ресурсов растений ВИРа. Также саратовцы посетили Мемориального кабинета-музея академика П.П. Лукьяненко.

Во Всероссийском научно-исследовательском институте биологической защиты растений участники экспедиции познакомились с современными методами биологизации систем защиты, осмотрели микробиологическую лабораторию и экспериментальный цех малообъемного производства биологических средств защиты растений от болезней.

Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур имени В.С. Пустовойта ведёт свою историю с 1912 года, когда при Кубанской войсковой сельскохозяйственной школе было открыто опытно-селекционное поле «Круглик», унаследовавшее свое название от места нахождения школы. Инициатором создания и первым руководителем опытного поля был В.С. Пустовойт. Итогом многолетней работы этого выдающегося селекционера стали сорта подсолнечника, масличность которых превышала 50%, что почти вдвое превышало средний показатель старых сортов. Участники экспедиции посетили Мемориальный кабинет-музей академика В.С. Пустовойта. Большой неожиданностью для саратовских гостей стала большая фотография Н.И. Вавилова, повешенная над рабочим столом В.С. Пустовойта.

В Северо-Кавказском зональном научно-исследовательском институте садоводства и виноградарства саратовцы посетили лаборатории оценки качества продукции виноделия; генетики; хранения и переработки плодово-ягодной продукции.

Участники экспедиции познакомились с современным состоянием отрасли виноградарства и виноделия в Анапском и Темрюкском районах Краснодарского края. Состоялось посещение Анапской зональной опытной станции виноградарства и виноделия. В первую очередь участников экспедиции интересовала крупнейшая в России и Европе ампелографическая коллекция станции, насчитывающая свыше 5000 образцов. Сотрудниками станции было создано около 70 сортов столового, технического и универсального винограда и 6 подвоев. На станции работает экспериментальный цех микровиноделия, позволяющий проводить технологическую оценку сортообразцов винограда. Участники экспедиции смогли также посетить энотеку опытной станции – коллекцию образцов вин, выработанных из различных образцов винограда и классифицированных по годам сбора урожая.

Продолжилось знакомство с южным виноградарством в Тамани на одном из самых крупных предприятий страны ОАО АПФ «Фанагория». Отмечая в этом году уже 60-летний юбилей, «Фанагория» является современным винодельческим заводом мирового уровня с полным производственным циклом. Для гостей из Саратова была органи-

зована обзорная экскурсия про предприятие, включающая посещение винодельческого завода, бондарного цеха, промышленного виноградника и виноградного питомника.

Знакомство с сельскохозяйственными научно-исследовательскими центрами юга России завершилось на Майкопской опытной станции ВИРа, созданной в 1930 г. по инициативе Н.И. Вавилова. Станция была открыта в 1931 году. В настоящее время сохранился дом № 26, в котором жил Н.И.Вавилов. Рядом стоит полуразрушенное здание научной лаборатории, которое вместе с сотрудниками станции строил Н.И. Вавилов на субботниках.

В настоящее время станция обладает колоссальным генофондом плодовых, овощных и зерновых культур: на поддержании находится более 11400 образцов. Опытная станция обладает мировыми коллекциями семечковых (около 4000 образцов), косточковых (1500) и орехоплодных (более 200) культур. При этом размещение колоссального собрания строго систематизировано в соответствии с центрами происхождения яблоны, открытыми Н.И. Вавиловым.

За годы работы Майкопской опытной станции ВИР было создано более 600 сортов различных сельскохозяйственных культур, селекционная работа продолжается. В настоящее время основная задача опытной станции – изучение и сохранение уникальной мировой коллекции генетических ресурсов растений.

Завершилось знакомство с опытной станцией посещением кабинета-музея Н.И. Вавилова, воссозданного несколько лет назад. Экспозиция кабинета вызвала большой интерес. В нём собраны прижизненные труды Н.И. Вавилова, его фотографии, другие материалы и фотографии его коллег и учеников, установлен бюст Н.И. Вавилова.

Наиболее трудной частью экспедиции стал пеший маршрут по Кавказскому государственному природному биосферному заповеднику имени Х.Г. Шапошникова. Начав путь у входа в биосферный заповедник в поселке Гузерипль, участники следовали вдоль реки Белая. Далее следовало преодоление затяжного Гузерипльского перевала, высотой 1965 м над уровнем моря; Армянского перевала (1865 м); спуска к приюту «Фишт». Участники экспедиции изучали дикорастущую флору, вели сборы растительных образцов, в том числе близкородственных сородичей культурных растений. Большим испытанием стало восхождение на Малый Фиштинский ледник, один из самых низких ледников Кавказа, спускающийся до высоты 1980 метров над уровнем моря и на Фишт-Оштеновский перевал (2200 м). Самые подготовленные и физически крепкие участники экспедиции смогли покорить вершину горы Оштен высотой 2804 м над уровнем моря. Дальнейший маршрут экспедиции пролегал через Белореченский перевал (1782 м), Черкесский перевал (1800 метров), крутой спуск по скалистым ущельям, а затем по лесным тропам к Бабук-Аулу (707 м), далее – Солох-Аул (387 м). Здесь на берегу реки Шахе состоялось прощание с горами; далее – трёхдневное посещение Дагомыса, Туапсе, Сочи, Адлера.

Пройдя тропами, которыми ходил гениальный учёный и великий путешественник XX столетия, студенты и преподаватели смогли на себе испытать все трудности экспедиционной жизни, по-новому взглянуть на масштабы работ великого искателя, оценить собственные возможности. Уникальный проект преследовал не только учебные и научные цели. Важной частью работы была популяризация научного наследия Н.И. Вавилова. Так продолжатели вавиловской школы стремились отдать дань уважения великому ботанику, генетику, селекционеру и путешественнику.

Е.В. Садовникова

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов, Россия

ОТНОШЕНИЕ АКАДЕМИКА Н.И. ВАВИЛОВА К ИЗУЧЕНИЮ ИНОСТРАННЫХ ЯЗЫКОВ

Поражает стремление выдающегося ученого Н.И. Вавилова к исследованиям, затрагивающим не только естествознание, биологические науки, географию, этнографию, но и лингвистику.

Дед Н.И. Вавилова был крестьянского происхождения. Отец, Иван Ильич Вавилов, пройдя путь от приказчика с 4 классами церковно-приходской школы до купца, надеялся, что сыновья будут продолжателями его дела. Он заботился о том, чтобы все его дети получили хорошее образование. В Московском коммерческом училище, образовательном учреждении с качественным уровнем подготовки, в начале 20 века отводилось много времени на изучение гуманитарных дисциплин, в том числе и иностранных языков. Юные Николай и Сергей Вавилов знали немецкий, французский языки в совершенстве, изучали английский язык. Николай Вавилов не мог поступать в Московский классический университет из-за того, что в училище латинскому языку не обучали, но требовалось его знание на вступительных испытаниях. Он стал студентом Московской сельскохозяйственной академии, Петровки. В студенческие годы, наряду с занятиями в научных кружках и на кафедре в Петровке, у Николая хватало времени на дополнительные уроки английского языка. Братья соревновались в шуточной форме, кто из них овладеет большим количеством языков. Это впоследствии помогло обоим в установлении непосредственных контактов с зарубежными учеными, в исследовательской деятельности, при написании научных трудов. Младший из братьев изучал латинский и итальянский языки дома. Эти знания способствовали тому, что он в оригинале читал и переводил написанные на «языке науки» работы М.В. Ломоносова, Исаака Ньютона, и др. Именно Сергею Ивановичу современники обязаны переводом на русский язык с латыни третьего издания ньютоновской «Оптики» и комментариями к нему. Сергей Иванович прекрасно знал семь языков. Николай Иванович самостоятельно освоил латынь, итальянский язык, будучи аспирантом. Позднее он ознакомился с оригинальными трудами древнеримских ученых по истории земледелия. Успехи были достигнуты в изучении древнееврейского, старославянского, греческого, испанского, португальского. В Саратове, преподавая на Высших сельскохозяйственных курсах, постепенно приближаясь к великому открытию Закона гомологических рядов в наследственной изменчивости, ученый брал уроки арабского языка, затем фарси у профессора-лингвиста из классического университета Сергиенко М.С. Она занималась переводческой деятельностью, консультировала Н.И. Вавилова и его сотрудников в Саратове. Затем профессор пригласил ее работать штатным переводчиком в ВИРе, и она дала согласие на переезд в Петроград и дальнейшее сотрудничество с ученым. Жена Н.И. Вавилова Екатерина Николаевна Сахарова хорошо знала английский язык и также помогала ему при переводе научных трудов и во время зарубежных командировок. В 1914 г. первую научную статью ученого на иностранном языке опубликовал журнал «Genetics» в Великобритании. Она была посвящена проблемам иммунитета. В Великобритании и США исследователь общался с учеными без переводчиков. Впоследствии свободно владея десятью языками, Николай Иванович осуществлял переводы, читал и общался еще на десяти иностранных языках при помощи словарей. Оба брата были патриотами России, любили отечественную литературу и русский язык.

Полиглот, ученый-естествоиспытатель, путешественник, Николай Иванович Вавилов был очень требовательным наставником: он добивался того, чтобы его аспиранты в совершенстве владели двумя и даже тремя иностранными языками. Им предоставляли около года для освоения одного языка, затем самим Н.И. Вавиловым осуществлялась проверка на владение языком во время неформальной беседы. Она была сложным испытанием для сотрудников и учеников, но их мотивировало понимание того, что языки дают возможность всегда быть в курсе мировых научных открытий, познакомиться с древнейшими цивилизациями, их земледельческой культурой, участвовать в экспедициях, «стоять на глобусе», как говорил выдающийся ученый. Сотрудникам, преуспевшим в языках, повышали зарплату и предоставляли более высокую должность по его распоряжению. В июле 1930 г. академик Н.И. Вавилов выступил с приветственной речью на Втором Международном Конгрессе по почвоведению в Москве на нескольких языках. Много раз он выступал с докладами на превосходном итальянском языке, будучи избранным членом Совета Международного аграрного университета в Риме, Италии (в настоящее время – ФАО). Все основные выступления ученого на международных генетических и ботанических конгрессах были на английском и немецком языках. По единственной фонограмме на английском, сделанной во время выступления Н.И. Вавилова в Лондоне в 1932 г. на Международном конгрессе по истории науки и техники, также можно судить об уровне владения языком великого ученого. Интересен и тот факт, что своего старшего сына Олега, когда представилась возможность, ученый взял за границу, в Великобританию, чтобы тот мог совершенствовать разговорный английский язык.

Было несколько профессиональных переводчиков основных иностранных языков, в том числе и восточных. О профессоре-лингвисте М.С. Сергиенко уже было упомянуто выше. Хотелось бы остановиться на переводческой деятельности научных сотрудников Николая Ивановича, впоследствии профессоров Нины Александровны Базилевской, Татьяны Абрамовны Красносельской-Максимовой, Ирины Владимировны Красовской. Они не являлись профессиональными переводчиками. У всех троих дворянское происхождение, в родословной – выдающиеся предки – ученые, общественные деятели, просветители. В юности получили классическое образование, посвятили себя биологии, в тридцатые годы (1935), попав в так называемый «кировский поток», были высланы из Ленинграда из-за дворянского происхождения. Их семьи были «с культурой владения иностранными языками»[1]. К примеру, будущий ученый специалист отдела физиологии растений ВИРа, доктор биологических наук, зав. кафедрой физиологии растений в СХИ с 1944 г. и в СГУ, Красовская И.В., окончившая с отличием «Петришуле», одно из старейших учебных заведений России, все предметы изучала на немецком, а английскому и французскому училась у нативов – носителей языка. Выбрав сельскохозяйственный факультет Агрономического института в Петрограде в 1920-м году, будучи оставлена при институте на должности научного консультанта, Ирина Владимировна занималась не только плодотворной научной деятельностью. В совершенстве владея четырьмя иностранными языками, взяла на себя обязанность поддерживать переписку с научной общественностью Великобритании и Америки. Она осуществила переводы с немецкого языка (совместно с профессором И.И. Тумановым) книги Молиша «Физиология растений как теория садоводства» (издана Сельхозгизом, 1933), с английского книги Израэльсена «Научные основы и практика орошения» (издана «Сельхозгизом», 1936), перевод на английский язык классического учебника Н. А. Максимова «Краткий курс физиологии растений» (был издан в Нью-Йорке, 1936). По инициативе Н.И. Вавилова и под его редакцией переводились многие фундаментальные работы в области естествознания. Выдающийся ученый пригласил к сотрудничеству в качестве переводчиков и коррективов четвертого издания «Происхождения видов» Чарльза Дарвина именно доктора биологических наук Красовскую И.В. и профессора ВИРа Красносельскую-Максимову Т.А. Весной 1935 г. было издано 35000 экземпляров переведенного

труда под редакцией Н.И. Вавилова. Н.И. Вавилов писал И.В. Красовской о том, что весь тираж пользовался огромным спросом, а также о необходимости дальнейшего пересмотра и улучшения совместного перевода «Происхождения видов» и нового его издания. Многие свои капитальные труды самим ученым были переведены на английский и немецкий языки («Закон гомологических рядов» в 1921 г., «Иммунитет растений» в Германии в 1922 г., «Полевые культуры Юго-Востока» в 1922 г., «Центры происхождения культурных растений» в 1926 г. с расширенным резюме на английском языке). Научное наследие академика Вавилова издавали за рубежом свыше 100 раз на 30 основных языках мира.

Поучительно трепетное отношение Н.И. Вавилова к языку, тщательное изучение терминов, лингвистических явлений и постоянное стремление к совершенствованию навыков иноязычной речевой деятельности.

Гуськова И.Б., Степанов С.А., Красовская И.В. Сборник статей Международной конференции «История ботаники в России» к 100-летию РБО. – Тольятти, «Кассангдра». – 2015. – V 5. – С. 118.

УДК 57.575.575.1

Ю.И. Шадау, Ю.С. Федюшкина, С.В. Вавилов

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов, Россия

ЗАКОН ГОМОЛОГИЧЕСКИХ РЯДОВ В НАСЛЕДСТВЕННОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ

*«Жизнь коротка – надо спешить»
Николай Иванович Вавилов*

В 2017 году научное общество России и многих других стран отмечает 130-летний юбилей выдающегося ученого XX века Николая Ивановича Вавилова. Н.И. Вавилова можно назвать энциклопедистом XX века. Генетика, ботаника, со многими ее разветвлениями, агрономия, теория селекции, география растений – это далеко не полный круг его научных исканий. Вавилову принадлежит несколько фундаментальных открытий в биологии, в том числе закон гомологических рядов, учение о центрах происхождения культурных растений, а также целый ряд замечательных идей, которые до сих пор продолжают разрабатываться современными учеными. Кроме того, он первым применил на практике совершенно новый, глобальный подход к изучению растительного мира как единого целого в масштабах всей планеты. Проложенный ученым путь стал той магистралью, по которой развивается современная биология [1].

Николай Иванович Вавилов родился 25 ноября (13 ноября по старому стилю) 1887 года на Средней Пресне в Москве. С раннего детства Николай Вавилов был предрасположен к естественным наукам [2].

Как многие выдающиеся ученые Н. И. Вавилов рано стал заниматься самостоятельной работой. По окончании училища Вавилов поступил в Московский Сельскохозяйственный Институт, где и началась его активная научная деятельность (ныне Сельскохозяйственная Академия имени К. А. Тимирязева), который он окончил в 1911 году [2].

В работе «Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости», представленной в виде устного доклада на III Всероссийском селекционном съезде в Саратове

4 июня 1920 года. Вавилов ввел понятие «Гомологические ряды в наследственной изменчивости». Понятие было введено при исследовании параллелизмов в явлениях наследственной изменчивости по аналогии с гомологическими рядами органических соединений.

Суть состоит в том, что при изучении наследственной изменчивости у близких групп растений были обнаружены сходные аллельные формы, которые повторялись у разных видов (например, узлы соломины злаков с антоциановой окраской или без неё, колосья с остью или без неё и т. п.). Наличие такой повторяемости давало возможность предсказывать наличие ещё не обнаруженных аллелей, важных с точки зрения селекционной работы. Поиск растений с такими аллелями проводился в экспедициях в предполагаемые центры происхождения культурных растений. Следует помнить, что в те годы искусственная индукция мутагенеза химическими веществами или воздействием ионизирующих излучений ещё не была известна, и поиск необходимых аллелей приходилось производить в природных популяциях [4].

Опубликованию закона предшествовала огромная работа по изучению Вавиловым и его сотрудниками тысяч сортов в течение восьми лет, с 1913 по 1920 год.

Первая (1920) формулировка закона включала в себя две закономерности:

1. Виды и роды, генетически близкие, характеризуются сходными рядами наследственной изменчивости с такой правильностью, что, зная ряд форм в пределах одного вида, можно предвидеть нахождение параллельных форм у других видов и родов. Чем ближе генетически расположены в общей системе роды и линнеоны, тем полнее сходство в рядах их изменчивости.

2. Целые семейства растений в общем характеризуются определенным циклом изменчивости, проходящей через все роды и виды, составляющие семейства [3].

После 1920 представители школы Н. И. Вавилова в СССР, а также ботаники и селекционеры зарубежных стран накопили огромный фактический материал, подтверждающий всеобщность закона Гомологических рядов. Сначала исследования касались в основном морфологических признаков; затем они были распространены на биологические, физиологические и биохимические свойства. Многочисленные подтверждения закона Гомологических рядов были получены на простейших, низших растениях, большом числе семейств высших растений и на животных. Закон гомологических рядов отражает всеобщее и фундаментальное явление в живой природе. Он имеет огромное практическое значение в растениеводстве и селекции, а также в животноводстве [5].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Корляков К.Н.* Вестник Пермского научного центра // Пермский научный центр Уральского отделения РАН. – Пермь, 2008. – С. 115.
2. *Голгофа.* Архивные материалы о последних годах жизни академика Вавилова (1940–1943) // Вестник Российской академии наук. – Москва, 1993. – № 9.– С. 117–118.
3. *Бахтеев Ф.Х.* Николай Иванович Вавилов. 1887–1943 // «НАУКА» Сибирское отделение – 272. – Новосибирск, 1987. – С. 64.
4. *Жуковский П.М.* Культурные растения и их сородичи. // Систематика, география, цитогенетика, иммунитет, экология, происхождение, использование. – Ленинград. «Колос», 1971. – № 3. – С. 47.

УДК 633.511:581.148.154:631.523

В.А. Автономов, У.Каюмов, Р.Р.Эгамбердиев

Научно-исследовательский институт селекции, семеноводства
и агротехнологии выращивания хлопка, г. Ташкент, Республика Узбекистан

**ИЗМЕНЧИВОСТЬ, НАСЛЕДОВАНИЕ И НАСЛЕДУЕМОСТЬ ПРИЗНАКА
«МАССА ХЛОПКА-СЫРЦА ОДНОЙ КОРОБОЧКИ» У МЕЖСОРТОВЫХ,
ГЕОГРАФИЧЕСКИ ОТДАЛЕННЫХ ГИБРИДОВ F₁-F₂ ХЛОПЧАТНИКА
ВИДА *G.HIRSUTUM L.***

Ключевые слова: хлопчатник, гибрид, сорт, поколение, признак, коробочка, масса, хлопок-сырец, урожайность, плодовитость.

Одним из основных признаков определяющих возможность внедрения нового сорта хлопчатника в производство, в условиях Узбекистана является признак «продуктивность хлопка-сырца одного растения», который складывается из менее сложных «масса хлопка-сырца одной коробочки» и «число коробочек на растении», что невозможно сделать без вовлечения в селекционный процесс генетически нового перспективного, исходного материала. В наших исследованиях таким материалом, участвующим в гибридизации в качестве материнских форм служили сорта австралийской селекции Кармен и Флора, обладающие высокой завязываемостью плодоземелентов и выходом волокна.

В результате проведенных исследований установлены некоторые закономерности, связанные с изменчивостью, наследованием и наследуемостью признака «масса хлопка-сырца одной коробочки»:

- к наиболее крупнокоробочным исходным родительским формам участвующим при создании географически отдаленных гибридов в рамках исследований следует отнести сорта австралийской селекции Флора и Кармен, которые имеют соответственно среднюю величину признака на уровне 6,64 и 6,76 г;
- основное количество растений у изученных нами гибридов F₁ – F₂ размещено, как правило в пределах от 4,5 до 6,9 г;
- судя по величинам показателя доминантности (hp) можно сказать, что в одном случае не отмечено какого эффекта наследования, у трех гибридов отмечен эффект доминирования мелкокоробочного родителя и еще у двух гибридов отмечен эффект отрицательного гетерозиса, такое положение не дает нам возможность выделять крупнокоробочные гибридные комбинации начиная с F₁;
- значительный интерес в F₂ представляют растения, обладающие массой хлопка-сырца 7 и более грамм, при этом признак наследуется на высоком уровне, следовательно, у селекционера имеется возможность, начиная с F₂ отбирать растения, обладающие высокой массой хлопка-сырца одной коробочки.

Как известно составляющими такого сложного признака, как «продуктивность хлопка-сырца одного растения» является произведение значений признаков «масса хлопка-сырца одной коробочки» на «число открытых коробочек на определенную дату». В производстве востребованы сорта, обладающие не только высокими: скороспелостью, продуктивностью хлопка-сырца одного растения, качеством и количеством волокна, но и высокой массой хлопка-сырца одной коробочки, то есть чем крупнее и тяжелее коробочка, тем фермеру легче справиться с заготовкой хлопка-сырца.

Участвующие в наших исследованиях сорта австралийской селекции Кармен и Флора обладают наивысшей средней величиной признака «масса хлопка-сырца одной коробочки», как это видно из таблицы 1 и соответственно она равняется средним величинам 6,76 и 6,64 г. У отечественных сортов и линии Наманган-77, Наманган-34 и Л-136, используемых нами в гибридизации средняя величина признака соответственно находится на уровне 5,66, 5,73 и 6,14 г. Всё это и определило поведение гибридов F₁–F₂. Наилучшей средней величиной признака «масса хлопка-сырца одной коробочки» обладали следующие гибридные комбинации F₁: Кармен x Наманган-77, где M= 6,23 г и Флора x Наманган-77, где M=6,06 г., а среди гибридов F₂: Флора x Наманган-34, где M= 5,99 г.

Таблица 1

Изменчивость, наследование и наследуемость признака «масса хлопка-сырца одной коробочки» у межсортовых, географически отдаленных гибридов F₁-F₂ хлопчатника вида *G.hirsutum* L.

№	Сорта, линия, гибридные комбинации	n	M±m г	δ	V%	hp	h ²
1.	Флора	102	6,64±0,03	0,28	4,21		
2.	Л-136	133	6,14±0,03	0,10	5,05		
3.	Кармен	120	6,76±0,02	0,27	3,99		
4.	Наманган-77	142	5,66±0,02	0,26	4,59		
5.	Наманган-34	149	5,73±0,02	0,24	4,18		
6.	F ₁ Л-136xНаманган-77	76	5,22±0,04	0,38	7,31	-2,83	
7.	F ₂ Л-136xНаманган-77	111	5,05±0,07	0,75	14,85		0,82
8.	F ₁ КарменxНаманган-77	66	6,23±0,05	0,40	6,43	0,036	
9.	F ₂ КарменxНаманган-77	389	5,76±0,04	0,87	15,10		0,86
10.	F ₁ ФлорaxНаманган-77	66	6,06±0,04	0,34	5,70	-0,18	
11.	F ₂ ФлорaxНаманган-77	511	5,74±0,04	0,84	14,63		0,87
12.	F ₁ Л-136xНаманган-34	56	5,56±0,05	0,39	7,01	-1,76	
13.	F ₂ Л-136xНаманган-34	1010	5,42±0,03	0,82	15,12		0,85
14.	F ₁ КарменxНаманган-34	72	5,9±0,04	0,34	5,84	-0,65	
15.	F ₂ КарменxНаманган-34	900	5,81±0,03	0,87	14,97		0,89
16.	F ₁ ФлорaxНаманган-34	86	5,83±0,04	0,40	6,91	-0,11	
17.	F ₂ ФлорaxНаманган-34	1267	5,99±0,02	0,83	13,85		0,85

Как видно при анализе вариационных рядов основное число растений расположено в классах с величиной признака «масса хлопка-сырца одной коробочки» в пределах от 4,5 до 7,4 г.

Анализируя величины стандартного отклонения (δ) и коэффициента вариации (V %) у гибридов F₁ видно, что они в 1,5–2 раза ниже, нежели чем у гибридов F₂, что позволяет говорить нам о высокой сортовой чистоте родительских форм, использованных нами при гибридизации и о соблюдении закона единообразия гибридами F₁. Согласно установленных нами величин показателя доминантности (hp) у гибридов F₁ в одном случае, а именно Кармен x Наманган-77 какого-либо эффекта нами не установлено, у трех гибридов отмечен эффект неполного доминирования мелкокоробочного родителя, у двух гибридов отмечен эффект отрицательного гетерозиса. Установленная закономерность не позволяет начиная с F₁ выделять крупнокоробочные гибриды.

Согласно приведенным в таблице 1 величинам коэффициента наследуемости (h²) признак «масса хлопка-сырца одной коробочки» наследуется на высоком уровне и находится в зависимости от анализируемой гибридной комбинации F₂ в пределах от 0,86 у гибридной комбинации Л-136 x Наманган-77 до 0,89 у гибридной комбинации Кармен x Наманган-34. Следовательно, у исследователя имеется возможность выделять

отдельные растения с крупной коробочкой, начиная с F_2 при этом величина коробочки генетически обусловлена, что очень важно с селекционной точки зрения.

На основании проведенного анализа результатов исследований представленных в таблице 1 можно сделать некоторые выводы:

- к наиболее крупнокоробочным исходным родительским формам участвующим при создании географически отдаленных гибридов в рамках исследований следует отнести сорта австралийской селекции Флора и Кармен, которые имеют соответственно среднюю величину признака на уровне 6,64 и 6,76 г;
- основное количество растений у изученных нами гибридов F_1 – F_2 размещено, как правило в пределах от 4,5 до 6,9 г;
- судя по величинам показателя доминантности (h_p) можно сказать, что в одном случае не отмечено какого эффекта наследования, у трех гибридов отмечен эффект доминирования мелкокоробочного родителя и еще у двух гибридов отмечен эффект отрицательного гетерозиса, такое положение не дает нам возможность выделять крупнокоробочные гибридные комбинации начиная с F_1 ;
- значительный интерес в F_2 представляют растения, обладающие массой хлопксырца 7 и более грамм, при этом признак наследуется на высоком уровне, следовательно, у селекционера имеется возможность, начиная с F_2 отбирать растения обладающие высокой массой хлопксырца одной коробочки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Автономов А.А. Селекция тонковолокнистых сортов хлопчатника. – Ташкент, «ФАН». 1973. – 147 с.
2. Автономов В.А. Генетические аспекты селекции болезнестойчивых сортов хлопчатника с повышенным выходом и качеством волокна: Автореф. дис... док. с.-х. наук. – Ташкент, 1993. – 64 с.
3. Автономов В.А. Географически отдаленная гибридизация в селекции средневолокнистых сортов хлопчатника. – Ташкент, 2006. – 103 с.
4. Автономов В.А., Умбетаев И.А., Гусейнов И.Р. Генетический анализ признаков, определяющих скороспелость хлопчатника *G.hirsutum* L. //Матер. междунар. науч. практ. конф. «Состояние селекции и семеноводства хлопчатника и перспективы ее развития». – Ташкент. – 2006. – С. 34–36.
5. Автономов В.А. Межсортовая гибридизация в создании новых сортов хлопчатника вида *G.hirsutum* L. // Ташкент, «Мехридарё». – 2007. – 119 с.
6. Автономов В.А., Амантурдиев А.Б., Ахмедов Д.Д. Межвидовая гибридизация (*G.hirsutum* L. x *G.barbadense* L.) в селекции хлопчатника на устойчивость к *Theilaviopsis basicola*. // Ташкент, «Fan va texnologiya». – 2011. – 189 с.
7. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: «Колос». – 1979. – 416 с.
8. Кимсанбаев О.Х. Наследование выхода волокна при межлинейной гибридизации тонковолокнистого хлопчатника *G.barbadense* L. Автореф. дис... канд. с.-х. наук. Ташкент. – 1998. – 23 с.
9. Кимсанбаев О.Х. Теоретические предпосылки в селекции на скороспелость, выход и качество волокна культивируемых видов хлопчатника. // Fan va texnologiya. – Ташкент. – 2011. – 209 с.
10. Симонгулян Н.Г. Комбинационная способность и наследуемость признаков хлопчатника. – Ташкент, «ФАН», УзССР, 1977. – 140 с.
11. Симонгулян Н.Г. Генетика количественных признаков хлопчатника. – Ташкент, «ФАН», 1991. – 124 с.
10. Allard R.W. Principles of Plants Breeding, John Willey, Sons. – New-York-London-Sidney, 1966.
11. Beil G.M., Atkins. Inheritance of quantitative characters in grain sorghum // Iowa State Journal of Science. – 1965.

*В.А. Автономов, Д.Д. Ахмедов, А. Мухаммадиев,
Х. Арипов, Ш.Б. Амантурдиев, С. Жумаев*

Научно-исследовательский институт селекции, семеноводства
и агротехнологии выращивания хлопка, г. Ташкент, Республика Узбекистан

ПРОЦЕНТ ПОРАЖЕННЫХ РАСТЕНИЙ *Th. BASICOLA* НА 26.05.2016 г. В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ОБЛУЧЕНИЯ (УФО) СОРТОВ ХЛОПЧАТНИКА С-6524 И НАМАНГАН-77

В мировой практике растениеводства для сокращения объемов применяемых искусственных минеральных удобрений проводится поиск эффективных стимуляторов роста растений. Опыт исследований в области электрообработки позволяет рассмотреть альтернативный способ повышения продуктивности сельскохозяйственных культур на основе воздействия искусственных ультрафиолетовых процессов излучения на объекты (семена, растения, почвы) с учетом экологических требований предельно допустимых норм параметров излучения. Наиболее известными являются экспериментальные и теоретические работы по облучению различных биологических объектов (семена, микроводоросли, дрожжи, бактерии) сверхвысокочастотным, микроволновым и ультрафиолетовым облучением [1]. Разработаны приборы предпосевной обработки семян, в которых засыпанные семена облучаются электромагнитными полями различных частот малой мощности в течение короткого времени [2].

Актуальной проблемой по-прежнему остается сохранение чистой экологии в зонах хлопкосеяния Узбекистана за счет отказа от химической протравки и минимального использования во время вегетации химических средств защиты от насекомых.

Целью исследований исходя из выше представленной проблемы является разработка критериев и регламента оценки эффективности технологии и технических средств электростимуляции хлопчатника.

Исходя из решаемой проблемы и поставленной цели нами определены следующие задачи:

- закладка полевого опыта с целью определения величины признака «% пораженных растений *Th.basicola* на 26.05.2016 г.» сортов хлопчатника С-6524, Наманган-77;
- полевая оценка экспрессии величины признака «% пораженных растений *Th.basicola* на 26.05.2016 г.» в условиях Ташкентской области сорта С-6524, Наманган-77.

Основным исполнителем в 2015–2016 годы проведены полевые исследования в рамках данного проекта КА-9-001, финансируемый Комитетом координации и развитию науки и технологий при Кабинете Министров Республики Узбекистан, в лабораторных и полевых условиях производственного отдела научно-исследовательского института селекции, семеноводства и агротехнологии выращивания хлопка, Ташкентской области. Основная часть экспериментов, проводилась на полях производственного отдела НИИССАВХ.

Температурные условия 2016 года во время проведения полевых опытов оказались несколько неблагоприятными (пониженные среднесуточные температуры воздуха в апреле-июне), посев в означенный период проводился 24–25 апреля, 50 % всходов в зависимости от селекционного материала и условий года наступал в период с 6 по 8 мая. Растения развивались при постоянно повышающихся температурах, а жаркое лето и теплая осень позволяли завершать уборку экспериментального семенного хлопко-сырца ежегодно к 25 сентября. Агротехнические мероприятия, проводимые в поле применялись общепринятые для данной зоны.

Объектом исследования в нашем эксперименте служат такие сорта, как С-6524, Наманган-77.

Полевые опыты закладывались в полевых условиях полевого отдела НИИССАВХ.

В опыте изучаются три варианта:

- на оголенные семена которых оказывалось воздействие УФО в течение 15 минут, 6 апреля 2016 года;
- на оголенные семена которых оказывалось воздействие УФО в течение 30 минут, 6 апреля 2016 года;
- россыпь семян без воздействия УФО – контроль.

В последующем в каждом повторении урожай хлопка-сырца планируется убирать с начала 50-ти коробочными, каждое растение описывалось индивидуально и заготовка хлопка-сырца осуществлялось путем сбора с каждого растения отдельно – индивидуальными отборами с просчетом заготовленных проб на 15.08.2016 г. Проводили описание по семи морфохозяйственным признакам. По каждому индивидуальному отбору определяется после джинирования выход волокна, по волокну определяются признаки определяющие качество волокна такие, как штапельная длина волокна, относительная разрывная нагрузка и микронейр.

Посев проводили ручным способом, с предварительным просчетом семян по каждой повторности из расчета 400 семян, которые высевались в 4-х рядковые, 40-ти луночные делянки, семена перед посевом подвергались ультрафиолетовому воздействию в течение 15 и 30 минут, при этом спектр волн составил 365–435 Нм. Воздействие на семена проводилось на опытно-промышленном образце стационарной установке, которую разработал и создал соисполнитель № 2 АО «БМКБ-Агротех» д-р техн. наук, профессор Мухаммадиев А.

В результате проведенного анализа полевых исследований, которые представлены в таблице 1 по признаку «% пораженных растений *Th.basicola* на 26.05.2016 г.» установлено существенное снижение поражения растений вышеназванным заболеванием.

Таблица 1

Процент пораженных растений *Th.basicola* на 26.05.2016 г.

№	Сорт	Вариант опыта	№№ повторения				Среднее значение признака	Отклонение от контроля (дн.)
			I	II	III	IV		
1	С-6524	Контроль	16,2	19,2	19,5	19,7	18,6	
2	С-6524	УФО – 15 мин.	4,1	4,0	3,6	4,0	3,9	-14,7
3	С-6524	УФО – 30 мин.	7,1	7,3	7,4	7,0	7,2	-11,4
4	Наманган-77	Контроль	17,7	20,2	18,8	8,9	16,4	
5	Наманган-77	УФО – 15 мин.	4,9	3,9	4,5	3,0	4,1	2,3
6	Наманган-77	УФО – 30 мин.	7,7	6,6	6,6	6,5	6,8	-9,6

В варианте полевого опыта – контроль (без воздействия УФО) процент пораженных растений у сортов С-6524 и Наманган-77 соответственно составил 18,6 % и 16,4 %.

В варианте полевого опыта 2016 года, где семена подвергались перед посевом воздействию УФО в течение 15 минут среднее значение признака

«% пораженных растений *Th.basicola* на 26.05.2016 г.» составил у сортов хлопчатника С-6524 и Наманган-77 соответственно 3,9 % и 4,1 %, разница в сравнении с вариантом опыта контроль соответственно составило – 14,76 и 12,3 %.

В варианте полевого опыта этого же года, где семена перед посевом подвергались воздействию УФО в течение 30 минут величина признака «% пораженных растений *Th.basicola* на 26.05.2016 г.» у сортов хлопчатника С-6524 и Наманган-77 соответственно

составил 7,2 % и 6,8 % по отношению к варианту опыта – контроль снижение вышеназванного показателя соответственно оказалось меньше на 11,4 % и 9,6 %.

Исходя из анализа проведенных полевых исследований и представленных в таблице 1 сделан следующий вывод: при воздействии на оголенные семена УФО в течение 15 и 30 минут, в первой декаде апреля 2016 года нами отмечено значительное снижение величин признака % пораженных растений *Th.basicola* на 26.05.2016 г.» у сортов хлопчатника С-6524 и Наманган-77 при воздействии УФО в течение 15 минут соответственно на 14,7 % и 12,3 %, при воздействии УФО в течение 30 минут соответственно на 11,4 % и 9,6 %.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абдрахманов Т., Турсунов Л., Ли А., Нурмухаммедов А. Оксигумат препаратини ўсимликларнинг ўсиши ва ривожланиш даврларида стимулятор сифатида қўллашга доир кўрсатмалар. – Ташкент: Университет, 2000. – 11 б.

2. Баславская С.С., Трубецкова О.М. Практикум по физиологии растений. – М.: МГУ, 1964. – 328 с.

УДК 633.511:631.531.173.4

В.А. Автономов, А. Мухаммадиев, Р.Р. Эгамбердиев, Х. Арипов

Научно-исследовательский институт селекции, семеноводства и агротехнологии выращивания хлопка, г. Ташкент, Республика Узбекистан

ПРОЯВЛЕНИЕ ПРИЗНАКА «ПОЛЕВАЯ ВСХОЖЕСТЬ СЕМЯН» 2016 г. ПРИ ИЗУЧЕНИИ ЭФФЕКТА ПОСЛЕДЕЙСТВИЯ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ОБЛУЧЕНИЯ (УФО) ОКАЗАННОГО НА ПОСЕВНЫЕ СЕМЕНА И РАСТЕНИЯ В 2015 г.

Интенсификация сельскохозяйственного производства на современном этапе настоятельно требует мобилизации новых ресурсов повышения урожайности сельскохозяйственных культур. Наряду с совершенствованием традиционных приемов агротехники возделывания, направленных на создание благоприятной среды обитания возделываемых культур, необходимо широкое внедрение в агрономическую практику научно обоснованных приемов воздействия не только на почву, но и на объект возделывания сортов хлопчатника, что значительно ускоряет процесс ведения семеноводческой работы с хлопчатником. За счет управления физиологическими процессами для мобилизации потенциальных возможностей сортов в конкретных почвенно-климатических условиях.

Известно [2], что УФ излучение является инициатором активации процессов ПОЛ в растительных и животных тканях.

Доказано [4], что при малых дозах УФ-излучения увеличивается активность ферментов, отмечается индивидуальная периодичность, зависящая от их природы и места локализации.

При воздействии УФО на семена пшеницы пишет исследователь [1] увеличение внутриклеточного кальция может приводить к активированию секреции основных пероксидаз в свободное пространство, где они, взаимодействуя с донорами электронов и, возможно, с циркулирующей ИУК, утилизируют перекиси; ослабление связи основных пероксидаз с мембранными структурами позволяет им действовать как 1-аминоциклопропан-1-карбоновая кислота (АЦК)-оксидаза.

В ряде работ приводятся данные Roberts DA. [2], Wieringa-Brants D.H., Dekker W.C. [3], что фактор УФО, индуцирующий защитные процессы, может передаваться потомству. Причем приобретенная устойчивость передается через семена.

Как пишут в своей статье [5] в ответ на действие УФ-излучения организм отвечает активированием систем неспецифической защиты компонентами которой, в основном, являются антиоксиданты (аскорбиновая кислота, токоферолы, флавоноиды и т.д.) и оксидазные ферменты (супероксиддисмутаза, каталаза, пероксидаза и др.).

В 2016 году согласно Постановления Президента № ПП-2484 от 1.02.2016 г. сорта С-6524, Дустлик-2 и Чимбай-5018 высевались на площадях соответственно 181,5 тыс. га, 12,3 тыс. га и 7,0 тыс. га. и приказа МСВХ РУз № 67 от 8.04.2016 г. элитно-семеноводческая работа с сортом С-6524 проводилась в 7 элитно-семеноводческих хозяйствах по работе с районированными и новыми сортами в различных почвенно-климатических условиях Узбекистана.

Эксперимент закладывался в рамках фундаментального мега проекта КФ-5-014, финансируемого Комитетом по координации, развитию науки и технологий при Кабинете Министров РУз. Полевые опыты закладывались в 2016 году в полевых условиях полевого отдела НИИССАВХ.

Температурные условия 2016 года во время проведения полевых опытов оказались несколько неблагоприятными (обильные дожди, пониженные среднесуточные температуры воздуха в апреле-июне), посев в означенный период проводился с 24–25 апреля, 50 % всходов в зависимости от селекционного материала и условий года наступал в период с 3 по 5 мая. Растения развивались при постоянно повышающихся температурах, а жаркое лето и теплая осень позволяли завершать уборку экспериментального семенного хлопка-сырца ежегодно к 25 сентября. Агротехнические мероприятия, по возделыванию хлопчатника применялись типичные для данной зоны. Опыт закладывался в 2016 году в полевых условиях в трехкратной повторности, рендомизированными блоками, четырех рядковыми, 40-луночными делянками.

Как видно из результатов проведенных исследований, которые представлены в таблице 1. Во всех трех случаях, где использовались семена растения во время вегетации, подвергались воздействию УФО в течение 15 минут сорта хлопчатника С-6524, Дустлик-2 и Чимбай-5018. 50 % всходов получено на 2 дня раньше, нежели чем в варианте опыта контроль, что позволяет говорить о возможности раннего наступления всех фаз развития растений хлопчатника и как следствие получение раннего, полноценного, высококачественного урожая хлопка-сырца.

Таблица 1

Полевая всхожесть семян на 6.05.2016 г.

№	Сорт	Вариант опыта	№№ повторения				Среднее значение признака	Отклонение от контроля (дн.)
			I	II	III	IV		
1	С-6524	Контроль	7,05	7,05	7,05	7,05	7,05	
2	С-6524	УФО – 15 мин.	5,05	5,05	5,05	5,05	5,05	-2
3	Дустлик-2	Контроль	7,05	7,05	7,05	7,05	7,05	
4	Дустлик-2	УФО – 15 мин.	5,05	5,05	5,05	5,05	5,05	-2
5	Чимбай-5018	Контроль	7,05	7,05	7,05	7,05	7,05	
6	Чимбай-5018	УФО – 15 мин.	5,05	5,05	5,05	5,05	5,05	-2

На основании анализа результатов проведенных полевых исследований в 2016 году следует сделать вывод о том, что воздействуя на посевные семена и вегетирующие растения в 2015 году сохраняется эффект стимулирования такого признака, как «полевая всхожесть семян», так в полевом опыте 2016 года 50 % всходов при участии сортов хлопчатника С-6524, Дустлик-2 и Чимбай-5018 наступило на 2 дня раньше, нежели чем в варианте опыта-контроль.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Acosta M., Casas J. L., Arnao M. B., Sabater F.* Aminocyclopropane-1 -carboxylic acid as a substrate of peroxidase: conditions for oxygen consumption, hydroperoxide generation and ethylene production // *Biochim. et Biophys. Acta. Protein Struct. And Mol. Enzymol.* – 1991. – Vol. 1077. – N 3. – P. 273–280.
2. *Roberts DA.* Systemic acquired resistance induced in hypersensitive plants by nonnecrotic localised viral infections// *Virology.* – 1983. – Vol. 122. – N 1. – P. 207–209.
3. *Wieringa-Brants D.H., Dekker W.C.* Induced resistance in hypersensitive tobacco against tobacco mosaic virus by injection of intercellular fluid from tobacco plants with systemic acquired resistance // *Phytopathology.* – 1987. – Vol. 118. – N 2. – P. 165–170.
4. *Lowry O.H., Rosebrough N.J., Farr A.L., Randall R.J., J.Biol. Chem,* 193, №2, 265 (1951).
5. *Siriphanich, J., Kader, A.A.,* 1985. Effects of CO₂ on cinnamic acid 4-hydroxylase in relation to phenolic metabolism in lettuce tissue.// *Journal of the American Society for Horticultural Science.*

УДК 633.511:631.526.32

В.А. Автономов, Р.Р. Эгамбердиев, А. Аширкулов, А. Курбонов, М. Исроилов

Научно-исследовательский институт селекции, семеноводства и агротехнологии выращивания хлопка, г. Ташкент, Республика Узбекистан

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ИСПЫТАНИЯ И ЭЛИТНО-СЕМЕНОВОДЧЕСКАЯ РАБОТА С СОРТОМ НАМАНГАН-102, ПРОВОДИМЫЕ В 2016 ГОДУ В УСЛОВИЯХ ТАШКЕНТСКОЙ ОБЛАСТИ

Хлопчатник одна из основных сельскохозяйственных культур возделываемая в Узбекистане, которая обеспечивает поступление значительных объемов бюджетных и валютных средств. Новые сорта хлопчатника должны отличаться скороспелостью 105–110 дней, качеством волокна IV–V типа, полностью отдающие урожай хлопка-сырца не позднее 10 октября и отличающиеся устойчивостью к некоторым биотическим (устойчивость к дефициту влаги, дующим во время вегетации горячим ветрам), и абиотическим факторам устойчивостью к *V.dahliae* Klebhan, *Thelaviopsis basicola*, что является одной из главных проблем современного хлопководства Узбекистана.

В 2016 году сорта с качеством волокна IV типа высевались в Узбекистане на площади около 400 тыс. га. Сорт С-6524 с качеством волокна IV типа по своим качественным характеристикам отвечает лучшим мировым аналогам и за счет своего качества имеет 10 % надбавку при реализации хлопка-сырца государству. Однако современное производство и текстильная промышленность, как у себя в стране, так и за ее пределами постоянно нуждается в новых ультраскороспелых, высокоурожайных, обладающих повышенным качеством и количеством волокна, а также устойчивых к основным заболеваниям хлопчатника сортов хлопчатника.

В данной работе объектом изучения становится сорт хлопчатника Наманган-102, на который получен патент № 67 (заявка № NAR 20060003 от 27.06.2006 г.), который с 2015 года признан перспективным, а с 2016 года внесен в государственный реестр. В 2015–2016 гг. сорт проходил широкие производственные испытания и размножался на площади более 2,5 тыс. га в Кашкадарьинской области, где по нему в 2015–2016 гг. велась элитно-семеноводческая работа в хозяйствах предварительного размножения новых сортов хлопчатника.

Исследования проводились в 2015–2016 гг. в рамках инновационного проекта КХИ-5-006–2015, финансируемого Комитетом по координации развитию науки и технологий при Кабинете Министров Республики Узбекистан.

Целью исследований вытекающей из решаемой проблемы являлось проведение широких производственных испытаний и доведение сортовой чистоты созданного сорта хлопчатника до требований ГОСТа РУз.

Исходя из определенной цели задачами исследований являются: создание чистосортного семенного материала по сорту Наманган-102 в количестве достаточном для открытия элитного хозяйства по работе с районированным сортом; широкие производственные испытания и внедрение в производство.

Семена полевых культур, в том числе таких, как хлопчатник, зерновые масличные и другие основное средство сохранения на земле видового разнообразия растений, через, которые происходит воспроизводство и размножение культурных растений. Качественные семена это залог получения высокого урожая любой сельскохозяйственной культуры. Значение качества семян находило отражение в работах крупных ученых [2, 3, 4–6, 7, 11, 12].

Влияние климатических особенностей зон хлопкосеяния Республик Центральной Азии и влияние факторов среды на хлопчатник в разный период жизни растений позволили в последующем районировать сорта в соответствии с особенностями сортов и, в первую очередь, с учетом требовательности к температуре. [1–2, 8–10].

Внесенный в государственный реестр по Кашкадарьинской области сорт хлопчатника Наманган-102 в 2016 году проходил широкие производственные испытания и внедрялся в производство, а первичное семеноводство по нему проводилось в элитно-семеноводческом хозяйстве предварительного размножения «Пахта селекцияси, уругчилиги ва етиштириш агротехнологиялари ИТИ, Кашкадаре тажриба станцияси» Касбийского района, Кашкадарьинской области, где закладывались все питомники согласно схемы работы с сортами хлопчатника признанными перспективными, в том числе семенной питомник первого года и питомник семенного размножения. По данному сорту также проведено 3 полевых просмотра, полевая прочистка семей и полевая браковка семей. До 25 сентября по сорту Наманган-102 заготовлено 3000 индивидуальных отборов, 750 пробных образца и такое же количество посемейных сборов, а также заготовлено 20 тонн элиты и 60 тонн первой репродукции хлопка-сырца.

На сорт Наманган-102 имеется патент № 67 (заявка № NAP 20070003 от 27.06.2006 г. и авторское свидетельство № 547 от 18.02.2016 г.).

В ряде фермерских хозяйств перспективный сорт Наманган-102 с 2016 г. показывает стабильные превышения по урожайности хлопка-сырца над высеваемым сортом Наманган-77 до 8–9 ц/га. В рядке фермерских хозяйств на 25 сентября 2015 года Шахрисабзского района, Кашкадарьинской области средняя урожайность составила свыше 35 ц/га. В 2016 году здесь же с площади более 500 га средняя урожайность первого сбора хлопка-сырца законченного на 20 сентября составила более 36 ц/га, тогда как общая плановая урожайность составляет 32 ц/га. Исходя из проведенной апробации посевов сорта хлопчатника Наманган-102, общая средняя урожайность на 20 октября 2016 года составила более 40 ц/га.

Сорт Наманган-102 устойчив при своевременном проведении всех необходимых агротехнических мероприятий к горячим ветрам, дующим во время массового цветения и плодообразования. Сорт Наманган-102 также обладает повышенной устойчивостью в весенний период к корневым гнилям и высокоустойчив во время плодообразования к вертициллезному вилту.

Элитно-семеноводческая работа перспективного сорта Наманган-102 параллельно в 2015–2016 гг. проводилась в условиях полевого отдела НИИССАВХ, где в 2016 г. заложен семенной питомник первого года 96 однорядковыми, 40-луночными деланками. Здесь по нему проведено 3 полевых просмотра. По результатам первого полевого просмотра на 1.06.2016 г.: всего семей – 96; всего растений – 3383; забракованных семей по густоте стояния растений – 2; всего забракованных в семьях растений – 69.

По результатам второго полевого просмотра на 1.07. 2016 г: из незабракованных – 94 семей; растений в незабракованных семьях – 3314 растений; забракованных семей по поражению трипсом – 2 семьи; пораженных растений трипсом всего – 79 растений; пораженных растений в забракованных семьях – 27 растений.

По результатам 1 и 2 полевых просмотров осталось: всего семей – 92 семьи; всего растений – 3225 растения.

По результатам 1 и 2 полевого просмотра на 20.08.16 г. проведенного по нетипичности куста, листьев, коробочки, опушению стебля и листьев после проведения 1 и 2 полевых просмотров и третьему просмотру осталось: всего семей – 92 семьи; всего растений – 3225 растений.

По результатам 3 полевого просмотра на 20.08.2016 г: забраковано семей всего – 3 семьи; в незабракованных семьях забраковано – 97 растений.

По результатам 1, 2 и 3 полевых просмотров: забраковано 2+2+3 семей = 7 семей; в забракованных семьях по трем полевым просмотрам забраковано всего – 176 растений; убрано с поля нетипичных растений в типичных семьях – 54.

На основании анализа результатов проведенной сделаны следующие выводы:

1. Перспективный сорт хлопчатника Наманган-102 согласно приказа МСВХ РУз № 67 от 08.04. 2016 г. внесен в государственный реестр по Кашкадарьинской области.

2. В результате проведенной семеноводческой работы в Ташкентской области создан чистосортный, высококачественный, оригинальный материал в количестве достаточном для работы элитного хозяйства с сортом, внесенным в государственный реестр.

3. Широкие производственные испытания, проведенные в 2014–2016 гг. на общей площади более 2600 га, убедительно показали преимущество, как по урожаю, так и по качеству и количеству хлопка-сырца и волокна.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Бабушкин Л.Н.* Влияние погоды на развитие хлопчатника в Узбекистане. // Гидрометеоздат. – Ленинград, 1953. – С. 53.
2. *Бабушкин Л.Н.* Агрометеорологическое районирование хлопковой зоны Средней Азии // Гидрометеоздат. – Москва, 1960. – С. 71–911.
3. *Дарвин Ч.* Происхождение видов // Сочинения Т. 3. – М: Сельхозиздат. – 1939. – С. 350.
4. *Зайцев Г.С.* Цветение, плодообразование и раскрытие коробочек у хлопчатника. // Труды Туркестанской селекции. Станции, вып. 1, 1924. – Л., «Туркхлопок». – С. 391–460.
5. *Зайцев Г.С.* Действие продолжительности солнечного дня на хлопчатник. // Труды Всесоюзного съезда по генетике. Т. 3., -Ленинград. – 1929. – С. 231.
6. *Зайцев Г.С.* Хлопчатник. // Изд. 3-е, Ленинград-Ташкент. – 1930. – С. 179.
7. *Лукьяненко П.П.* Отбор по удельному весу как метод повышения урожайных качеств семян // Ж.: Селекция и семеноводство, 1940. – № 3. – С. 39.
8. *Мауер Ф.М.*, Некоторые морфологические и физиологические особенности семян хлопчатника и их сельскохозяйственное значение. // Вопросы хлопковой агрономии и селекции. – М., 1927.
9. *Мауер Ф.М.* Происхождение и систематика хлопчатника. // Т-Изд. АН УЗССР. – Ташкент, 1954. – 383 с.
10. *Мауер Ф.М.* Семеноведение хлопчатника // Физико-механические свойства семян хлопчатника. // «Фан» УзССР. – 1976. – С. 32.
11. *Мечиславский Ю.А.* и др. Физиологические особенности разнокачественных семян хлопчатника. // Физиология растений. – М.: Наука. – 1971. – Т.18, вып.6.
12. *Умбетаев И., Гусейнов И., Махмаджанов С.* Наследование признака качества волокна при межсортовой гибридизации средневолокнистых сортов хлопчатника. // Science and world International scientific journal, 2015. – Vol. II. – № 3 (19).

А.В. Амелин

Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина,
г. Орел, Россия

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ЗНАНИЙ В СЕЛЕКЦИИ: ДОСТИЖЕНИЯ, ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ ИХ ПРЕОДОЛЕНИЯ

Гениальность Н.И. Вавилова в развитии теории и практики селекции сельскохозяйственных культур заключается в том, что в отличие от многих своих коллег, селекцию он рассматривал никак технологический процесс, а как науку, искусство и определенную отрасль сельского хозяйства.

Он регулярно подчеркивал, что селекция должна строиться на использовании интегрированных знаний генетики, ботаники, фитопатологии, физиологии и др. К примеру, о задачах физиологии он писал следующее: «Генетика и селекция ждут от физиолога разработки сортовой физиологии, физиологической систематики сортов» (Вавилов, 1965, с. 272). При этом он особое внимание уделял изучению механизмов устойчивости растений к биотическим и абиотическим экстремальным факторам погоды [1].

С тех пор прошло уже почти 80 лет, а его взгляды на селекцию не утратили своей актуальности и по настоящее время. Стало очевидно, чтобы обеспечить дальнейший прогресс селекции, необходимо кроме традиционных показателей учитывать и множество физиологических свойств и признаков растений [2], так как возможности селекции, опирающейся на эмпирический опыт и интуицию, исчерпываются [3].

Следует отметить, что до первой половины XX века исследования физиологов растений в основном были направлены на создание более совершенных агротехнологий, связанных с обеспечением оптимальных условий развития сельскохозяйственных культур и почти не затрагивали их наследственные возможности. Изучение физиологических аспектов генетического разнообразия культуры в виде набора различных морфогенотипов не было до этого времени обязательным, что, по-видимому, объясняется спецификой развития сельскохозяйственного производства, прогресс которого на протяжении многих столетий (с XII по XX век) достигался за счет улучшения системы земледелия, в которой сорт не был лимитирующим фактором роста продуктивности. По литературным сведениям, даже в 40-е годы XX века роль селекции в повышении урожайности оценивалась специалистами всего лишь 8–20 %, тогда как удобрений и системы обработки почвы – 40–75 % [4].

Но, к 50 годам прошедшего столетия производство удобрений и агротехника достигли такого высокого уровня, что потребовало от селекционеров создания принципиально новых сортов, так как используемые старые не отвечали изменившимся условиям производства [5]. В большинстве своем они характеризовались длинностебельностью, продолжительным периодом вегетации, ранним полеганием и сильным израстанием [6, 7, 8]. Формирование ими урожая основывается на экстенсивном типе продукционного процесса растений, позволяющим размещать большое количество фотосинтетических единиц в единице площади посева (индекс листовой поверхности) при максимально возможной продолжительности активного функционирования [9, 10, 11, 12]. Естественно, такой тип сортов не мог обеспечить нарастающий прогресс развития интенсивного земледелия. Если в 50-х годах внесение каждой дополнительной тонны удобрений увеличивало урожай зерновых культур в среднем на 11,5 т, то в 60-х годах – на 8,3 т, а в 70-х эта прибавка составляла всего лишь 5,8 т [13].

В связи с этим и перед физиологами растений встала необходимость научного обоснования сортов, наиболее полно отвечающих требованиям интенсивного высокомеханизированного производства. Н.И. Вавилов [1] данную ситуацию оценивал следующим

образом: «Химизация земледелия ставит на очередь вопрос о селекции на отзывчивость к удобрениям» (1965, с. 323). Поэтому, с середины 60-х годов прошедшего столетия активно начинают планироваться физиолого-биохимические исследования по изучению генотипических особенностей сельскохозяйственных культур. В результате проведения этой работы удалось не только научно обосновать некоторые приоритетные направления искусственного отбора, но и предложить методы и способы их достижения на эффективное использование элементов минерального питания [14]; устойчивость к неблагоприятным условиям среды [15, 16, 17]; получение качественного урожая [18]; скороспелость и продуктивность [19]; высокую фотосинтетическую продуктивность [20–25]; оптимизацию процессов роста и развития [26–28]; эффективную симбиотическую азотфиксацию у бобовых культур [29–31].

В совокупности с усилиями исследователей в других областях биологической науки, прежде всего по генетике растений [32, 33] и благодаря интенсивной работе самих селекционеров, это дало возможность в кратчайшие сроки сконструировать генотипы с интенсивным типом продукционного процесса, позволившие осуществить очередной этап «зеленой революции» в сельском хозяйстве [34]. Началу этого этапа послужило создание Норманном Барлаугом короткостебельных мексиканских сортов пшеницы, которые отличались повышенной устойчивостью к полеганию и загущению, отзывчивостью на внесение высоких доз удобрений и эффективным распределением ассимилянтов между органами растений [20, 35–37]. В короткие сроки были созданы сорта интенсивного типа и у других сельскохозяйственных культур [38]. В результате их урожайность во многих странах мира за последние 50 лет производства выросла с 3,0 до 5,0–5,5 т/га, а роль сорта в этом стала составлять 50–70 % и более [39, 40]. В общем, сорт стал тем средством, без которого невозможно в настоящее время реализовать научно-технические достижения в земледелии [35, 41].

Но как известно, «зеленая революция» не достигла своих конечных целей [3, 5, 6]. Разрыв между реальной и потенциальной продуктивностью растений селекции не удалось приблизить к желаемому размеру и он, по-прежнему, достигает больших величин [42, 43]. Высокой остается и зависимость формируемого урожая сортами от погоды [44–46]. Ситуация усугубляется и тем, что в результате селекции отмечается тенденция к снижению устойчивости растений к заболеваниям и вредителям [6, 47, 48], а также ухудшения качества образуемого урожая [49–52].

Интенсивное применение минеральных удобрений и пестицидов под новые сорта пришло в противоречие с экологией, а получаемая из них продукция стала опасной для здоровья человека и животных [13, 39, 53].

Это означает, что и усилия физиологов по обеспечению прогресса селекции не во всем увенчались успехами. Анализ сложившегося положения показывает, что причин этому много и они имеют как объективную, так и субъективную природу. Это: и отсутствие совместных с селекционерами рабочих программ; и неэффективное использование предлагаемых для отбора многих физиолого-биохимических показателей в силу их трудоемкости в определении; и даже наличие «профессионального эгоизма», не позволяющего часто выполнять совместную работу в полном объеме. Но, наиболее важная из них заключается, по-видимому, в том, что в большинстве случаев физиологи и биохимики растений изучают лишь отдельные признаки и свойства сортов и то на молекулярном, органельном и клеточном уровнях в условиях климатических камер и вегетационных домиков, пытаясь на этой основе делать рекомендации по их улучшению [54, 55]. В тоже время, сорт представляет совокупность сходных по хозяйственно-биологическим свойствам и морфологическим признакам генотипов одной культуры, родственных по происхождению, отобранных и размноженных для выращивания в определенных природных и производственных условиях с целью повышения урожайности и качества продукции. Возделывание их осуществляется в агроценозах, которые имеют свои, только им присущие закономерности функционирования, отличные от за-

конов развития отдельных растений, которые так же являются сложными системами органов, тканей, клеток, органелл со своими специфическими функциями. Поэтому, по знаниям о биологических системах на клеточном или молекулярном уровне, нельзя предсказать все свойства целого растения, как и особенности функционирования агроценозов невозможно полностью предсказать, исходя из особенностей функционирования индивидуальных растений, поскольку с переходом от более низкого уровня организации биологической системы к более высокому возникают новые дополнительные свойства, которые присущи только данному уровню организации системы [19, 56]. Следовательно, можно заключить, что успехи физиологии растений в создании новых сортов больше сдерживаются недостаточным пониманием того, как регулируется и функционирует наследственная программа биологической системы сорта в целом, чем недостатком знаний об отдельных процессах ее реализации и относящихся к более низким уровням организации.

С учетом этого, нами был проведен глубокий анализ результатов многолетних собственных исследований (начиная с 1983 года и по настоящее время) и множество литературных сведений отечественных и зарубежных ученых-физиологов. Это позволило прийти к заключению, что в настоящее время селекция достигла такого уровня развития, когда наряду с традиционными признаками (морфология, элементы структуры урожая), становится обязательным использовать при отборе и специфические характеристики растений, к примеру показатели фотосинтетической деятельности, характеризующие их функциональное состояние не только в целом, но и отдельных органов, тканей, органелл клетки, ключевых ферментов. Ведь современные сорта зерновых культуры при высоком уровне земледелия могут формировать на га до 100 ц зерна и более, прежде всего, благодаря тому, что селекции удалось оптимизировать основные агроэкологические свойства культурных растений. Как уже отмечалось, современные сорта сельскохозяйственных полевых культур устойчивы к полеганию, толерантны к загущению, отзывчивы на внесение высоких доз минеральных удобрений, имеют оптимальное соотношение продолжительности межфазных периодов, дружное цветение и созревание плодов и семян. Морфологические признаки их надземных органов преимущественно соответствуют параметрам модели перспективного сорта в зонах возделывания [57].

В тоже время, они в сильной степени поражаются болезнями и повреждаются вредителями, имеют низкую устойчивость к экстремальным факторам погоды и, как известно, нередко отмечается снижение качества урожая [8, 57].

Согласно нашим экспериментальным данным, полученным при изучении сортообразцов гороха разных периодов селекции, основная причина заключается в недостаточном биоэнергетическом потенциале, который в результате селекции не увеличивается, а остается фактически на достигнутом в ходе эволюции уровне [37]. Очевидно, его возможностей в настоящее время уже не хватает, чтобы обеспечить получение не только высокого, но качественного и стабильного урожая, так как для этого требуется значительно больше энергии, чем ее усваивают современные культурные растения. Об этом косвенно свидетельствует и тот факт, что общая продуктивность растений в результате селекции у сельскохозяйственных культур существенно не изменяется, а рост урожайности зерна достигается в основном за счет более эффективного ее использования на формирование полезно-хозяйственных органов [20, 37, 38]. Но этот путь в настоящее время также исчерпал свои возможности: величина уборочного индекса у современных сортов зерновых культур уже достигла оптимальных параметров – 50–55 % [57]. Поэтому, предлагается выведение сортов нового поколения проводить с использованием показателей активности и эффективности фотосинтетической деятельности растений, что позволит создать не только высокопродуктивное, но и стабильное, экологически чистое производство [58–61].

К тому же, повышение эффективности использования неисчерпаемых ресурсов – солнечной радиации через управление фотосинтезом (увеличение КПД ФАР) даст реальную возможность организовать высокотехнологичное растениеводство на адаптивной основе [39]. Данное мнение во многом согласуется и со взглядами ученых за рубежом, которые считают, что улучшение показателей фотосинтеза необходимо рассматривать в тесной взаимосвязи с наметившимися тенденциями глобального изменения климата на планете, поскольку увеличение концентрации CO_2 в атмосфере может положительно повлиять на продуктивность растений с C_3 фотосинтезом, особенно в засушливых регионах [60–63].

Однако, селекция на повышение у культурных растений активности и эффективности использования возобновляемого природного источника энергии фотосинтеза системно и в необходимом объеме фактически не проводилась ни у нас, ни в других странах мира, что обусловлено рядом объективных и субъективных причин, которые были проанализированы ранее [58]. Вследствие этого, его огромные потенциальные резервы остаются, пока, мало использованными. Научно доказано, что современные посевы сельскохозяйственных культур реализуют фотосинтетическую активную радиацию в накоплении урожая с КПД всего лишь 0,5–0,9 %, в лучших случаях – 1–2 %. В тоже время, эту величину можно довести у C_3 растений до 4–5 %, а C_4 – 6 %, и если удастся это сделать, то урожайность возделываемых сельскохозяйственных культур приблизится к максимально возможному [64].

Повысить фотоэнергетический потенциал растений и эффективность его использования в формировании высокого, качественного и стабильного урожая, по-видимому, будет не просто, поскольку фотосинтез представляет собою весьма сложный по организации, функционированию и наследуемости процесс [65]. По нашему мнению, краткосрочные планы улучшения показателей фотосинтетической деятельности растений должны включать обеспечение устойчивости к полеганию и оптимизацию площади и расположения листьев в агроценозе, в целях избегания неравномерного насыщения света и снижения их фотодыхания. Долгосрочные же следует ориентировать на совершенствование карбоксилазного пути усвоения CO_2 на основе оптимизации основных компонентов фотосинтетического аппарата.

Главное необходимо добиваться, чтобы вносимые изменения в процесс фотосинтеза на уровне хлоропластов положительно отражались в онтогенезе не только растения, но и агроценоза в целом. Улучшение эффективности фотосинтеза за счет одного фактора вероятнее всего не даст желаемого результата, необходима оптимизация всех компонентов сложной фотосинтетической системы. Объединение традиционных и инновационных методов селекции с ген-инженерными технологиями в данном случае будет более перспективным решением поставленной задачи.

С учетом этого, нами совместно с селекционерами ВНИИЗБК в 2009 году впервые была начата целенаправленная работа по созданию сортов гречихи и гороха с повышенным фотоэнергетическим потенциалом и эффективным его использованием. В 2015 году аналогичная работа была развернута по селекции озимой и яровой пшенице совместно с селекционерами Белгородского ГАУ имени В.Я. Горина. В 2018 году планируется начать селекцию в данном направлении и по сои, ввиду того, что и по данной культуре накоплен многолетний научно-практический опыт.

В целом, эта работа находится, пока, в стадии становления и требует больших дальнейших усилий, чтобы выдержать острую конкуренцию с зарубежными научными коллективами, которые проводят подобную работу, имея значительно более высокие финансовые и материально-технические возможности [<http://www.igb.illinois.edu/news/illinois-improve-crop-yield-through-photosynthesis-new-global-effort>].

Считаем, что, в складывающейся ситуации, рассматриваемая проблема в России выходит на государственный уровень, так как ее решение на прямую связано с продовольственной безопасностью. Ведь страны, обладающие сортами с повышенным фото-

энергетическим потенциалом и эффективным его использованием, будут иметь неоспоримые преимущества на агропродовольственном рынке, по сравнению с другими его участниками, о чем свидетельствует выраженная динамика развития мирового производства экологически чистых продуктов [<http://www.foodmarket.spb.ru/current.>].

В связи с этим, было бы целесообразно создать в нашей стране специализированный физиолого-генетический центр по фотосинтезу, который объединил бы усилия физиологов и селекционеров по созданию отечественных сортов нового поколения – с повышенным биоэнергетическим потенциалом, где скрыты огромные, но пока малоиспользуемые резервы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Вавилов Н.И.* Проблемы происхождения, географии, генетики, селекции, растениеводства и агрономии. //Избранные труды. Т.5. – М. – Л.: Наука, 1965. – 786 с.
2. Физиологические основы селекции растений /Под ред. Удовенко Г.В., Шевелухи В.С. – Санкт-Петербург: ВИР., 1995. – Т. II. – Ч. I. II. – 654 с.
3. *Молчан, И.М.* Спорные вопросы в селекции растений / Молчан И.М., Ильина Л.Г., Кубарев П.И.// Селекция и семеноводство. – 1996. – № 1–2. – С. 36–51.
4. Агрехимия. Под ред. Смирнова П.М., Петербургского А.В. – М.: Колос, 1975. – 512 с.
5. *Шевелуха В.С.* Эволюция агроэкологических и стратегия адаптивной селекции растений// Вестник РАСХН. – 1993. – № 4. – С.16–21.
6. *Неттевич Э.Д.* Проблемы селекции зерновых культур в Нечерноземной зоне РСФСР в связи с интенсификацией земледелия//Сельскохозяйственная биология. – 1979. – Т. XIV. – № 5. – С. 543–549.
7. *Таранина В.В.* Морфофизиологические особенности сортов яровой пшеницы разных лет селекции в центральном районе Нечерноземной зоны РСФСР: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – М., 1989. – 22 с.
8. *Амелин А.В.* Морфофизиологические достоинства и недостатки современных сортов. Дальнейшие пути их совершенствования у зернобобовых и крупяных культур. // Вестник Орел ГАУ. – 2012 – Т. 36. – № 3. – С. 10–15.
9. *Evans L.T., Dunstone R.L.* Some physiological aspects of evolution in wheat// Austral. J. Biol. Sci. – 1970. – N 23. – P.725–741.
10. *Кумаков В.А.* Эволюция показателей фотосинтетической деятельности яровой пшеницы в процессе селекции и их связь с урожайностью и биологическими особенностями растений: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – Л., 1971. – 51 с.
11. *Федосеева Г.П., Багаутдинова Р.И.* Особенности структурной организации и функциональной активности фотосинтетического аппарата у картофеля разной степени окультуренности //Сельскохозяйственная биология. – 1977. – Т.12. – № 4. – С. 545–553.
12. *Ламан Н.А., Чайка М.Т., Гриб С.И.* Формирование продуктивности растений в зависимости от их морфогенетических и физиологических особенностей// Теоретические основы селекции зерновых культур на продуктивность. – Мн.: Наука и техника, 1987. – С. 136–157.
13. *Браун Л.Р.* Земля ждет помощи... Достигнут ли предел роста продуктивности // Курьер ЮНЕСКО. – 1984. – № 5. – С. 9–11.
14. *Климашевский Э.Л.* Генетический аспект минерального питания растений. – М., 1991. – 416 с.
15. *Генкель П.А., Баданова К.А., Левина В.В.* Использование физиологических методов диагностики засухоустойчивости в селекции растений// Физиология растений в помощь селекции. – М.: Наука, 1974. – С. 5–19.
16. *Удовенко Г.В., Гончарова Э.А.* Эффективные экспресс-методы для оценки сортовой и индивидуальной устойчивости растений к экстремальным условиям// Доклады ВАСХНИЛ. – 1982. – № 7. – С. 13–15.
17. *Маймистов В.В.* Физиологические основы селекции озимой пшеницы на засухоустойчивость. Автореф. дис.... докт. биол. наук. – Краснодар, 2000. – 50 с.
18. *Конарев В.Г., Чмелева З.В.* Биохимические и молекулярно-генетические предпосылки селекции зерновых на качество урожая// Молекулярно-биологические аспекты прикладной ботаники, генетики и селекции. – М.: Колос, 1993. – С. 351–401.

19. *Образцов А.С.* Биологические основы селекции растений. – М.: Колос, 1981. – 271 с.
20. *Кумаков В.А.* Физиологическое обоснование моделей сортов пшеницы. – М.: Агропромиздат, 1985. – 270 с.
21. *Абдулаев, Г.А.* Исследование связи роста и фотосинтеза с продукционным процессом при селекции хлебных злаков / Г.А. Абдулаев, Г.В. Красичкова, Ю.С. Насыров // Фотосинтез и продукционный процесс/ Под ред. Ничипоровича А.А. – М.: Наука, 1988. – С. 258–262.
22. *Алиев Д.А., Казибекова Э.Г.* Значение фотосинтетических признаков в урожайности и использование их в селекции идеальной пшеницы // Фотосинтез и продукционный процесс / Под ред. Ничипоровича А.А. – М.: Наука, 1988. – С. 237–242.
23. *Володарский Н.И., Быстрых Е.Е., Николаева Е.К.* Фотосинтетическая активность хлопчатоплодов высокопродуктивных сортов озимой пшеницы //Сельскохозяйственная биология. – 1980. – № 3. – С. 366–373.
24. *Зеленский М.И.* Фотосинтетические характеристики важнейших сельскохозяйственных культур и перспективы их селекционного использования// Физиологические основы селекции растений/ Под ред. Удовенко Г.В., Шевелухи В.С. – Санкт-Петербург: ВИР, 1995. – Т. II. – Ч. II. – С. 466–554.
25. *Жакотэ, А.Г.* Особенности фотосинтеза дикорастущих, полукультурных, культурных генотипов томата и их гибридов F₁, в связи с селекцией на продуктивность / А.Г. Жакотэ, В.Г. Харти// Сельскохозяйственная биология. – 1990. – № 5. – С. 82–88.
26. *Шевелуха В.С.* Закономерности роста растений как возмолжный резерв селекции //Физиологические основы селекции растений /Под ред. Удовенко Г.В., Шевелухи В.С. – Санкт-Петербург: ВИР, 1995. – Т II. – Ч. I. – С. 202–221.
27. *Батыгин Н.Ф.* Физиологические основы селекции растений в регулируемых условиях// Физиологические основы селекции растений/ Под ред. Удовенко Г.В., Шевелуха В.С. – Санкт-Петербург: ВИР, 1995. – Т. II. – Ч. I. – С. 14–97.
28. *Чайка М.Т., Ламан Н.А., Гриб С.И.* Исследование связи роста и фотосинтеза с продукционным процессом при селекции хлебных злаков// Фотосинтез и продукционный процесс/ Под ред. Ничипоровича А.А. – М.: Наука, 1988. – С. 262–267.
29. *Shanmugan K.T. et al., 1978; Shanmugan K.T., O Gara F., Anderson K., Valentine R.C.* Biological nitrogen fixation.//Ann. Rew. Plant Physiol. – 1978. – V. 29. – N 263. – P. 76.
30. *Кретович В.Л.* Биохимия усвоения азота воздуха растениями. – М.: Наука, 1994. – 168 с.
31. *Тихонович И.А., Проворов Н.А.* Генетика симбиотической азотфиксации с основами селекции. – Санкт-Петербург: Наука, 1998. – 194 с.
32. *Созинов А.А.* Селекционно-генетические аспекты повышения продуктивности и качества зерна пшеницы// Фотосинтез и продукционный процесс / Под ред. Ничипоровича А.А. – М.: Наука, 1988. – С. 226–237.
33. *Драгавцев В.А.* Физиолого-генетические аспекты селекции растений// Физиологические основы селекции растений/ Под ред. Удовенко Г.В., Шевелухи В.С. – Санкт-Петербург: ВИР, 1995. – Т. II. – Ч. I. – С. 7–14.
34. *Гужов Ю.Л.* Короткостебельные мексиканские сорта яровой пшеницы и их роль в увеличении производства зерна// Известия АН СССР. Сер. биологическая. – 1973. – № 6. – С. 819–841.
35. *Неттевич, Э.Д.* Культура поля и селекция / Э.Д. Неттевич // Зерновое поле Нечерноземья. – М.: Московский рабочий, 1986. – С. 22–38.
36. *Дебелый Г.А., Бежанидзе О.И.* Перспективы селекции технологических сортов гороха интенсивного типа //Сельскохозяйственная биология. – 1988. – № 3. – С. 3–8.
37. *Амелин А.В.* Морфофизиологические основы повышения эффективности селекции гороха: специальность 03.00.12 «Физиология и биохимия растений»: автореф. дис. ... док. с.-х. наук / [Орлов, гос. аграрный ун-т] – Орел, 2001. – 46 с.
38. *Jain H.K.* Eighty years of post Mendelian breeding for crop yield: nature of selection pressures and future potential//Indian J. Genet. and Plant Breed. – 1986. – Vol. 46. – N 1. – P. 30–53.
39. *Жученко А.А.* Экологическая генетика культурных растений и проблемы агросферы (теория и практика). – Москва: Издательство Агрорус, 2004. – Т. 2. – 688 с.
40. *Сандухадзе, Б.И., Кочетыгов Г.В., Рыбакова М.И. и др.* Сортимент озимой мягкой пшеницы для Центрального региона России с повышенным потенциалом продуктивности и качества.//Вестник Орел ГАУ. – 2012. – № 3 (36). – С. 4–8.
41. *Гончаров П.Л.* Селекция сельскохозяйственных растений для интенсивного земледелия //Научнотехн. бюл. СО ВАСХНИЛ. – 1981. – Вып. 6, 7. – С. 3–12.

42. Коновалов Ю.Б., Тарарина В.В., Хунацария Т.И. Оценка потенциальной продуктивности колоса сортов яровой пшеницы разных периодов сортосмены // Сельскохозяйственная биология. – 1993. – Т. 3. – С. 117–123.
43. Амелин А. В. Биологический потенциал гороха и его реализация на разных этапах развития культуры. // Селекция и семеноводство. – 1999. – № 2. – С. 15–21.
44. Thompson, L. Weather variability, climatic change and grain production / L. Thompson // Crop. Sci. – 1975. – V. 41. – P. 535–541.
45. Kraft, S.E. Variation in the relationship between corn yield and climate in a sample of counties in Illinois 1951–1980 / S.E. Kraft, P. Dharmadhikari // Trans III State Acad.Sci. – 1984. – V. 77. – N 3–4. – P. 219–228.
46. Амелин А.В. Реакция разных по окультуренности сортообразцов гороха на условия произрастания. // Доклады РАСХН. – 2001. – № 3. – С. 11–13.
47. Лысак С., Богданович М. Поражение проса головней и результаты селекции на иммунитет к этой болезни // Селекция проса на качество зерна и устойчивость к болезням. – М., 1979. – С. 63–68.
48. Amelin, A.V. Pest resistance and morphophysiological peculiarities of plants of various pea samples differing by their tame degree / A.V. Amelin, N.I. Kulikov, Yu.N. Tsiyakova // Plant under environmental stress. International Symposium Moscow, K.A. Timiryazev Institute of Plant Physiology (23–28 October 2001) – Moscow, 2001.
49. Ильина Л.Г. Селекция яровой пшеницы в НИИСХ Юго-Востока // Тр. НИИСХ Юго-Востока. Саратов, 1970. Вып.27. С.5-126.
50. Канайкин В.Р., 1972; Канайкин В.Р. Изменчивость хозяйственных и биологических признаков ячменя в процессе сортосмены в условиях Среднего Поволжья: Автореф. дис. ...канд.с.-х.наук. – М, 1972. – 17 с.
51. Чернышева Н.Ф., Чернышева Н.Ф. Физиолого-биологические изменения пшеницы в процессе эволюции // Сельскохозяйственная биология. – 1984. – № 5. – С. 54–61.
52. Амелин, А.В. Влияние селекционного процесса на потребительские качества семян *P. Sativum* L. / А.В. Амелин, Н.А. Монахова // Актуальные проблемы развития прикладных исследований и пути повышения их эффективности в сельскохозяйственном производстве. – Казань, 2001. – С. 124–125.
53. Пронина Н.Б. Экологические стрессы. – М.: МСХА, 2000. – 310 с.
54. Moorey H.A. Carbon dioxide exchange of plants in natural environment // Bot.Rev. – 1972. – V. 38. – N 2. – P. 455–469.
55. De Jong T.M., Drake B.E. Comparative laboratory and field gas exchange response of C3 and C4-tidal marsh species // Plant Physiology. – 1979. – V. 63. – N 5. – P. 63.
56. Роджерс М. Джифффорд, Колин Л.Д. Дженкинс. Использование достижений науки о фотосинтезе в целях повышения продуктивности культурных растений // Фотосинтез / Под ред. Говинджи. – М.: Мир, 1987. – Т. 2. – С. 365–410.
57. Амелин, А.В. Что необходимо знать о сорте, чтобы создать эффективное производство? / А.В. Амелин, Н.В. Парахин. // Методические рекомендации, Орел, 2014. – 30 с.
58. Амелин А. В., Чекалин Е. И. Селекция на повышение фотоэнергетического потенциала растений и эффективности его использования, как стратегическая задача в обеспечении импортозамещения и продовольственной безопасности России. // Вестник ОрелГАУ. – 2015. – № 6 (57). – С. 9–17.
59. Амелин А. В., Фесенко А. Н., Чекалин Е. И., Заикин В. В., Задорин А.М., Городов В.Т., Кулешова И.В. Фотоэнергетический потенциал — «Клондайк» в селекции // Селекция, семеноводство и генетика. – 2016. – № 6.
60. Xin-Guang, Zhu. Improving photosynthetic efficiency for greater yield / Xin-Guang Zhu, Stephen P. Long, Donald R. Ort // Annu. Rev. Plant Biol. – 2010. – V. 61. – P. 235–261.
61. Richards R.A. Selectable traits to increase crop photosynthesis and yield of grain crops. // Journal of experimental botany. – 2000. – V. 51. – P. 447–458.
62. Kristen A. Bioshop, Andrew D. B. Leakey, Elizabeth A. Ainsworth How seasonal temperature or water inputs affect the relative response of C₃ crops to elevated (CO₂): a global analysis of open top chamber and free air CO₂ enrichment studies // Food and Energy Security. – 2014. – V. 3 (1). – P. 33–45.
63. Slattery R.A., Ort D.R. Photosynthetic energy conversion efficiency: setting a baseline for gauging future improvements in important food and biofuel crops. // Plant Physiology. – 2015. – V 168. – P. 383–392.

64. Ничипорович А.А. Энергетическая эффективность фотосинтеза и продуктивность растений. – Пушчено: НЦ БИ АН СССР, 1979. – 37 с.

65. Насыров Ю.С. Генетическая регуляция формирования и активности фотосинтетического аппарата//Физиология фотосинтеза. – М.: Наука, 1982. – С. 146–164.

УДК 633.511:631.572:575.127.3

Д.Д. Ахмедов, В.А. Автономов, С. Жумаев, Ш.Б. Амантурдиев

Научно-исследовательский институт селекции, семеноводства и агротехнологии выращивания хлопка, г. Ташкент, Республика Узбекистан

ИЗУЧЕНИЕ ПРИЗНАКА «МИКРОНЕЙР» У МЕЖСОРТОВЫХ ГИБРИДОВ F₁-F₂ СРЕДНЕВОЛОКНИСТОГО ХЛОПЧАТНИКА

Хлопководство Узбекистана одно из отраслей сельского хозяйства, в котором занята значительная часть населения сельской местности. От того насколько своевременно проводятся сортосмены в стране зависит рентабельность отрасли, а значит целесообразность возделывания хлопчатника с позиций каждого фермера и семьи занимающейся возделыванием вышеназванной культуры.

По-прежнему остается актуальной проблема ускоренного создания и внедрения в производство новых сортов хлопчатника отвечающих требованиям отечественного производства (скороспелость 115–120 дней, урожайность хлопка-сырца 40–45 ц/га, выход волокна не менее 37 %, в сочетании с высокой устойчивостью к *Verticillium dahlia* Klebhan) и мировой текстильной промышленности (качество волокна IV–V типа).

Несмотря на значительное количество публикаций в мире по вопросам селекции, семеноводству и генетики хлопчатника ряд вопросов до сих пор остается недостаточно изученным. Это обстоятельство объясняется сложным полиплоидным происхождением культивируемых видов, а также отсутствием полной серии линий генетической коллекции изогенных линий с гомозиготным генотипом по анализируемым хозяйственно-ценным и морфологическим признакам [2, 3].

Полевой опыт в 2015–2016 годы закладывался в рамках проекта КА-8-001, финансируемого Комитетом по координации развитию науки и технологий при Кабинете Министров Республики Узбекистан в полевых условиях Центрального экспериментального хозяйства НИИССАВХ.

Описанный полевой опыт закладывался в уравнительном посеве 2016 г., в 3 кратной повторности рендомизированными блоками. В F₁ изучалось от 45 до 107 растений, в F₂ по 135 растений, родительских форм от 42 до 54 растения и сортов-индикаторов по 100 растений.

Объектом и предметом исследований служили сорта Наманган-34, Наманган-102, Андижан-35, Жаркурган и С-6550, а также созданные с участием вышеназванных сортов межсортные парные прямые и обратные гибриды F₁-F₂.

По результатам полевых исследований проведены гибридологический и вариационно-статистический анализ, где в условиях единого опыта изучались все родительские сорта, сорта индикаторы и гибриды F₁-F₂.

Статистическая обработка данных проводилась по Б.П. Доспехову [1]. Величину показателя доминантности (h_p) у гибридов F₁ определяли по формуле приведенной в работе Veil G.M., Atkins [5].

Кoeffициент наследуемости (h^2) гибридов F₂, определяли по формуле, приведенной в работе R. W. Allard [4].

Изучение признака «микронейр» у межсортных гибридов F₁-F₂ средневолокнистого хлопчатника. Исходя из анализа результатов полевых исследований представленных

в таблице 1 видно, что к лучшим по средней величине признака «микронейр» отнесены сорта Наманган-34, где $M=4,298$ и Наманган-102, где $M=4,193$, а у остальных сортов и сортов-индикаторов величина находилась в пределах от 4,509 до 4,762.

При анализе результатов исследований средней величины выше названного признака среди созданных гибридных комбинаций F_1 к наилучшим отнесены: Наманган-34 × Наманган-102, где $M=4,186$, Наманган-102 × Наманган-34, где $M=4,193$ и С-6550 × Наманган-102, где $M=4,294$, а у остальных гибридов первого поколения (M) находилось в пределах от 4,389 до 4,709.

Анализируя величину стандартного отклонения (σ) видно, что у исходных форм участвующих в гибридизации, у сортов-индикаторов и гибридов F_1 она находится в пределах от 0,06 до 0,07.

Проанализировав величину коэффициента вариации ($V\%$) видно, что у исходных форм участвующих в гибридизации, у сортов-индикаторов и гибридов F_1 она находится в пределах от 1,2 до 1,5.

Таблица 1

**Изменчивость, наследование и наследуемость признака «микронейр»
у межсортных гибридов F_1 – F_2**

№	Сорт, гибридная комбинация	n	$M \pm m$	σ	$V\%$	hp	h^2
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Наманган-34	54	4,298±0,008	0,06	1,4		
2	Наманган-102	42	4,193±0,009	0,06	1,4		
3	Андижан-35	50	4,762±0,008	0,06	1,2		
4	Жаркурган	50	4,688±0,008	0,06	1,3		
5	С-6550	45	4,515±0,009	0,06	1,3		
6	С-6524 (ind)	100	4,416±0,006	0,06	1,3		
7	Ташкент-6 (ind)	100	4,509±0,006	0,06	1,3		
8	С-4727 (ind)	100	4,542±0,006	0,06	1,3		
9	F_1 Наманган-34 × Наманган-102	107	4,186±0,006	0,06	1,4	-1,1	
10	F_2 Наманган-34 × Наманган-102	135	4,189±0,007	0,09	2,1		0,55
11	F_1 Наманган-34 × Андижан-35	78	4,506±0,007	0,06	1,3	-0,1	
12	F_2 Наманган-34 × Андижан-35	135	4,508±0,007	0,09	1,9		0,55
13	F_1 Наманган-34 × Жаркурган	77	4,518±0,008	0,07	1,5	0,13	
14	F_2 Наманган-34 × Жаркурган	135	4,519±0,007	0,09	1,9		0,5
15	F_1 Наманган-34 × С-6550	66	4,389±0,007	0,06	1,4	-0,2	
16	F_2 Наманган-34 × С-6550	135	4,389±0,007	0,09	2,0		0,55
17	F_1 Наманган-102 × Наманган-34	90	4,193±0,006	0,06	1,4	-1,0	
18	F_2 Наманган-102 × Наманган-34	135	4,193±0,007	0,09	2,1		0,55
19	F_1 Наманган-102 × Андижан-35	68	4,406±0,007	0,06	1,4	-0,25	
20	F_2 Наманган-102 × Андижан-35	135	4,411±0,007	0,09	2,0		0,55
21	F_1 Наманган-102 × Жаркурган	78	4,507±0,007	0,06	1,3	0,3	

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8
22	F ₂ Наманган-102 × Жаркурган	135	4,513±0,007	0,09	1,9		0,55
23	F ₁ Наманган-102 × С-6550	84	4,391±0,006	0,06	1,4	0,23	
24	F ₂ Наманган-102 × С-6550	135	4,391±0,007	0,09	2,0		0,55
25	F ₁ Андижан-35 × Наманган-34	89	4,607±0,006	0,06	1,3	0,33	
26	F ₂ Андижан-35 × Наманган-34	135	4,61 ±0,007	0,09	1,9		0,5
27	F ₁ Андижан-35 × Наманган-102	77	4,512±0,006	0,06	1,3	0,12	
28	F ₂ Андижан-35 × Наманган-102	135	4,514±0,007	0,09	1,9		0,55
29	F ₁ Андижан-35 × Жаркурган	78	4,709±0,007	0,06	1,3	-0,4	
30	F ₂ Андижан-35 × Жаркурган	135	4,719±0,007	0,09	1,9		0,55
31	F ₁ Андижан-35 × С-6550	54	4,595±0,008	0,06	1,3	-0,35	
32	F ₂ Андижан-35 × С-6550	135	4,596±0,007	0,09	1,9		0,55
33	F ₁ Жаркурган × Наманган-34	89	4,615±0,006	0,06	1,3	0,6	
34	F ₂ Жаркурган × Наманган-34	135	4,618±0,007	0,09	1,9		0,55
35	F ₁ Жаркурган × Наманган-102	61	4,606±0,007	0,06	1,3	0,6	
36	F ₂ Жаркурган × Наманган-102	135	4,611±0,007	0,09	1,9		0,5
37	F ₁ Жаркурган × Андижан-35	46	4,708±0,008	0,06	1,3	-0,46	
38	F ₂ Жаркурган × Андижан-35	135	4,715±0,007	0,09	1,9		0,55
39	F ₁ Жаркурган × С-6550	66	4,509±0,007	0,06	1,3	-1,1	
40	F ₂ Жаркурган × С-6550	135	4,515±0,007	0,09	1,9		0,55
41	F ₁ С-6550 × Наманган-34	47	4,413±0,008	0,06	1,3	0,06	
42	F ₂ С-6550 × Наманган-34	135	4,416±0,007	0,09	2,0		0,5
43	F ₁ С-6550 × Наманган-102	60	4,294±0,007	0,06	1,4	-0,4	
44	F ₂ С-6550 × Наманган-102	135	4,294±0,007	0,09	2,1		0,55
45	F ₁ С-6550 × Андижан-35	45	4,463±0,009	0,06	1,3	-1,4	
46	F ₂ С-6550 × Андижан-35	135	4,471±0,007	0,09	2,0		0,55
47	F ₁ С-6550 × Жаркурган	48	4,608±0,008	0,06	1,3	0,07	
48	F ₂ С-6550 × Жаркурган	135	4,611±0,007	0,09	1,9		0,55

В результате проведенного анализа величины показателя доминантности (h_p) установлено, что у семи гибридных комбинаций F₁ отмечен отрицательный эффект низкого

и среднего неполного доминирования худшего родителя, у восьми гибридных комбинаций отмечен положительный эффект низкого и среднего неполного доминирования худшего родителя, у одной гибридной комбинации отмечен отрицательный эффект полного доминирования и у трех гибридных комбинаций отмечен отрицательный эффект полного сверхдоминирования родителя.

При анализе результатов исследований среди созданных гибридных комбинаций F_2 к наилучшим с селекционной точки зрения по средней величине признака микронейр следует отнести: Наманган-34 × Наманган-102, где $M=4,189$, Наманган-102 × Наманган-34, где $M=4,193$ и С-6550 × Наманган-102, где $M=4,294$.

Анализируя величину стандартного отклонения (σ) видно, что у межсортовых гибридных комбинаций F_2 она находится на уровне 0.09.

Проанализировав величину коэффициента вариации ($V\%$) видно, что у межсортовых гибридных комбинаций F_2 она находится в пределах от 1,9 до 2,1.

Анализируя величину коэффициента наследуемости (h^2) у межсортовых гибридов F_2 следует сказать, что признак «микронейр» наследуется на среднем уровне, а его величина находится в пределах от 0,5 до 0,55.

На основании анализа результатов исследований, которые представлены в таблице 1 следует сделать следующие выводы: наилучшими по средней величине вышеназванного признака среди исходных форм участвующих в гибридизации следует выделить сорта: Наманган-34, где $M=4,298$ и Наманган-102, где $M=4,193$; наилучшими с селекционной точки зрения средней величиной признака микронейр обладали следующие гибридные комбинации F_1 : Наманган-34 × Наманган-102, где $M=4,186$, Наманган-102 × Наманган-34, где $M=4,193$ и С-6550 × Наманган-102, где $M=4,294$.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.Колос. – 1979.
2. Мусаев Д.А. Генетическая коллекция хлопчатника и проблемы наследования признаков. – Ташкент: ФАН. – 1979. – 201 с.
3. Мусаев Д. А. и др. Генетический анализ признаков хлопчатника /Мусаев Д.А., Алматов А.С., Турабеков Ш., Абзалов М.Ф., Фатхуллаева Г.Н., Мусаева С., Закиров С.А., Рахимов А.К. – Ташкент, 2005. – 121 с.
4. Allard R. W. Principles of Plants Breeding, John Willey, Sons. New-York-London-Sidney, 1966.
5. Beil G. M. Atkins. Inheritance of quantitive characters in grain sorgum// Jowa State Journal of Science. – 1965.

УДК 575.1:633.854.78

Ю.Ю. Бандурина, Ю.В. Лобачев, Л.Г. Курасова

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов, Россия

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЯЗЫЧКОВЫХ ЦВЕТКОВ У ПОДСОЛНЕЧНИКА

В Саратовском ГАУ на протяжении четверти века под руководством доктора сельскохозяйственных наук, профессора Ю.В. Лобачева проводились совместно с сотрудниками ФГБНУ НИИСХ Юго-Востока генетические исследования подсолнечника. Выполнен большой цикл исследований по поиску и изучению генов, контролирующих нестандартную окраску и форму язычковых цветков подсолнечника.

Изучено наследование и аллельные отношения генов *l*, *la*, *o*, *pa*, контролирующих нестандартную окраску язычковых цветков у подсолнечника. Изучены селекционные и

биологические эффекты этих генов, находящихся в гомозиготном или гетерозиготном состоянии. Также изучены селекционные и биологические эффекты попарного сочетания генов *l*, *la*, *o*, *pa*. Предложен метод оптической плотности раствора для идентификации генов, контролирующих окраску язычковых цветков. Разработана и запатентована методика определения химического состава красящих веществ. Определен химический состав красящих веществ различных по окраске язычковых цветков подсолнечника. Создан исходный материал для селекции сортов и гибридов подсолнечника с измененной окраской язычковых цветков [1–6].

Изучено наследование, аллельные отношения и взаимодействия генов *fs*, *fm*, *ft*, *ftw*, контролирующих нестандартную форму язычковых цветков у подсолнечника. Определены эффекты этих генов на селекционные и биологические признаки подсолнечника. Рекомендованы доноры генов *fs*, *fm*, *ft*, *ftw*. Создан исходный материал для селекции сортов и гибридов подсолнечника с измененной формой язычковых цветков [7–9].

На основе проведенных исследований впервые в регионе были созданы два запатентованных сорта декоративного подсолнечника Ореол и Радуга [10–11].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лобачев Ю.В., Пимахин В.Ф., Константинова Е.А. Использование оптической плотности раствора в генетических исследованиях подсолнечника // Вопросы генетики, селекции и семеноводства сельскохозяйственных культур в Поволжье. Сб. науч. Тр. Саратов: СГСХА, 1997. – С. 112–114.
2. Пимахин, В.Ф. Наследование окраски язычковых цветков у подсолнечника / В.Ф. Пимахин, Ю.В. Лобачев, В.М. Лекарев, Е.А. Константинова // Проблемы селекции полевых культур на адаптивность и качество в засушливых условиях. Сб. науч. Тр. Саратов: НИИСХ Юго-Востока, 2001. – С. 187–189.
3. Барнашова, Е.К. Масс-спектрометрическое определение сортовых признаков подсолнечника / Е.К. Барнашова, Ю.В. Лобачев, М.Г. Воронков, Е.Б. Белоусов // Агрехимия, 2007. – № 9. – С. 75–79.
4. Барнашова, Е.К. Разработка метода контроля генетической чистоты изогенных линий подсолнечника с целью тестирования качества аграрной продукции / Е.К. Барнашова, К.А. Тараскин, Ю.В. Лобачев, М.П. Ступникова // Молекулярные технологии, 2008. – Т 2. – С. 39–60. (режим доступа <http://niipa.ru/journal/articles/3.pdf>).
5. Барнашова, Е.К. Влияние окраски язычковых лепестков на хозяйственные и биологические признаки подсолнечника / Е.К. Барнашова, Ю.В. Лобачев, Е.А. Константинова, В.М. Лекарев // Вопросы биологии, экологии, химии и методики обучения. Сб. научных статей. Вып. 10. Саратов, 2008. – С. 28–31.
6. Патент № 2377556. РФ. Способ установления отличительных признаков в химическом составе моногенных линий подсолнечника. Заявка № 2008112865. Приоритет от 02.04.2008 г. Заявитель: ФГУП «Научно-исследовательский институт прикладной акустики». Авторы: С.Г. Седунов, Е.К. Барнашова, Ю.В. Лобачев, Е.Б. Белоусов, К.А. Тараскин, М.П. Ступникова. Зарегистрирован в Государственном реестре изобретений Российской Федерации 27.12.2009 г.
7. Курасова Л.Г., Лобачев Ю.В. Селекционная ценность формы язычковых цветков у подсолнечника // Вестник Саратовского агроуниверситета им. Н.И. Вавилова, 2009. – № 3. – С. 20–22.
8. Курасова Л.Г., Лобачев Ю.В. Генетический контроль формы язычковых цветков у подсолнечника // Вестник Саратовского агроуниверситета им. Н.И. Вавилова, 2009. – № 7. – С. 19–21.
9. Лобачев, Ю.В. Генетический контроль формы язычковых цветков у почти изогенных линий подсолнечника / Ю.В. Лобачев, Л.Г. Курасова, В.М. Лекарев, Е.А. Константинова // Масличные культуры: НТБ ВНИИМК. 2010. – Вып. 2 (144–145). – С. 21–25.
10. Патент на селекционное достижение № 7244. РФ. Подсолнечник декоративный Ореол. Заявка № 8854476. Приоритет от 07.12.2011 г. Патентообладатель: ГНУ НИИСХ Юго-Востока Россельхозакадемии. Авторы сорта: Константинова Е.А., Курасова Л.Г., Лекарев В.М., Лобачев Ю.В., Пимахин В.Ф. Зарегистрировано в Государственном реестре охраняемых селекционных достижений 22.01.2014 г.

11. Патент на селекционное достижение № 7251. РФ. Подсолнечник декоративный Радуга. Заявка № 8854473. Приоритет от 07.12.2011 г. Патентообладатель: ГНУ НИИСХ Юго-Востока Россельхозакадемии. Авторы сорта: Константинова Е.А., Курасова Л.Г., Лекарев В.М., Лобачев Ю.В., Пимахин В.Ф. Зарегистрировано в Государственном реестре охраняемых селекционных достижений 28.01.2014 г.

УДК 633.174:631.527

Е.А. Вертикова

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов, Россия

СЕЛЕКЦИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНЫХ СОРТОВ ЗЕРНОВОГО СОРГО В УСЛОВИЯХ НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

В засушливых районах Нижнего Поволжья одной из важнейших проблем эффективного развития животноводства является обеспечение отрасли зелеными и сочными кормами [1]. В этих условиях только сорговые культуры могут восполнить разрыв в структуре зеленого конвейера. Для условий Саратовской области, одной из ценнейших культур является зерновое сорго. Универсальность в использовании, высокая засухоустойчивость, солевыносливость, неприхотливость к почвам, небольшая норма высева и высокий коэффициент размножения позволяют в короткий срок осуществлять необходимое расширение посевных площадей сорго. Однако, это возможно только при условии увеличения разнообразия новых сортов и гибридов зернового сорго [2].

С целью создания и внедрения в сельскохозяйственное производство новых конкурентоспособных сортов зернового сорго на протяжении десяти лет в ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ изучали исходный материал (85 линий) для селекции, который разделили на две группы по продолжительности вегетационного периода. Селекционные линии получены под руководством кандидата сельскохозяйственных наук, доцента кафедры «Растениеводство, селекция и генетика» Е.В. Морозова. В первую группу включили скороспелые формы с вегетационным периодом до 95 дней, а во вторую группу – формы с периодом вегетации 96–110 дней. В первой группе более скороспелыми были линии Л 112 и Л 211. Во второй группе линии Л 226 и Л 355 имели данный показатель в среднем на 6–10 дней меньше, чем сорт-стандарт Волжское 4. Интенсивный стартовый рост растений в начальный период является важным признаком при оценке зернового сорго. Самый высокий показатель в среднем за десять лет отмечен у линии Л 211, которая превысила сорт Перспективный 1 на 7,2 см. Во второй группе линии Л 226, Л 355 и Л 292 превысили стандарт в среднем на 3,9–13,1 см.

Высота растения у линий скороспелой группы варьировала в интервале от 87 до 116 см, а у линий второй группы – от 106 до 155 см. Урожайность зелёной массы была также выше именно среди линий второй группы. В среднем за десять лет значимо превысили по изучаемому признаку стандарт Волжское 4 линии Л 226, Л 355 и Л 458. Селекционные линии Л 112 и Л 211 в среднем за десять лет имели урожайность зерна достоверно выше, чем стандарт скороспелой группы на 0,2–0,5 т/га. Наибольшая урожайность зерна в позднеспелой группе отмечена у линий Л 355 (4,5 т/га) и Л 458 (5,3 т/га), которые превысили стандарт на 0,5–1,4 т/га.

Таким образом, в результате проведённых исследований выявили наиболее перспективные формы зернового сорго, обладающие высокой конкурентоспособностью по комплексу хозяйственно ценных признаков, которые будут использованы для получения сортов и гибридов зернового и кормового сорго. В 2013 г. на Государственное сортоиспытание передан сорт зернового сорго Гарант (линия Л-355), который в 2016 г.

внесен в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию в 7–9 регионах Российской Федерации. Сорт запатентован. Получены патенты на родительские формы синтетической популяции зернового сорго сорта Гарант: ЖВИ 25, ЖВИ 32, МЕВ 89/2, МЕВ 93/2. Линия Л-112 с 2016 года находится на Государственном сортоиспытании.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лобачев Ю.В., Селекция новых сортов зернового сорго с учетом экономических показателей //Вертикова Е.А., Морозов Е.В. // Международный журнал экспериментального образования. – 2016. – № 10–2. – С. 236–237.
2. Лобачев, Ю.В., Результаты селекции кормовых культур в условиях Поволжья // Морозов Е.В, Вертикова Е.А. // Международный журнал экспериментального образования. – 2014. – № 5–2.

УДК 63.633.854.78

С.А. Гусева

ФГБНУ РосНИИСК «Россорго», г. Саратов, Россия

КОМБИНАЦИОННАЯ СПОСОБНОСТЬ СОРТООБРАЗЦОВ ПОДСОЛНЕЧНИКА «HELIANTHUS ANNUUS L.» ПО ЭЛЕМЕНТАМ ПРОДУКТИВНОСТИ В ТЕСТЕРНЫХ СКРЕЩИВАНИЯХ

Аннотация. В работе проводится анализ гибридных комбинаций подсолнечника по признакам: количество семян в корзинке, площадь корзинки и высота растений. Рассматриваются результаты расчета комбинационной способности (КС) подсолнечника, определяемой по схеме топкросса.

Ключевые слова: подсолнечник, ОКС, СКС, гибридные комбинации, количество семян в корзинке, площадь корзинки, высота растений.

В настоящее время в селекционной практике наибольшее внимание уделяется созданию гибридов подсолнечника (линейных, сортолинейных). Для оценки исходного материала, с целью подбора пар для гибридизации, проводятся исследования по определению комбинационной способности линий и сортов по хозяйственно-ценным признакам и свойствам.

Цель исследования: изучение комбинационной способности сортообразцов подсолнечника по площади корзинки, количеству семян в корзинке и высоте растений.

Материал и методика. Сортообразцы и гибриды F1 подсолнечника высевали на опытном поле ФГБНУ РосНИИСК «Россорго». Гибриды получены в 2015 от скрещивания стерильных линий КСП 232, КСП 228, ЮВ16б с сортообразцами подсолнечника различного происхождения. Повторность – трёхкратная. Густота стояния – 4,5 растения на 1 м². Площадь учётной делянки составляла 3,5 м². Размещение делянки – рендомизированное. Стандарт – районированный простой гибрид Континент (ФГБНУ НИИСХ Юго-Востока). Посев проводили селекционной сеялкой СКС-6-10. Статистическую обработку выполняла с помощью программы «AGROS 2/09». Комбинационную способность родительских форм определяли по методике Савченко(1).

По площади корзинки высокие эффекты ОКС выявлены у сортообразцов: Беркут, Вейделевский, Мелин, средние – Саратовский 20, УН1304, Шолоховский; низкие – Вейделевский 99, Посейдон 625, Белгородский 94, Олигарх (табл. 1).

Высокое значение дисперсии СКС выявлено у сортообразцов: Беркут и Посейдон 625. Широкий диапазон варьирования признака в потомстве F1 гибридов, полученных

в скрещиваниях с линией-тестером, указывает на возможность создания гибридов, различающихся по размерам корзинки. Образцы с низкой ОКС и высокой СКС представляют интерес для селекции высокогетерозисных гибридов, но их нецелесообразно включать в скрещивания для получения сортов-популяций.

Высокие значения эффектов ОКС и дисперсии СКС по площади корзинки выявлены у сортообразца Беркут и поэтому его результативно можно использовать для создания сортов-синтетиков и высокогетерозисных гибридов.

У образцов Вейделевский и Мелин отметили высокие эффекты ОКС и низкие дисперсии СКС, то есть пригодны для создания синтетических популяций (сортов).

Таблица 1

Комбинационная способность сортообразцов подсолнечника по признаку «площадь корзинки», 2016 г.

Сортообразцы	Эффекты ОКС	Эффекты СКС			Дисперсия СКС
		1	2	3	
Саратовский 20	8,1	18,9	-24,8	5,9	502,7
Вейделевский 99	-16,4	-8,0	18,9	-10,9	269,3
Посейдон 625	-13,3	3,2	26,3	-29,5	785,5
Белгородский 94	-26,9	-5,5	12,2	-6,7	111,5
Беркут	15,7	-30,5	-4,1	34,6	1071,1
УН1304	3,9	21,5	1,8	-23,3	504,1
Шолоховский	-7,4	-12,6	8,3	4,2	122,9
Вейделевский	25,3	-1,0	-13,6	14,6	199,8
Мелин	28,2	-2,1	-19,3	21,5	419,9
Олигарх	-17,4	16,2	-5,8	-10,5	203,6

В группу с высокой ОКС по признаку «количество семян в корзинке» включены сортообразцы УН1304, Мелин и Саратовский 20. Средние эффекты ОКС выявлены у образцов Шолоховский и Вейделевский; низкие – Вейделевский 99, Посейдон 625, Белгородский 94, Беркут и Олигарх (табл. 2).

Таблица 2

Комбинационная способность сортообразцов подсолнечника по признаку «количество семян в корзинке», 2016 г.

Сортообразцы	Эффекты ОКС	Эффекты СКС			Дисперсия СКС
		1	2	3	
Саратовский 20	101,2	12,5	-88,4	75,9	6862,7
Вейделевский 99	-108,3	-70,2	152,8	-82,6	17550,9
Посейдон 625	-54,3	101,4	35,1	-136,6	15092,0
Белгородский 94	-218,3	-16,2	64,8	-48,6	3412,1
Беркут	-17,2	-121,7	108,7	13,0	13392,8
УН1304	173,0	62,4	-83,8	21,4	5695,3
Шолоховский	51,1	-126,3	-20,6	147,0	18991,5
Вейделевский	38,0	125,4	-9,5	-115,9	14633,9
Мелин	105,0	-132,5	-152,8	285,4	61197,5
Олигарх	-70,3	165,1	-6,2	-158,9	26278,9

Высокие значения дисперсии СКС отметили у образцов: Мелин и Олигарх, средние: Вейделевский 99, Посейдон 625, Беркут, Шолоховский, Вейделевский; низкие: Саратовский 20, Белгородский 94 и УН1304.

Сортообразец Мелин отличился высокими показателями эффектов ОКС и дисперсии СКС и пригоден для получения сортов-синтетиков и гибридов F1.

Образцы Саратовский 20 и УН1304 пригодны для получения сортов-синтетиков, так как у них высокие эффекты ОКС и низкая дисперсия СКС.

Высокую дисперсию СКС и низкие эффекты ОКС отметили у сортообразца Олигарх. В скрещиваниях с ним велика вероятность получения гибридов с высоким числом семян в корзинке.

По признаку «высота растений» высокие эффекты ОКС зафиксировали у сортообразцов Вейделевский и Мелин, средние – Саратовский 20, Шолоховский и Олигарх, низкие – Вейделевский 99, Посейдон 625, Белгородский 94, Беркут и УН1304 (табл. 3).

Значения дисперсии СКС по высоте растений: высокие – у образцов Вейделевский 99 и Мелин; средние – Саратовский 20, Беркут и Олигарх; низкие – Посейдон 625, Белгородский 94, УН1304, Шолоховский и Вейделевский.

Таблица 3

Комбинационная способность сортообразцов подсолнечника по признаку «высота растений», 2016 г.

Название сортообразцов	Эффекты ОКС	Эффекты СКС			Дисперсия СКС
		1	2	3	
Саратовский 20	-0,3	11,6	-7,8	-3,8	105,7
Вейделевский 99	-4,9	-11,8	-0,3	12,1	142,6
Посейдон 625	-2,1	0,5	2,5	-2,9	7,5
Белгородский 94	-8,9	6,3	-1,4	-4,8	32,3
Беркут	-2,2	-1,5	10,0	-8,5	87,9
УН1304	-2,1	-0,6	1,0	-0,4	0,8
Шолоховский	1,6	-4,8	3,4	1,4	18,5
Вейделевский	7,8	-0,3	3,0	-2,8	8,6
Мелин	7,3	-11,1	-4,2	15,3	187,8
Олигарх	3,7	11,7	-6,2	-5,5	103,2

По изучаемым признакам отношение средних квадратов изменчивости общей и специфической комбинационной способности ($m_{s_{OKC}}/m_{s_{CKC}} > 1$) указывает на преобладание аддитивных эффектов генов над доминантными и эпистатическими (табл. 4).

Таблица 4

Отношение средних квадратов изменчивости ОКС и СКС

Признак	$m_{s_{OKC}}$	$m_{s_{CKC}}$	$m_{s_{OKC}/CKC}$
Площадь корзинки	1099,3	465,6	2,4
Количество семян в корзинке	41106,4	27596,6	1,5
Высота растений	82,7	77,2	1,1

Таким образом, по результатам анализа комбинационной способности сортообразцов подсолнечника выделяется образец Мелин, у которого высокие значения эффектов ОКС по всем изучаемым признакам, а также высокие дисперсии СКС по количеству семян в корзинке и высоте растений.

Савченко В.К. Генетический анализ в сетевых пробных скрещиваниях. – Минск: Наука и техника, 1984. – 223 с.

А.С. Доброногова, М.Ю. Чередниченко

Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева,
г. Москва, Россия

ПРИМЕНЕНИЕ ОНТОЛОГИЙ В СИСТЕМНОЙ БИОЛОГИИ И БИОИНФОРМАТИКЕ

Применение онтологий может дать ощутимый эффект в решении задач биоинформатики и системной биологии [1–3, 6]:

1. Интерпретация молекулярно-генетических знаний, семантическая интерпретация методов анализа данных и моделей в системной биологии. В частности, анализ обогащения терминами из GO (GO Enrichment Analysis) используется для интерпретации данных (например, функциональное описание множества генов), контроля качества, систематизации и отбора данных.

2. Приоритизация генов, белков, биомаркеров и т. д.

3. Анализ сходства и кластеризация объектов. В качестве примера можно привести анализ уровня экспрессии десятков тысяч генов в различных клетках, при разных состояниях и на различных этапах развития клетки, ткани, органа или организма. После выделения группы генов со схожими паттернами экспрессии (коэкспрессирующиеся гены) возникает задача описания этих групп. Использование GO позволяет описать, в реализации каких функций участвуют гены, входящие в кластер. По сути, используя онтологии, можно количественно оценивать семантическое сходство объектов предметной области.

4. Поддержка интероперабельности и обмена знаниями:

- унифицированный доступ к множествам гетерогенных источников данных;
- поиск релевантной информации в документах. Онтология в этом случае задает структуру для аннотации содержания документа с семантической информацией, а также обеспечивает индексирование и связывание фактов, описанных в базах данных [7];
- интеграция информации из различных источников и создание больших баз знаний;
- комбинирование экспериментальных данных и знаний из онтологии для формирования баз знаний;
- интероперабельность, поддержка коммуникации (между людьми и организациями) и обмена знаниями (между людьми и/или системами);
- анализ текстов и семантический анализ;
- приобретение знаний, извлечение знаний, неявных и явных отношений между сущностями в аннотированных источниках, аналитика.

5. Создание новых онтологий на основе повторного использования базовых канонических онтологий и различного типа операции с ними, включая сопоставление (ontology matching), слияние (ontology merging), отображение (ontology mapping), выравнивание (ontology alignment) и т.д.

6. Обеспечение непротиворечивости и корректности представления знаний. Поддержка процесса построения онтологий, включая любые типы автоматического вывода для поиска ошибок и выявления новых отношений. Количество понятий и отношений в современных онтологиях исчисляется сотнями тысяч, поэтому ручная проверка невозможна. Эксперт в этом случае проверяет противоречия и результаты, полученные путем формального вывода на онтологиях [5].

7. Поддержка индуктивного вывода для извлечения дополнительных знаний из множества фактов и тестирование гипотез. Например, в работе [2] представлены под-

ходы к онтологическому моделированию механизмов регуляции транскрипции генов и показаны примеры реконструкции гипотетических механизмов регуляции транскрипции с учетом информации о строении регуляторных районов генов и функциях регуляторных белков, присутствующих в заданных клетках или тканях на определенной стадии развития.

8. Повышение аргументации методов биоинформатики, включая точное описание биомедицинских экспериментальных протоколов, методов анализа данных и моделирования биологических процессов и систем и т. д. [4].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Доброногова А.С. Вторичный метаболизм высших растений в биоонтологиях / А.С. Доброногова, М.Ю. Чередниченко // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2017. – № 3(66). – С. 94–97.

2. Подколотный Н.Л. Информационная поддержка исследования механизмов регуляции транскрипции: онтологический подход. / Н.Л. Подколотный, Е.В. Игнатьева, О.А. Подколотная, Н.А. Колчанов // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2012. – 16(4/1). – С. 742–755.

3. Bodenreider O. Bio-ontologies: current trends and future directions / O. Bodenreider, R. Stevens // Brief Bioinform. – 2006. – Vol. 7. – P. 256–274.

4. Chen Q. Detecting inconsistency in biological molecular databases using ontologies / Q. Chen, Y.-P.P. Chen, C. Zhang // Data Min. Knowl. Disc. – 2007. – Vol. 15. – P. 275–296.

5. Livingston K.M. KaBOB: ontology-based semantic integration of biomedical databases / K.M. Livingston, M. Bada, W.A. Baumgartner Jr, L.E. Hunter // BMC Bioinformatics. – 2015. – Vol. 16. – P. 126.

6. Noy N.F. BioPortal: ontologies and integrated data resources at the click of a mouse / N.F. Noy, N.H. Shah, P.L. Whetzel, B. Dai, M. Dorf, N. Griffith, C. Jonquet, D.L. Rubin, M.A. Storey, C.G. Chute, M.A. Musen // Nucl. Acids Res. – 2009. – Vol.37. – P. 170–173.

7. Shah N.H. Ontology-driven indexing of public datasets for translational bioinformatics / N.H. Shah, C. Jonquet, A.P. Chiang, A.J. Butte, R. Chen, M.A. Musen // BMC Bioinformatics. – 2009. – Vol.10 (Suppl. 2). – P. S1.

УДК 57.085:582.929.4

А.Н. Древова, М.Ю. Чередниченко

Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва, Россия

ИНДУКЦИЯ КАЛЛУСОГЕНЕЗА В КУЛЬТУРЕ *IN VITRO* ВИДОВ РОДА *THYMUS L.*

Методы культуры *in vitro* открывают широкий спектр возможностей для производителей вторичных метаболитов. Исследователь способен изменять условия, в которых находится растение, тем самым влиять на его рост, а также регулировать его метаболические пути. Впервые *in vitro* тимьян обыкновенный культивировали Фурманова и Олсзовска (1992). Они регенерировали растения из почек на питательной среде с различными концентрациями двух ауксинов и трех цитокининов, находя оптимальные результаты. Использовались узловые сегменты [4]. В основном, в литературе встречаются отдельные исследования *T. vulgaris L.*, касающиеся клонального микроразмножения в культуре *in vitro* с подбором и оптимизацией питательных сред [2, 3, 5], а также перевод растений из культуры *in vitro* в *in vivo* [1]. В большинстве работ почти не затрагиваются вопросы индукции развития каллусных тканей или влияния различных факторов на их развитие, в связи с чем представляло интерес изучить возможности индукции каллусообразования у растений двух видов рода *Thymus* – *Th. vulgaris* и *Th. serpyllum*.

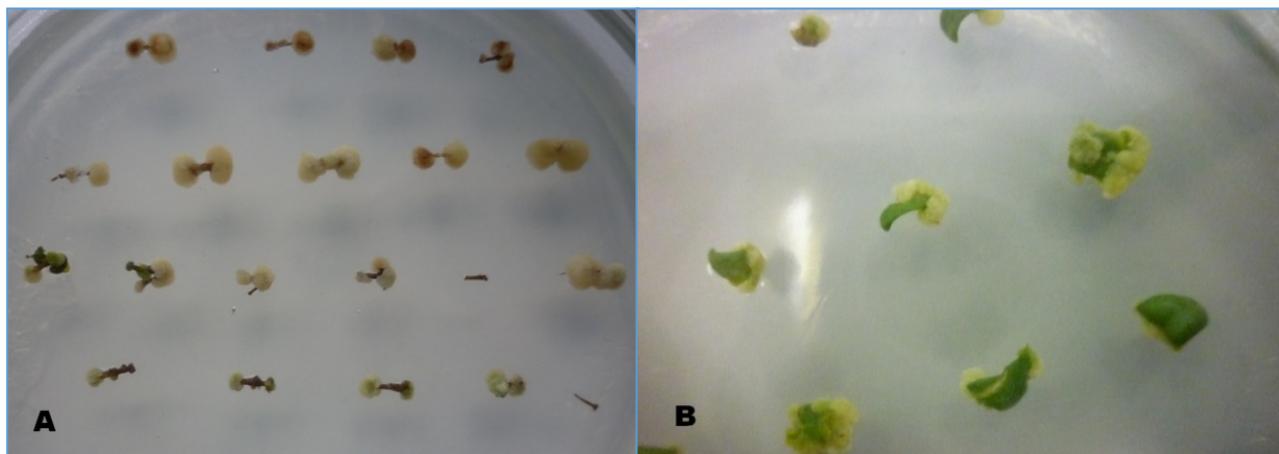
Сегменты междоузлий и листьев асептических растений трех сортов – Лимонный, Альпийский мед (*Th. vulgaris*) и Пикантный (*Th. serpyllum*) – помещали на питательную среду Мурасиге и Скуга (МС) с разным соотношением регуляторов роста цитокининовой и ауксиновой природы для индукции каллусогенеза и соматического органогенеза.

В результате проведенных исследований было установлено, что при культивировании эксплантов листа и стебля (междоузлие) на большинстве анализируемых питательных сред уже на 10–14-е сутки происходила индукция каллусогенеза. Каллус, полученный из разных типов эксплантов тимьяна, имел морфологические отличия (рис. 1). Из сегментов стебля обычно формировался плотный бежевый, иногда с белыми участками каллус (рис. 1А). Каллусная ткань, полученная из эксплантов листа, также была плотной и имела зеленую, либо светло-зеленую с бежевыми вкраплениями окраску (рис. 1 Б).

Морфологическая характеристика каллуса не зависела от использованных нами модификаций питательной среды, за исключением среды с содержанием 2,4-Д. В данном случае из стеблевых и листовых эксплантов происходило образование оводненного рыхлого каллуса, легко распадающегося на фрагменты.

При пассировании первичного каллуса на среду с меньшей концентрацией ауксинов достаточно быстро формировался вторичный каллус. Пересадочная каллусная культура не имела морфологических отличий в зависимости от типа экспланта. Каллусная ткань имела довольно плотную структуру, в результате длительного культивирования каллуса на питательной среде наблюдалось накопление фенолов в тканях каллуса и среде.

У тимьяна Лимонного максимальная частота каллусообразования была отмечена у эксплантов из сегментов стеблей при культивировании на среде содержащей 1 и 2 мг/л 2,4-Д и 1 мг/л БАП. Для сорта Альпийский мед наибольшая частота каллусогенеза наблюдалась на сегментах стеблей на среде, содержащей 1 мг/л 2,4-Д.



**Рис. 1. Каллус, полученный из эксплантов стебля (А),
листовой пластинки (В)**

У тимьяна ползучего на среде с добавлением 1 мг/л 2,4-Д частота каллусообразования составила 80 %. У сорта Пикантный наблюдалась хорошая активность каллусообразования на стеблевых сегментах на питательных средах с добавлением 2,4-Д. На среде с содержанием кинетина и ИМК каллусообразование ни у одного сорта не происходило. Большей активностью каллусогенеза на листовых эксплантах сорт Пикантный обладал на различных сочетаниях БАП и ИУК в составе питательной среды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Aicha N. Micropropagation of *Thymus satureioides* Coss. an endangered medicinal plant of Morocco / N. Aicha, T. Chendid, Rachida, M. EL Abdelmalek // Journal of Agricultural Technology. – 2013. – Vol. 9(2). – P. 487–501.

2. *Delcheh K.S.* A review optimization of tissue culture medium medicinal plant: Thyme / K.S. Delcheh, B. Kashefi, R. Mohammadhassan // Intl. J. Farm. & Alli Sci. – 2014. – Vol. 3(9). – P. 1015–1019.

3. *Drevova A.N.* Introduction of seeds of the genus *Thymus* L. representatives in in vitro culture / A.N. Drevova, M.Y. Cherednichenko // 2nd International Symposium „Secondary Metabolites. Chemistry, Biology and Biotechnology”. Moscow, May 19-23, 2014: Abstract Book. – М.: МЭСХ, 2014. – P. 65.

4. *Mastelic J.* Comparative study on the antioxidant and biological activities of carvacrol, thymol, and eugenol derivatives / J. Mastelic, I. Jerkovic, I. Blazevic // Journal of Agricultural and Food Chemistry. – 2008. Vol. 1, № 56. – P. 3989–3996.

5. *Mirshekar A.* Optimization of Tissue Culture of *Thymus daenensis* Celak. / A. Mirshekar, M. Honarvar, F. Mohammadi, A. Alizadeh // American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci. – 2014. – № 14(9). – P. 949–953.

УДК 633.174:631.527

Г.И. Ермолаева, Е.А. Вертикова

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов, Россия

РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ИСПЫТАНИЙ СЕЛЕКЦИОННОЙ ЛИНИИ ЗЕРНОВОГО СОРГО В УСЛОВИЯХ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Для сельскохозяйственного производства зерна важным является расширение посевов высокоурожайных, засухоустойчивых и солестойких кормовых культур, таких как зерновое сорго [1, 2].

С целью уточнения технологического процесса выращивания тонкостебельной скороспелой линии зернового сорго Т1 на семенную продуктивность и качество семян провели ряд научных экспериментов. На полях хозяйства ИП Глава КФХ Демидова Е.Н., находящегося в Саратовском районе Саратовской области в 2016 году изучали три способа посева: сплошной (междурядья 15 см), черезрядный (междурядья 30 см), широкорядный (междурядья 70 см).

Основными элементами сортовой агротехники при выращивании зернового сорго на семена является правильный выбор способов посева и размещения оптимального количества растений на единице площади [3, 4].

Биометрические показатели линии Т1 зернового сорго варьировали в значительной степени в зависимости от способа сева и нормы высева. Однако основным критерием оценки того или иного приёма является урожайность зерна. Продуктивная кустистость растений по вариантам опыта изменялась от 1,1 до 2,4. Более чем в два раза уменьшился вес зерна с одной метёлки при увеличении нормы высева семян.

Так, при широкорядном посеве с междурядьями 70 см и нормой высева 200 тыс. всхожих семян на 1 га, данный показатель составил 5,8 г, а при сплошном севе с междурядьями 15 см и нормой высева 1,1 млн шт./га – всего 2,1 г. В меньшей степени варьировала масса 1000 зёрен – от 27,6 г до 22,5 г, соответственно.

Максимальная урожайность зерна получена при сплошном способе сева с междурядьями 30 см и нормой высева 600 тыс. шт./га – 3,9 т/га. Этот показатель достоверно превышал урожайность на всех других вариантах опыта. Так же высокая урожайность зерна отмечена при сплошном посеве с междурядьями 15 см и нормой высева 0,8 млн шт. семян на 1 га – 3,6 т/га.

Таким образом, в результате экспериментов установлено, что для получения максимального урожая высококачественных семян линии Т1 необходимо высевать через-

рядным способом с нормой высева 0,6 млн шт. всхожих семян на 1 га. Внедрение скороспелых тонкостебельных сортов в сельскохозяйственное производство позволит снизить затраты на производство семян не только за счёт уборки без дополнительной сушки зерна, но и за счёт возможности выращивания с более узкими междурядьями. Селекционная линия зернового сорго Т1 в 2016 году передана на Государственное сортоиспытание.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Вертикова Е.А.* Оценка исходного материала для создания высокопродуктивных сортов зернового сорго / Вертикова Е.А., Морозов Е.В., Ермолаева Г.И. // Аграрный научный журнал. – 2016. – № 11. – С. 12–17.
2. *Вертикова, Е.А.* Изучение селекционных линий зернового сорго в условиях Нижнего Поволжья / Вертикова Е.А., Морозов Е.В., Ермолаева Г.И. // «Достижения и инновации – сельскохозяйственному производству»: Сборник статей Межд. научно-практ. конф. – Ижевск: ООО «Принт-2», 2015. – С. 85–89.
3. *Лобачев Ю.В.*, Селекция новых сортов зернового сорго с учетом экономических показателей // Вертикова Е.А., Морозов Е.В. // Международный журнал экспериментального образования. – 2016. – № 10–2. – С. 236–237.
4. *Лобачев, Ю.В.*, Результаты селекции кормовых культур в условиях Поволжья // Морозов Е.В., Вертикова Е.А. // Международный журнал экспериментального образования, 2014. – № 5–2.

УДК 633.14:581.43

А.М. Каргатова, С.А. Степанов, Н.В. Шесслер

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

РАЗВИТИЕ ЗАРОДЫШЕВОЙ КОРНЕВОЙ СИСТЕМЫ ОЗИМОЙ РЖИ СОРТОВ САРАТОВСКОЙ И ИНОРАЙОННОЙ СЕЛЕКЦИИ

Аннотация. Изучены морфологические особенности развития зародышевой корневой системы озимой ржи сортов саратовской и инорайонной селекции. Среднее число корней составляет от 4,85 до 5,57 шт. на одно растение. Выявлены сортовые особенности по длине главного корня, придаточных корней нижнего и верхних ярусов. Коэффициент корнеобеспеченности среди исследуемых сортов озимой ржи составлял от 1,06 до 1,75.

Ключевые слова: рожь, корневая система, коэффициент корнеобеспеченности.

Озимая рожь считается важнейшим европейским культурным растением. Её отличает по сравнению с другими зерновыми культурами самый высокий страховой потенциал, оцениваемый по величине урожайности, при выращивании на малоплодородных почвах, в морозные и сильно засушливые годы [1]. Это объясняется особенностями биологии ржи, в том числе развитием её корневой системы, отличающейся наилучшим развитием среди всех хлебных злаков [2]. Зародышевая корневая система с момента прорастания зерновки детерминирует развитие фитомеров побега, что отражается на способности к кущению и площади листьев [3]. Целью данного исследования было изучение особенностей развития зародышевой корневой системы озимой ржи, что позволяет на ранних этапах развития растений оценить морфогенетический потенциал сортов [4].

В качестве объектов изучения использовались проростки озимой ржи: инорайонные сорта – Таловская 41, Радонь, Снежана, Безенчукская 87, Памяти Кунакбаева, Чулпан 7, Роксана; саратовские (НИИСХ Юго-Востока) – Елисеевская, Волжанка, Саратовская 7, Марусенька, Памяти Бамбышева, Солнышко. Определение числа, длины и массы заро-

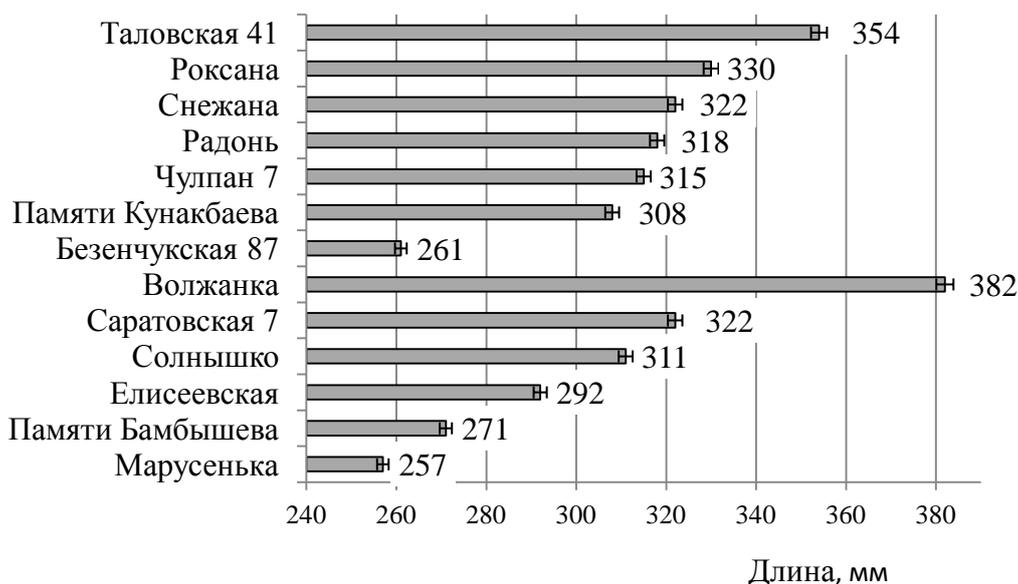
дышевых корней, массы побега осуществляли через 5 суток после выращивания растений в чашках Петри при температуре +15 °С в климатоканере КС-200 (при отсутствии света). Число проростков каждого из сортов составляло 80 шт. Статистическую обработку результатов исследований проводили с использованием пакета прикладных программ Microsoft Office Excel 2007.

Как отмечено ранее, зародышевая корневая система ржи представлена главным корнем и придаточными корнями нижнего и верхних ярусов [5], что в итоге должно составлять от 5 и более корней на одно растение. Для исследуемых нами сортов число зародышевых корней достигало от 4,85 (Безенчукская 87, Елисеевская) до 5,57 (Волжанка) шт. Максимальное число корней для большинства сортов составляло 6 шт. Только у 3-х сортов из 13 отмечено большее их число (до 8 шт.): Марусенька, Саратовская 7 и Безенчукская 87.

Длина зародышевых корней составляла: главного корня – от 63 (Безенчукская 87) до 89 (Роксана) мм; корней нижнего яруса – для инорайонных сортов – от 102 (Безенчукская 87) до 148 (Снежана) мм, саратовской селекции – от 124 (Марусенька) до 165 (Волжанка) мм; корней верхнего яруса – среди инорайонных сортов – от 74 (Памяти Кунакбаева) до 100 (Таловская 41) мм, саратовской селекции – от 60 (Марусенька) до 99 (Волжанка) мм.

Большая длина главного зародышевого корня среди сортов саратовской селекции отмечена у Солнышко и Волжанка – 83 и 85 мм соответственно, среди инорайонных сортов – наряду с Роксаной у Таловской 41, Памяти Кунакбаева, Снежана – 86–89 мм. Отличительной особенностью сортов саратовской селекции Волжанка и Солнышко является развитие дополнительных, придаточных корней верхних ярусов, это же свойство растений выявлено среди инорайонных сортов у Таловской 41 и Радонь.

При определении степени развития зон роста и развития главного корня установлено различие сортов по длине зоны роста корня – от чехлика до зоны дифференциации корневых волосков. Как правило, у сортов, отличающихся большей длиной главного корня, длина зоны роста была меньше.



Длина зародышевых корней озимой ржи

Суммарная длина всех зародышевых корней через 5 суток с момента проращивания составляла: для инорайонных сортов: от 261 (Безенчукская 87) до 354 (Таловская 41) мм; саратовской селекции – от 257 (Марусенька) до 382 (Волжанка) мм. Следует отметить значительную дифференциацию сортов ржи саратовской селекции по суммарной

длине зародышевых корней, тогда как инорайонные сорта, за исключением Безенчукской 87, отличались меньшей градацией значений (рис.).

Существенное различие сортов саратовской селекции отмечалось также по вкладу корней верхних ярусов в суммарную длину зародышевой корневой системы – от 24 (Памяти Бамбышева) до 35 % (Волжанка). Инорайонные сорта озимой ржи в совокупности отличались большим вкладом корней верхних ярусов в развитии зародышевой корневой системы.

Развитие корневой системы проростков ржи существенно зависит от её интеграции с формирующимися фитомерами побега, в основе которой лежат гормональные и электрофизиологические связи [6]. Физиологическим критерием интеграции побега и корневой системы растения является коэффициент корнеобеспеченности. Его значения среди исследуемых сортов озимой ржи составляли от 1,06 (Таловская 41) до 1,75 (Саратовская 7). Среди инорайонных сортов его небольшая величина была свойственна также Чулпан 7 и Снежана (1,08 и 1,1). Среди сортов саратовской селекции близкие значения коэффициента корнеобеспеченности отмечены для Елисеевской, Волжанка, Марусенька – от 1,27 до 1,33.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гончаренко А.А. Производство и селекция озимой ржи в России // *Зерновое хозяйство России*. – 2010. – №4(10). – С. 26–33.
2. Лебедев С.И. Физиология растений. – М.: Агропромиздат, 1988. – С. 544.
3. Степанов С.А., Ивлева М.В., Касаткин М.Ю. Физиологическое значение листьев главной почки зародыша зерновки пшеницы // *Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия Химия. Биология. Экология*. – Вып.2. – 2012. – Т.12. – С. 57–60.
4. Каргатова А.М., Степанов С.А., Ермолаева Т.Я., Нуржидина Н.Н. Сортовые особенности морфогенеза проростков озимой ржи // *Бюллетень Бот. сада Саратовского гос. ун-та*. – Том 14. – Вып.1. – Саратов, 2016. – С.106–114.
5. Красовская И.В. Анатомио-морфологические закономерности в ходе заложения и в строении корневой системы хлебных злаков // *Ученые записки СГУ. Выпуск ботанический*. – 1952. – Т. 35. – С. 15–70.
6. Полевой В.В. Физиология целостности растительного организма // *Физиология растений*. – 2001. – Т. 48. – №4. – С. 631–643.

УДК 581.823+581.824

М.Ю. Касаткин, С.А. Степанов, Н.А. Загнухина

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

ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТКАНЕЙ УЗЛА СТЕБЛЯ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ

Аннотация. Изучались оптические свойства тканей узла, расположенного под колосонесущим междоузлием стебля яровой мягкой пшеницы (*Tr. aestivum* L.). Оценивалась спектральная характеристика осевого пропускания света паренхимой, колленхимой и склеренхимой, тканями проводящих пучков. Установлена тканевая специфичность оптических свойств разных анатомических структур и их изменение в ходе онтогенеза.

Ключевые слова: яровая пшеница, узел, оптические свойства, проводящий пучок, колленхима, склеренхима.

Проблема целостности растительного организма является центральной для современной биологии растений. На текущем этапе развития физиологии растений является

определяющим тезис о том, что сигналы межклеточной связи (трофические, гормональные и электрофизиологические) распространяются по проводящим пучкам и действуют через мембранную, метаболическую и генетическую внутриклеточные системы регуляции [1, 2]. Дальнейшее развитие данной тематики показывает, что роль света в межклеточной сигнализации посредством оптико-волоконных каналов приобретает общебиологическое значение [3, 4]. Особенности взаимодействия проводящих пучков в стебле растения имеют наибольшую топологическую сложность в узловой зоне побега [5, 6], что делает эту структуру наиболее подходящей в качестве центра интеграции фитомеров [2]. Наложение оптических градиентов тканей на анатомическую сложность узла увеличивает число степеней свободы в регуляции данной структуры. Целью данной работы явилось изучение оптических свойств тканей узла, расположенного под колосонесущим междоузлием.

Объектом изучения явилась яровая пшеница *Tr. aestivum* L. сорта Саратовская 29. Исследование спектральных характеристик в области от 380 до 750 нм проводили согласно методики для цитофотометрических исследований [7]. Источником света служила галогеновая лампа накаливания мощностью 75 Вт. Пучок света большой степени монохроматичности (± 2 нм) подавался на микроскоп МББ-1А. Для получения света с узкой длиной волны использовался монохроматор спектрофотометра СПЕКОЛ 11. Интенсивность прошедшего через ткани света определяли с помощью фотоэлектронного умножителя ФЭУ-68 со спектральной чувствительностью, лежащей в области 300–820 нм. Временные препараты растительного материала готовили на ручном микротоме. Толщина среза подбиралась таким образом, чтобы оптическая плотность тканей укладывалась в пределы от 0,2 до 0,8, тем самым уменьшая погрешность измерения. Для сравнения неодинаковых по толщине срезов все значения оптической плотности пересчитывались на 1000 мкм. Для определения оптических свойств тканей на поперечных срезах узла исследовались паренхима сердцевины, колленхима и склеренхима, включая флоэмные волокна проводящих пучков.

Склеренхима в средней части узла в конце вегетации имеет среднюю оптическую плотность для исследованного участка спектра $6,51 \pm 0,32$. У проводящего пучка это значение оказалось равным примерно $10,03 \pm 0,24$. Межпучковая паренхима имела сходное в пределах ошибки значение оптической плотности $10,19 \pm 0,60$. В верхней части узла, в области влагалищной подушки, нами отмечено присутствие колленхимы, средняя оптическая плотность которой составляет $1,94 \pm 0,07$. Склеренхима в этой части узла показала меньшую среднюю оптическую плотность ($4,55 \pm 0,17$) в сравнении с описанным ранее значением. Оптическая плотность проводящего пучка также меньше измеренной в средней части узла и составляет $5,42 \pm 0,23$.

Спектральные характеристики изученных тканей выявили присутствие в них разных пигментных систем. В склеренхиме в средней и верхней частях узла обнаружен пик поглощения в районе 460–470 нм, что визуально подтверждается желтоватой окраской этой ткани на препарате. Начиная примерно с 550 нм и до конца изученного спектра (750 нм) в обеих частях узла склеренхима не обнаруживает присутствие пигментов, кривая поглощения имеет гладкий вид с оптической плотностью около 4,0 и 6,0 для средней и верхней частей узла соответственно. Спектральные характеристики тканей проводящего узла не подтверждают присутствие каких-либо пигментных систем. Межпучковая паренхима обнаруживает характерные для хлорофиллов пики поглощения в синей (область 410 нм) и красной (660 нм) областях. При исследовании оптических характеристик колленхимы были обнаружены небольшие области поглощения, также характерные для хлорофиллов, что, по нашему мнению, объясняется рассеиванием света близлежащими паренхимными клетками, богатыми пигментами фотосинтетического аппарата.

В ходе онтогенеза растений спектральные характеристики изученных тканей принципиально не изменяются – отмечаются сохранение всех основных пиков поглощения.

Различия касаются в основном изменения общей оптической плотности, которая уменьшается к концу вегетации у колленхимы узла: в фенофазе отгиба 4-го листа она имеет среднюю оптическую плотность $3,27 \pm 0,15$. Склеренхима, напротив, обнаруживает небольшое увеличение с $4,19 \pm 0,12$ до $4,55 \pm 0,17$ в конце вегетации. Межпучковая паренхима увеличивает оптическую плотность с $3,41 \pm 0,11$ до $10,19 \pm 0,60$.

Таким образом, оптические свойства исследованных узловых структур имеют тканеспецифичность и проявляют зональность приуроченность. Спектральные характеристики тканей колосонесущего узла изменяются в онтогенезе растения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Полевой В.В. Физиология целостности растительного организма // Физиология растений. – 2001. – Т. 48. – №4. – С. 631–643.
2. Степанов С.А. Проблема целостности растения на современном этапе развития биологии // Известия Саратовского ун-та. Сер. Химия. Биология. Экология. – 2008. – Т. 8. – Вып. 2. – С. 50–57.
3. Sun Q., Yoda K., Suzuki H. Internal axial light conduction in the stems and roots of herbaceous plants // J. Exp. Bot. – 2005. – Vol. 56. – No. 409. P. 191–203.
4. Kumar S., Boone K., Tuszyński J. Possible existence of optical communication channels in the brain // BioRxiv preprint first posted online Jul. 7, 2016; doi: <http://dx.doi.org/10.1101/062745>.
5. Эсау К. Анатомия растений. – М.: Мир, 1969. – 564 с.
6. Patrick J.W. Vascular system of the stem of the wheat plant. 2. Development // Austral. J. Bot. – 1972. – Vol. 20. – N1. – P. 65–78.
7. Агроскин Л.С., Папаян Г.В. Цитофотометрия. Аппаратура и методы анализа клеток по светопоглощению. – Л.: Наука, 1977. – 295 с.

УДК 575.174.015.3

Е.И. Кацы, Л.П. Петрова

Институт биохимии и физиологии растений и микроорганизмов
Российской академии наук, г. Саратов, Россия

ПЛАСТИЧНОСТЬ ГЕНОМОВ БАКТЕРИЙ РОДА *AZOSPIRILLUM*: ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ И *IN SILICO* АНАЛИЗ

Азоспириллы интересны не только как полезные партнеры широкого круга растений, но и как бактерии, приспособленные к жизни в разнообразных природных средах, даже сильно загрязненных нефтепродуктами, тяжелыми металлами и пр., а также в организмах животных, включая человека [1, 2]. Так, первоначально отнесенные к новому виду *Roseomonas fauriae* микробы, заподозренные в провокации септицемии у пациентов клиник, оказались идентичными типовому штамму *Azospirillum brasilense* Sp7 – хорошо известному стимулятору роста растений [3].

Следует отметить, что подобная «многоликость» выявлена у многих представителей микромира, по традиции относимых или к (факультативным) патогенам человека, или к фитопатогенам, или к бактериям, стимулирующим рост растений (plant-growth-promoting bacteria, или PGPB) [4, 5]. Оказалось, к примеру, что рост растений может стимулировать кишечная палочка (*Escherichia coli* K-12) и фитопатоген *Agrobacterium tumefaciens* C58 (после утраты плазмид патогенности) [6], а угнетать (в определенных условиях) – признанные PGPB [7]. Такие PGPB как, например, *Burkholderia cepacia*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Pseudomonas fluorescens*, *Serratia marcescens*, *Klebsiella pneumoniae*, *Enterobacter cloacae*, являются факультативными патогенами человека, а некоторые штаммы этих видов могут провоцировать болезни растений. Многие патогене-

ны человека, например, *Salmonella* разных сероваров, способны инфицировать растения и вызывать их заболевания или, напротив, ускорение роста [8, 9]. В связи со сказанным очевидна необходимость всестороннего анализа адаптационного потенциала, фенотипической и генетической гетерогенности популяций бактерий, используемых в сельскохозяйственных и иных биотехнологиях.

В докладе будут представлены основные результаты наших исследований, позволивших выявить у азоспирилл спонтанные изменения размера резидентных репликонов и образование их гибридов [10–16]; «захватывание» одной из резидентных плазмид попавшего в клетку чужеродного генетического материала [17, 18] – вследствие активности идентифицированных нами новых инсерционных элементов [19]; спонтанную утрату интегрированного в геном профага [20] и др. Будут обсуждены существенные для взаимодействия с другими организмами изменения в фенотипе азоспирилл, сопровождающие геномные перестройки [10–20].

Будут рассмотрены проанализированные методами биоинформатики особенности структуры геномных ДНК нескольких штаммов азоспирилл, позволяющие судить о возможных причинах выраженной пластичности геномов этих бактерий.

Авторы выражают признательность всем коллегам, внесшим вклад в подготовку цитируемых в докладе совместных публикаций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Baldani J.I., Videira S.S., Teixeira K.R.D.S. et al. The family Rhodospirillaceae // In: Rosenberg E. et al. (eds.). The Prokaryotes: Alphaproteobacteria and Betaproteobacteria. – Berlin: Springer, 2014. – P. 533–618.
2. Cohen M.F., Han X.Y., Mazzola M. Molecular and physiological comparison of *Azospirillum* spp. isolated from *Rhizoctonia solani* mycelia, wheat rhizosphere, and human skin wounds // Can. J. Microbiol. 2004. – V. 50. – P. 291–297.
3. Helsel L.O., Hollis D.G., Steigerwalt A.G., Levett P.N. Reclassification of *Roseomonas fauriae* Rihs et al. 1998 as a later heterotypic synonym of *Azospirillum brasilense* Tarrand et al. 1979 // Int. J. Syst. Evol. Microbiol. – 2006. – V. 56. – P. 2753–2755.
4. Katsy E.I. (ed.) Plasticity in Plant-Growth-Promoting and Phytopathogenic Bacteria. – New York: Springer, 2014. – 208 p.
5. Scortichini M., Katsy E.I. Common themes and specific features in the genomes of phytopathogenic and plant-beneficial bacteria // In: Katsy E.I. (ed.) Plasticity in Plant-Growth-Promoting and Phytopathogenic Bacteria. – New York: Springer, 2014. – P. 1–26.
6. Walker V., Bruto M., Bellvert F. et al. Unexpected phytostimulatory behavior for *Escherichia coli* and *Agrobacterium tumefaciens* model strains // Mol. Plant Microbe Interact. – 2013. – V. 26. – P. 495–502.
7. Newton A.C., Fitt B.D., Atkins S.D. et al. Pathogenesis, parasitism and mutualism in the trophic space of microbe–plant interactions // Trends Microbiol. – 2010. – V. 18. – P. 365–373.
8. Schikora A., Garcia A.V., Hirt H. Plants as alternative hosts for *Salmonella* // Trends Plant Sci. – 2012. – V. 17. – P. 245–249.
9. Fletcher J., Leach J.E., Eversole K., Tauze R. Human pathogens on plants: designing a multidisciplinary strategy for research // Phytopathology. – 2013. – V. 103. – P. 306–315.
10. Кацы Е.И., Борисов И.В., Петрова Л.П., Матора Л.Ю. Использование фрагментов 85- и 120-МДа плазмид *Azospirillum brasilense* Sp245 для изучения плазмидной перестройки у этих бактерий и для поиска гомологичных последовательностей в плазмидах *Azospirillum brasilense* Sp7 // Генетика. – 2002. – Т. 38. – С. 182–189.
11. Петрова Л.П., Борисов И.В., Кацы Е.И. Плазмидные перестройки у *Azospirillum brasilense* // Микробиология. – 2005. – Т. 74. – С. 572–574.
12. Петрова Л.П., Матора Л.Ю., Бурьгин Г.Л., Борисов И.В., Кацы Е.И. Анализ ДНК, структуры липополисахаридов и ряда культурально-морфологических свойств у близкородственных штаммов *Azospirillum brasilense* // Микробиология. – 2005. – Т. 74. – С. 224–230.
13. Borisov I.V., Schelud'ko A.V., Petrova L.P., Katsy E.I. Changes in *Azospirillum brasilense* motility and the effect of wheat seedling exudates // Microbiol. Res. – 2009. – V. 164. – P. 578–587.

14. Петрова Л.П., Шелудько А.В., Кацы Е.И. Плазмидные перестройки и изменения в формировании биопленок *Azospirillum brasilense* // Микробиология. – 2010. – Т. 79. – С. 129–132.
15. Shelud'ko A.V., Varshalomidze O.E., Petrova L.P., Katsy E.I. Effect of genomic rearrangement on heavy metal tolerance in the plant-growth-promoting rhizobacterium *Azospirillum brasilense* Sp245 // Folia Microbiol. – 2012. – V. 57. – P. 5–10.
16. Varshalomidze O.E., Petrova L.P., Shelud'ko A.V., Katsy E.I. Spontaneous super-swarming derivatives of *Azospirillum brasilense* Sp245 have different DNA profiles and behavior in the presence of various nitrogen sources // Indian J. Microbiol. – 2012. – V. 52. – P. 689–694.
17. Кацы Е.И., Борисов И.В., Шелудько А.В. Влияние интеграции вектора рJFF350 в 85-МДа плазмиду *Azospirillum brasilense* Sp245 на жгутикование и подвижность бактерий // Генетика. – 2001. – Т. 37. – С. 183–189.
18. Ковтунов Е.А., Шелудько А.В., Кацы Е.И. Изменения в первичной структуре 85-МДа плазмиды, влияющие на жгутикование и подвижность бактерий *Azospirillum brasilense* Sp245 // Генетика. – 2012. – Т. 48. – С. 138–141.
19. Katsy E.I., Prilipov A.G. Mobile elements of an *Azospirillum brasilense* Sp245 85-MDa plasmid involved in replicon fusions // Plasmid. – 2009. – V. 62. – P. 22–29.
20. Кацы Е.И., Петрова Л.П. Геномные перестройки у *Azospirillum brasilense* Sp7 с участием плазмиды рRhico и профага ФAb-Cd // Генетика. – 2015. – Т. 51. – С. 1351–1358.

УДК 633.854.78:631.527

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

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов, Россия

ЦИТОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПЫЛЬНИКОВ И МИКРОСПОР В КУЛЬТУРЕ *IN VITRO* ПОДСОЛНЕЧНИКА

Процесс андрогенеза в культуре клеток *in vitro* и его практическое использование невозможно без разработки теоретических основ культивирования генеративных структур *in vitro* и изучения морфогенеза пыльника [3].

Суть андрогенеза *in vitro* состоит в переключении программы развития морфогенетически компетентных гаплоидных клеток микроспор с обычного гаметофитного пути (образование пыльцевого зерна) на иной путь – спорофитный с образованием гаплоидного регенеранта. При этом клетки в условиях *in vitro* реализуют свой потенциал посредством различных путей морфогенеза [1].

Получением гаплоидов из пыльников занимались разные исследователи [1, 3, 5, 6], но многие вопросы остаются не ясными, особенно для подсолнечника. До сих пор не известно, образуются ли регенеранты из нормальных или аномальных гаплоидных клеток, какая стадия развития пыльника является оптимальной для переключения программы развития гаплоидных клеток на спорофитный путь морфогенеза в культуре клеток *in vitro*, а также роль различных факторов в этом процессе [3].

В связи с тем, что для подсолнечника процессы развития эмбрионных структур в культуре клеток *in vitro* не описаны, контроль стадий развития пыльников и микроспор вели по аналогии с методикой Н.Н. Кругловой с соавторами, разработанной для пшеницы [3].

Для определения стадии развития пыльника брали неокрашенные цветки из крайних рядов корзинок разного диаметра линии ЮВ-28Б, измеряли их и проводили цитологический анализ под микроскопом давленных препаратов по методике З.П. Паушевой [4].

В ходе проведения исследований в условиях Саратовской области были установлены следующие морфологические параметры корзинки и цветков со стадией развития микроспор. В корзинках диаметром 3–4 см и цветках размером 0,3 см наблюдали

большое количество тетрад микроспор (96 %). В корзинках диаметром 4–5 см и цветках размером 0,4 см наблюдали преобладание одноядерных вакуолизованных микроспор (84 %). В корзинках диаметром 5–6 см и цветках размером 0,5 см наблюдали микроспоры на поздней одноядерной (45 %) и двуядерной (50 %) стадии.

В ходе эксперимента определили морфологические критерии корзинки и цветка, при которых наибольшее количество микроспор находилось в одноядерной поздней вакуолизованной стадии. Оптимальный размер корзинки составил 4–5 см, а размер цветка равен 0,4 см [2].

Для доказательства возможности гаплоиндукции в культуре пыльников *in vitro* подсолнечника, проводили цитологический анализ стадий морфогенеза микроспор. В процессе культивирования пыльников проводили цитологический контроль на седьмые, четырнадцатые, двадцать первые и двадцать восьмые сутки. Давленные препараты просматривали под бинокулярным микроскопом «Olympus CX-31».

Цитологический анализ культур показал, что культивирование тетрад не вело к дальнейшему морфогенезу. Даже в случае распада тетрад на отдельные микроспоры они не развивались, продолжали оставаться одноядерными, ядро занимало весь объем клетки.

Абсолютное большинство одноядерных микроспор также оставались без изменения в течение всего периода культивирования. К двадцатым-тридцатым суткам у них утолщалась клеточная стенка, цитоплазма сжималась, ядро занимало весь объем. Такие микроспоры сохраняли жизнеспособность, но не обладали способностью к дальнейшему морфогенезу.

У части микроспор наблюдался процесс деления ядра, были обнаружены двуядерные микроспоры, с дроблением ядер и многоядерные. На четырнадцатые сутки были обнаружены микроспоры, содержащие два равных ядра, что предполагает переход к спорофитному пути развития. На четырнадцатые и двадцать первые сутки были обнаружены различные варианты клеток: двуядерные клетки с мелким и крупным ядром (вегетативное и генеративное ядра), с двумя мелкими ядрами, с образованием клеточной стенки или без нее, дробление одного из двух образовавшихся ядер, трехядерные клетки с одним крупным (вегетативным) и двумя мелкими (генеративными) ядрами. Также наблюдали многоядерные клетки и проэмбриональные структуры, что подтверждает возможность спорофитного пути развития микроспор.

На двадцать восьмые сутки культивирования проводили анализ каллуса, образованного на пыльниках. Наблюдали формирование большого количества каллуса двух типов – в основании пыльников на раневой поверхности (соматический каллус) и на боковой поверхности пыльника, предположительно андроклинного происхождения. На цитологических препаратах хорошо видно, что каллус в основании пыльников на раневой поверхности образовывался из соматических тканей. Внутри пыльников и на поверхности боковой стенке пыльника обнаружены структуры, сходные с эмбриоидами пшеницы на ранней стадии развития: округлые, биполярные, не контактирующие с клетками стенок пыльника, содержащие мелкие хорошо окрашивающиеся клетки.

Цитологический анализ пыльников и каллуса показал, что у подсолнечника морфогенез может идти двумя путями: через прямой эмбриоидогенез, вторичный эмбриоидогенез и органогенез (через образование почек или эмбриоидов на каллусах).

Таким образом, цитологический анализ культивируемых пыльников и новообразований показал, что морфогенетические процессы культивируемых *in vitro* гаплоидных клеток и соматических тканей соответствуют описанным ранее для других видов растений, в частности для злаков. Морфогенные микроспоры встречаются с очень низкой частотой, преобладающая часть микроспор остается живыми, но не способными к морфогенезу. Возможны различные стратегии развития микроспор, в том числе равное деление ядер, приводящее к формированию многоядерных структур, а затем эмбриоидов

и каллусов. Регенерация растений возможна через прямой эмбриоидогенез или вторичные эмбриоиды, возникающие в каллусах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Батыгина Т.Б. Хлебное зерно / атлас. – Л.: Наука, 1987. – 103 с.
2. Костина Е.Е., Лобачев Ю.В., Ткаченко О.В. Андрогенез в культуре пыльников *in vitro* генетически маркированных линий подсолнечника // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 3.; URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=19996>.
3. Круглова Т.Б. Эмбриологические основы андроклинии пшеницы / Т.Б. Круглова, В.Ю. Батыгина, Г.Е. Горбунова, О.А. Титова, Н.Н. Сельдимирова // атлас. – М.: Наука, 2005. – 99 с.
4. Паушева З.П. Практикум по цитологии растений / 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 1980. – 304 с.
5. Тырнов В.С. Гаплоидия у растений: Научное и прикладное значение. – М.: Наука, 1998. – 53 с.
6. Хохлов С.С. Общие вопросы гаплоидии // Гаплоидия и селекция. – М.: Наука, 1976. – С. 5–14.

УДК 633.111:321 631.524.7

О.В. Крупнова

ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока», г. Саратов, Россия

РОЛЬ СОРОДИЧЕЙ В УЛУЧШЕНИИ КАЧЕСТВА ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ

Ключевые слова: белок, клейковина, глиадин, глютен, целиакия, аллергия, интолерантность.

Пшеница (*Triticum aestivum*, геном AABBDD) является самым распространенным злаком – важнейшим источником растительного белка, углеводов, диетических волокон, витаминов группы В, минералов и биологически активных компонентов в питании человека. Россия в последние годы стала одним из крупнейших производителей и экспортеров зерна озимой и яровой пшеницы (winter wheat, spring wheat). Чтобы успешно конкурировать с другими странами на мировом рынке, необходимо повышать урожай и улучшать качество зерна красного (red grain) и белого (white grain). Понятие «высокое качество пшеницы» включает такие признаки, как высокое содержание белка, натурная масса зерна, соответствующие реологические свойства муки/семолины и их цвет, отсутствие прорастания, вредителей, болезней, токсинов, органической и неорганической примеси [1]. Производство высококачественного зерна связано с целым рядом трудностей. Во-первых, повышение урожайности, как правило, сопровождается снижением процента белка и клейковины в зерне. Во-вторых, для получения экологически безопасного зерна необходимо минимизировать использование пестицидов, гербицидов и других химических препаратов от болезней и вредителей. Одним из важных и реальных путей решения этих задач является селекция на основе использования генов от различных видов-сородичей. Это связано с тем, что в процессе возникновения на основе объединения геномов диплоидных прародителей (*Triticum urartu* (AA), *Aegilops speltoides* (BB) и *Aegilops tauschii* (DD)), последующего одомашнивания и отбора в генофонде мягкой пшеницы резко сократился полиморфизм не только генов устойчивости к абио- и биострессорам, но также генов/аллелей глиадина, глютенина, ферментов и других белков. Благодаря развитию генетики, биотехнологии и других наук, в последнее время в различных странах мира от выше названных прародителей и других сородичей

в геном мягкой пшеницы внесены сотни новых генов. В Международном каталоге символов генов зарегистрированы гены более чем от 50 видов сородичей [3]. Среди них преобладают гены устойчивости к трем видам ржавчины, мучнистой росе, фузариозу и другим болезням, а также новые аллели генов, контролирующих глиадин, глютеинин, различные ферменты и другие белки. Создание и внедрение сортов, содержащих новые гены устойчивости к болезням и вредителям, позволяет повышать урожай, удешевлять производство зерна и сокращать загрязнение среды пестицидами. Использование в селекции новых аллелей генов детерминирующих синтез новых субъединиц глиадина, глютеина и других белков открывает новые возможности в улучшении качества зерна (повышение содержания и состава белка, улучшение реологических свойств муки, семолины и других компонентов). Однако нельзя не отметить, что как старые крестьянские сорта (ландрасы), так и современные сорта пшеницы вызывают такие три вида болезни, как *целиакия*, *аллергия* и *интолерантность*, от каждой из которых страдает примерно 1% населения в разных странах. Все эти болезни обычно связывают, прежде всего, с потреблением клейковины [2, 4]. В связи с этим весьма актуально изучить влияние на здоровье человека не только собственно пшеничных, но и чужеродных генов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Крупнова О.В.* О сопоставлении качества зерна яровой и озимой пшеницы в связи с делением на рыночные классы // *Сельскохозяйственная биология*. – 2013. – № 1. – С. 15–25.
2. *Bonvicini F, Simeoni F, Gasbarrini G, et al.* Wheat - A Precious Nutrient That Can Become Harmful: Wheat/Gluten Related Disorders // *Journal Clin. Gastroenterol Hepatol*. – 2017. – 1: 2.
3. *McIntosh R.A., Dubcovsky J., Rogers W.J., Morris C., Appels R., Xia X.C.* Wheat gene catalogue 2013. [WWW document] URL <http://wheat.pw.usda.gov/GG2/Triticum/wgc/2013/> [accessed 7 July 2016].
4. *Shewry P.R, Tatham A.S.* Improving wheat to remove coeliac epitopes but retain functionality // *Journal of Cereal Science*. – 2016, 67. – P. 12–21.

УДК 633.174

А.Н. Кузнецова, Е.А. Вертикова

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов, Россия

ОЦЕНКА СЕЛЕКЦИОННЫХ ЛИНИЙ САХАРНОГО СОРГО В УСЛОВИЯХ НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

Сахарное сорго является экономически выгодной культурой, так как может использоваться для различных целей [1]. Увеличение производства зерна и листостебельной массы сахарного сорго, повышение экономической эффективности его возделывания повышает рентабельность сельскохозяйственного производства в условиях Нижнего Поволжья [2]. Сдерживающим фактором широкого внедрения сахарного сорго является нехватка сортов, отвечающих требованиям производства [3].

Таким образом, выведение новых сортов сахарного сорго в условиях засушливого резко континентального климата Нижнего Поволжья представляется весьма актуальным и экономически выгодным.

В качестве изучаемого материала использовали 35 селекционных линий сахарного сорго, полученных на кафедре растениеводства, селекции и генетики ФГОУ ВО Саратовский ГАУ под руководством доцента Е.В. Морозова. В течение десяти лет проводили изучение, отбор и скрещивания лучших селекционных линий. Районированный сорт зернового сорго Волжское 51 использовали как сорт-стандарт. По результатам исследований перспек-

тивную селекционную линию Л 109 в 2016 году включили в схему производственных испытаний. Полевые исследования проводили на полях КФХ «Хашенко А.П.» с. Каменка, Самойловского района Саратовской области.

При выборе сроков посева и норм высева семян учитывали не только биологические особенности линии, но и на какие цели будет использоваться урожай.

Определение динамики накопления зеленой и сухой массы показало, что с увеличением густоты стояния растений индивидуальная продуктивность растений снижается, но в результате увеличения числа растений на единице площади общая урожайность зеленой массы возрастает.

В результате испытаний установлено, что максимальная урожайность зеленой массы (48,2 т/га) и сбор переваримого протеина (0,79 т/га) обеспечивается при густоте стояния растений 175 тыс. шт./га при посеве с междурядьями 70 см, а увеличение стеблестоя до 200 тыс. шт./га не приводит к повышению урожайности при этом способе посева.

При посеве селекционной линии Л 109 с шириной междурядий 35 см оптимальная густота стояния растений – 200 тыс. шт./га. При такой густоте урожайность зеленой массы и кормовых единиц на 15–18 % выше, чем в варианте с шириной междурядий 70 см и густотой стояния растений – 200 тыс. шт./га.

Таким образом, в результате исследований выделили перспективную селекционную линию сахарного сорго Л 109, для которой подобрали технологию возделывания с целью получения максимальной урожайности зеленой массы. Линия рекомендована для передачи на государственное испытание, а также будет включена в скрещивания для получения гибридов кормового сорго.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Вертикова Е.А.*, Перспективы возделывания сахарного сорго на территории Саратовской области // Фролов М.П. // Инновационные технологии создания и возделывания сельскохозяйственных растений. Сборник материалов III Международной научно-практической конференции. Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. – 2016. – С. 20–23.

2. *Вертикова А.С.*, Экономическое обоснование эффективности возделывания сахарного сорго в условиях Саратовской области // Провидонова Н.В., Вертикова Е.А. // Аграрный научный журнал. – 2016. – № 6. – С. 82–86.

3. *Лобачев, Ю.В.*, Результаты селекции кормовых культур в условиях Поволжья // Морозов Е.В., Вертикова Е.А. // Международный журнал экспериментального образования. – 2014. – № 5–2.

УДК 633.174.1

С.С. Куколева

ФГБНУ РосНИИСК «Россорго», г. Саратов, Россия

ОЦЕНКА КОМБИНАЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ СОРТООБРАЗЦОВ СУДАНСКОЙ ТРАВЫ ПО ПАРАМЕТРАМ ВЫСОТА РАСТЕНИЙ И ДИАМЕТР СТЕБЛЕЙ

Аннотация. В статье представлены результаты изучения комбинационной способности сортообразцов суданской травы в 1-ом укосе по параметрам: высота растений и диаметр междоузлий. Высокая ОКС по высоте растений выявлена у следующих сортообразцов: Александрина, Зерноградская, Л 106, Аллегория; низкая – Кинельская 100, Зональская 6, Якташ, Л 143. Высокая СКС по высоте растений выявлена у сортообразцов: Юбилейная 20, Кинельская 100, Александрина; низкая – Славянка, Зерноградская.

Ключевые слова: комбинационная способность (ОКС, СКС), высота растения, дисперсия, сортообразец, тестер.

Суданская трава используется как для приготовления сена, сенажа, травяной муки, силоса и зерносенажа, на зеленую массу, подкормку и выпас. Травянистое сорго отличается хорошей побегообразовательной способностью, обильной кустистостью, высокой отавностью. Биологические особенности, универсальность и многогранность использования дополняются высокой экологической пластичностью, а также сравнительно невысокой требовательностью к условиям произрастания.

Материал и методика. Сортообразцы суданской травы (всего 14) и сорго-суданковые гибриды F1 (всего 42), полученные в тестерных скрещиваниях с ЦМС-линиями (О-1237, КВВ-114, Ефремовское 2), высевали на опытном поле ФГБНУ РосНИИСК «Россорго» сеялкой СКС-6-10. Площадь делянки составляла 7,7 м². Повторность – трехкратная. Расположение делянок рендомизированное. В фазу всходов густоту стояния растений скорректировали вручную. Агротехника выращивания – зональная: разработана научными учреждениями Нижнего Поволжья.

Статистическая обработка результатов исследований проведена с использованием программы Agros версии 2.09. В работе представлены результаты изучения сортообразцов суданской травы по признакам: высота растений, диаметр верхнего и нижнего междоузлий в 1-ом укосе.

Результаты исследований. По результатам полевых измерений во время первого укоса высота растений варьировала у сортообразцов суданской травы в диапазоне: 89,0–231,0 см, а у сорго-суданковых гибридов – 93,7–231,0 см; диаметр верхнего междоузлия у суданской травы – 0,2–0,8 см, у сорго-суданковых гибридов – 0,5–2,0 см; диаметр нижнего междоузлия у суданской травы – 0,5–1,5 см, у сорго-суданковых гибридов – 0,7–2,5 см.

Наиболее высоким показателем «высота растения» выделились следующие сортообразцы суданской травы: Аллегория (231,0 см), Зерноградская (203,0 см), Александрина (197,0 см), и сорго-суданковые гибриды А₂О-1237/Александрина (195,3 см), А₂КВВ 114/Л 106 (169,5 см), А₁Ефремовское 2/Юбилейная 20 (196,7 см).

Наибольший диаметр верхнего междоузлия отмечается у сорго-суданковых гибридов: А₂О-1237/Якташ и А₂О-1237/Славянка (0,87 см), А₂КВВ 114/Кинельская 100 (1,17 см), А₁Ефремовское 2/Саратовская 1183 (1,00 см); у суданской травы – Александрина (0,8 см), Краснодарская 75, Зерноградская, Аллегория (0,7 см).

По диаметру нижнего междоузлия выделились сорго-суданковые гибриды: А₂О-1237/Александрина (2,5 см), А₂КВВ 114/Аллегория (2,0 см), А₁Ефремовское 2/Юбилейная 20 (1,8 см) и суданская трава Александрина (1,5 см).

Согласно результатам статистической обработки проведена группировка сортообразцов суданской травы по комбинационной способности (КС). По ОКС высоты растений сортообразцы сгруппировали следующим образом: высокая – Александрина, Зерноградская, Л 106 и Аллегория; средняя – Славянка, Чишминская ранняя; низкая – Кинельская 100, Зональская 6, Якташ, Л-143 (табл. 1).

Группировка по определению ОКС по диаметру верхнего междоузлия: высокая ОКС – Александрина, Кинельская 100; средняя – Краснодарская 75, Аллегория, Славянка; низкая – Л 106, Л 143, Юбилейная 20. Иначе выглядит группировка сортообразцов по ОКС по диаметру нижнего междоузлия: высокая – Александрина, Аллегория, Юбилейная 20; средняя – Якташ, Славянка; низкая – МЕВ 728, Л 143, Краснодарская 75, Чишминская ранняя, Л 106.

По высоте растений выявлена высокая дисперсия СКС у следующих сортообразцов: Юбилейная 20, Кинельская 100, Александрина; низкая – Славянка, Зерноградская (табл. 2).

По диаметру верхнего междоузлия выявлена высокая дисперсия СКС у сортообразца: Александрина; низкая – Зональская 6, Краснодарская 75, Якташ.

По диаметру нижнего междоузлия выявлена высокая дисперсия СКС у следующих сортообразцов: Александрина, Аллегория, Зерноградская. Низкая дисперсия СКС отмечена у сортообразцов – Краснодарская 75, Л 143, Саратовская 1183, Кинельская 100.

Таблица 1

**Комбинационная способность травянистого сорго у гибридов F₁
(эффекты ОКС), 2016г.(1 укос)**

Название сорта	Высота растений	Диаметр	
		верхнего междоузлия	нижнего междоузлия
Зональская 6	-11,13	-0,053	0,001
Чишминская ранняя	-3,68	-0,097	-0,162
Краснодарская 75	-6,13	0,017	-0,196
Кинельская 100	-19,01	0,127	0,114
Зерноградская	11,47	-0,063	-0,052
Л 106	10,71	-0,130	-0,119
Л 143	-10,02	-0,120	-0,196
МЕВ 728	-8,63	-0,087	-0,286
Якташ	-11,68	0,027	0,038
Юбилейная 20	6,11	-0,107	0,181
Саратовская 1183	9,98	0,080	-0,062
Аллегория	10,21	0,003	0,224
Славянка	1,10	-0,017	0,034
Александрина	20,71	0,420	0,481
F линий	2,81*	4,24*	6,85*
F тестеров	9,07*	1,44	1,04

Таблица 2

**Комбинационная способность травянистого сорго у гибридов F₁
(дисперсия СКС), 2016г.(1 укос)**

Название сорта	Высота растений	Диаметр	
		верхнего междоузлия	Нижнего междоузлия
Зональская 6	146,35	0,002	0,031
Чишминская ранняя	79,04	0,010	0,076
Краснодарская 75	262,14	0,006	0,007
Кинельская 100	736,26	0,090	0,014
Зерноградская	10,01	0,025	0,215
Л 106	238,43	0,014	0,046
Л 143	44,53	0,011	0,008
МЕВ 728	72,18	0,028	0,052
Якташ	90,13	0,008	0,040
Юбилейная 20	1100,13	0,021	0,105
Саратовская 1183	463,19	0,034	0,011
Аллегория	43,36	0,049	0,250
Славянка	4,07	0,038	0,029
Александрина	632,40	0,565	0,585
F факт	2,29*	4,78*	6,27*

Таким образом, по результатам статистической обработки выявили лучшие сортообразцы по комбинационной способности в 1-ом укосе по высоте растений и диаметру стеблей. Высокая ОКС по высоте растений выявлена у следующих сортообразцов: Александрина, зерноградская, Л 106, Аллегория; низкая – Кинельская 100, Зональская 6, Якташ, Л 143. Высокая СКС по высоте растений выявлена у сортообразцов: Юбилейная 20, Кинельская 100, Александрина; низкая – Славянка, зерноградская.

У верхнего междоузлия высокая ОКС наблюдалась с сортообразцов Александрина, Кинельская 100, а низкая у Л 106, Л 143, Юбилейная 20. Высокая дисперсия СКС выявлена у сорта Александрина; низкая – Зональская 6, Краснодарская 75, Якташ.

У нижнего междоузлия высокие эффекты ОКС выявлены у сортообразцов: Александрина, Аллегория, Юбилейная 20; низкая – МЕВ 728, Л 143, Краснодарская 75, Чишминская ранняя, Л 106.

УДК 636.2.034:575.113

И.В. Лазебная¹, А.В. Перчун¹, О.Е. Лазебный²

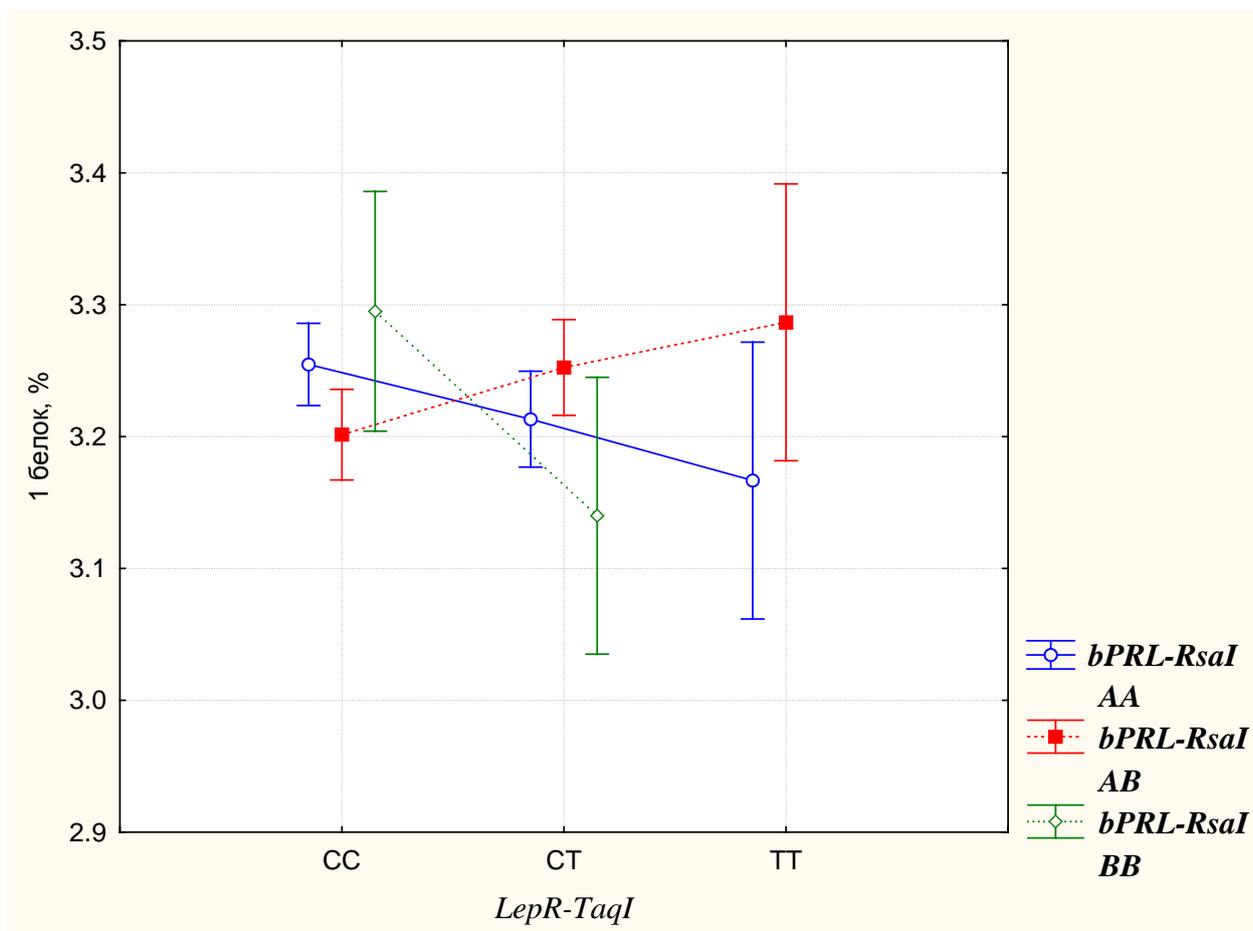
¹ФГБУН Институт общей генетики им. Н.И. Вавилова Российской академии наук, г. Москва, Россия

²ФГБУН Институт биологии развития им. Н.К. Кольцова Российской академии наук, г. Москва, Россия

АНАЛИЗ СОВМЕСТНОГО ДЕЙСТВИЯ ГЕНОВ-КАНДИДАТОВ НА СЕЛЕКЦИОННО-ЦЕННЫЕ ПРИЗНАКИ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

Количественные признаки сельскохозяйственных животных, как давно установлено, формируются под воздействием множества генов и негенетических – средовых факторов, поэтому, несмотря на предпринимаемые значительные усилия, не удастся создать универсальную надежную генетическую тест-систему на основе набора SNP генов-кандидатов, позволяющих давать прогностические оценки выраженности признаков, которым предстоит проявиться в определенном возрасте. К таким признакам относятся и признаки молочной продуктивности крупного рогатого скота (КРС), проявляющиеся у коров только после отела. Накоплена значительная информация о полиморфизме генов, давно исследуемых в связи с признаками молочной продуктивности КРС, таких как гены гормона роста, пролактина, казеинов, лактальбумина и лактоглобулина. Несколько меньше известно о связи генов рецепторов перечисленных гормонов, а также генов лептина и его рецептора, и других генов, также вовлеченных в обмен жиров (*SCD*, *RORC-A*, *DGAT1*). Неоднократно отмечалось (Рубанович, Хромов-Борисов, 2016), что оценка достоверности совместного действия ряда SNP генов-кандидатов с введением поправок на множественные сравнения (Бонферрони, Бенжамини-Хочберга и др.) значительно снижает пороговые значения вероятности. В связи с этим стоит задача выявления генов максимального действия на признак. Их может быть 2-3 для определенного признака. Так, созданная нами запатентованная тест-система основана на SNP генов гормона роста и пролактина (*GH* и *PRL*), совместно действующих на признаки молочной продуктивности крупного рогатого скота (патент RU №2317704). В настоящее время нами установлено совместное действие генов *PRL* и *Lep* на процентное содержание белка у костромского крупного рогатого скота (метод дисперсионного анализа, $P=0.003$), что отражает рисунок.

Учитывая, что ген пролактина активно проявил себя в двух комбинациях, как с геном *GH*, так и с *Lep*, его можно рассматривать в качестве одного из основных генов, определяющих проявление признака высокого процентного содержания белка в молоке крупного рогатого скота.



Средние значения процентного содержания белка с 95 % доверительным интервалом у коров костромской породы с разными комплексными генотипами генов PRL и Lep

УДК 57.024+084.1+087.3+089.64+24:575.858

О.Е. Лазебный¹, Е.Г. Белкина¹, В.Ю. Веденина²

¹ФГБУН Институт биологии развития им. Н.К. Кольцова Российской академии наук, г. Москва, Россия

²ФГБУН Институт проблем передачи информации им. А.А. Харкевича Российской академии наук, г. Москва, Россия

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РЕПРОДУКТИВНОГО ПОВЕДЕНИЯ У ДРОЗОФИЛ ГРУППЫ *VIRILIS*

Брачный ритуал у многих видов насекомых является важной частью репродуктивного поведения, зачастую обеспечивая этологическую изоляцию видов. Ухаживание у дрозофил, как у одного из представителей насекомых, представляет собой более-менее строгую последовательность стереотипных простых врожденных действий, называемых элементами брачного ритуала.

Ухаживание у видов-двойников группы *Drosophila virilis* отличается от других видов дрозофил, например, группы *D. melanogaster*, большей продолжительностью и менее жесткой и стереотипной последовательностью элементов. Для самцов группы *D. virilis* характерно практически одновременное ощупывание и лизание брюшка самки, к которым через некоторое время после начала ухаживания присоединяется воспроизведение короткими сериями «брачной песни», представляющей собой генерацию звуков высокой

частоты в результате интенсивной вибрации попеременно отведенными в сторону крыльями. Самки этих видов, в отличие от многих других дрозофил, спустя некоторое время отвечают своими более низкочастотными акустическими сигналами, вызванными трепыханием обоих крыльев. Виды-двойники группы *D. virilis* отличаются высоким морфологическим сходством, некоторые из них можно дифференцировать только по форме полового аппарата самцов. По совокупности морфологических, хромосомных и молекулярных маркеров виды-двойники подразделяются на две относительно дифференцированных филогенетических ветви – филлады *D. virilis* и *D. montana*. Целью исследования явилось выявление структуры брачного ритуала у четырех видов-двойников группы *D. virilis*, три из которых, *D. virilis*, *D. lummei* и *D. americana*, представляют филладу *D. virilis*, и *D. littoralis* – филладу *D. montana*. Последний вид представлен в исследовании двумя линиями, являющимися потомками южной и северной географических рас *D. littoralis*. Поскольку все исследованные виды дают в лабораторных условиях фертильное гибридное потомство, одной из задач выполняемого проекта явилось определение двух видов, характеризующихся наиболее отличающейся структурой брачного ритуала, с последующим проведением генетического картирования путем межвидовой гибридизации. Основным экспериментальным методом было видеотипирование индивидуальных кон- и гетероспецифических поведенческих тестов с последующей расшифровкой видеоклипов и составлением этограмм. Стандартный размер выборки для каждого из вариантов тестов – 30 пар самок и самцов.

На первом этапе исследования была установлена структура ритуала ухаживания для каждого изученного вида и различных реципрокных межвидовых сочетаний. Общим свойством всех конспецифических тестов явилось полное доминирование ощупывания и лизания над остальными элементами брачного ритуала. Вторыми по частоте и длительности проявления явились акустические сигналы самца («брачная песня») и самки (ответный сигнал). Структура брачного ритуала в парах *D. virilis* – *D. lummei* и северная раса – южная раса *D. littoralis* оказалась практически идентичной. Однако в соответствующих гетероспецифических вариантах тестов было зафиксировано значительное изменение структуры ухаживания. Конспецифические тесты *D. virilis* и *D. lummei* значительно отличались по структуре ухаживания от конспецифических тестов обеих рас *D. littoralis*. В настоящее время проводится анализ кон- и гетероспецифических тестов с участием *D. americana*.

УДК 577.112.7

Е.И. Михайлова^{1,2}, А.В. Евстигнеева¹, А.Л. Мальцева², К.В. Волков², А.А. Нижников², П.А. Зыкин²

¹ Санкт-Петербургский филиал Института общей генетики им. Н.И.Вавилова РАН, г. Санкт-Петербург, Россия

² Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург, Россия

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ ПРОТЕОМНЫЙ ПОДХОД В ИССЛЕДОВАНИЯХ МЕЙОЗА У РЖИ

Рожь *Secale cereale* L. характеризуется низкой плотностью генетических карт и низким процентом кодирующих последовательностей относительно размера генома. В связи с этим, секвенирование генома ржи затруднено, а использование транспозонного мутагенеза для направленного получения мутаций по известным генам не представляется возможным. Единственно возможной стратегией на ржи является детальное сравнение фенотипических портретов спонтанных мутантов с фенотипами мутантов по известным

генам, например дрожжей, арабидопсиса и кукурузы. Основой такого подхода являются Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости Николая Ивановича Вавилова и методы обратной геномики и протеомики.

Изучение генетического контроля и молекулярных механизмов регуляции мейоза у ржи в течение длительного времени проводилось с использованием оригинальной «Петергофской» коллекции спонтанных мейотических мутантов лаборатории генетики растений СПбГУ. На основе этой коллекции была создана модель для изучения пред-мейотической доменной организации ядра, гомологичного спаривания, компактизации и сегрегации мейотических хромосом. Проведение генетического анализа позволило выявить закономерности наследования, межгенных и межallelельных взаимодействий мейотических генов и их хромосомную локализацию. Порядок включения мейотических генов в процесс мейоза устанавливали на основании фенотипа двойных мутантов, а также реализации ключевых этапов мейоза у ржи.

Современные методы протеомного анализа, такие как 2D-DIGE (сравнительный двумерный электрофорез) и масс-спектрометрия, с успехом были использованы на таких объектах как арабидопсис *A. thaliana* L. (Borner et al., 2005), рис *Oryza sativa* L. (Shi et al., 2008) и пшеница *Triticum aestivum* L. (Gao et al., 2011) для выяснения влияния различных факторов на протеом. Мы провели такой анализ с целью идентификации мейоз-специфичных белков злаков, таких как рожь и кукуруза. Нами были выделены белки из пыльников, находящихся на стадиях мейоза, а также пыльников с пыльцой, *S. cereale* L. и кукурузы *Zea mays* L. *subsp. mays*. Протеомные профили полученных проб были сопоставлены с помощью 2D-DIGE, после чего белки, уровни продукции которых в различных пробах отличались, были идентифицированы при помощи масс-спектрометрии. Использованный экспериментальный подход позволил провести сравнительный протеомный анализ у ржи дикого типа, мей-мутантов *sy1* и *sy9* «Петергофской» коллекции, характеризующихся нарушениями в спаривании и расхождении хромосом, а также у кукурузы. Сравнительный анализ белков ржи и аминокислотных последовательностей, имеющихся в доступных базах данных растений (SwissProt, NCBI) позволил впервые в мировой практике получить данные о протеомном ландшафте мейоз-специфичных белков ржи и выявить белок, специфичный для мутанта *sy1*. С хорошей поддержкой была идентифицирована характерная для мутанта модификация белка GAPDH (Glyceraldehyde-3-phosphate dehydrogenase 2, cytosolic), что позволило предположить, что выявленные нами ранее аномалии мейотической рекомбинации и кластеризации доменов хромосом у мутанта *sy1* могут быть связаны с нарушением функции GAPDH, отличной от его роли в обеспечении энергетического обмена. Проводится сравнительный анализ транскриптома мутанта для точной идентификации измененного белка.

Исследования проведены при финансовой поддержке Грантов Президента Российской Федерации для Ведущих научных школ (НШ-5115.2014.4; НШ-9513.2016.4) с использованием оборудования ресурсного центра Научного парка СПбГУ «Развитие молекулярных и клеточных технологий».

*А.А. Нижников^{1,2,3}, К.С. Антонец^{1,2,3}, С.Ф. Кливер^{1,3}, Д.Е. Полев¹,
А.Р. Шувалова¹, Е.А. Андреева^{1,2}, С.Г. Инге-Вечтомов^{1,2}*

¹Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург, Россия

²Санкт-Петербургский филиал Института общей генетики им. Н.И. Вавилова РАН,
г. Санкт-Петербург, Россия

³ФГБНУ Всероссийский НИИ сельскохозяйственной микробиологии,
г. Санкт-Петербург, г. Пушкин, Россия

АМИЛОИДЫ И ПРИОНЫ: ОТ ПАТОГЕНЕЗА К ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ЧЕТВЕРТИЧНОЙ СТРУКТУРЕ БЕЛКА

Амилоиды представляют собой упорядоченные белковые фибриллы, обладающие особенной пространственной структурой, называемой кросс-β. Этот термин возник вследствие того, что мономеры белка в составе амилоидных фибрилл образуют межмолекулярные β-слои, ориентированные параллельно оси фибриллы и стабилизированные большим количеством водородных связей, что приводит к специфической кросс-β картине при двумерной рентгеновской дифракции. Прионами называют белки, способные в одних и тех же условиях стабильно существовать в двух и более конформациях, как минимум одна из которых обладает инфекционными свойствами. Прионизация белка обычно сопровождается формированием амилоидных агрегатов, обладающих инфекционными свойствами. Поэтому более частным определением прионов являются инфекционные амилоиды.

Формирование амилоидных структур может быть ассоциировано как с патологическими процессами, так и вести к возникновению новых функций белков. На протяжении долгого времени амилоиды воспринимались как летальные патогены, вызывающие болезни, связанные с нарушением укладки белка, названные амилоидозами. К настоящему времени известно более 30 амилоидозов человека и животных, все они неизлечимы. Особую группу представляют собой нейродегенеративные прионные болезни, связанные с патологической агрегацией белка PrP^{Sc}, которые, в отличие от других амилоидозов, являются инфекционными.

В последнее время получен ряд данных о том, что амилоиды могут быть не только патологическими, но и функциональными. Так, у бактерий идентифицированы амилоидные белки, принимающие участие в формировании биопленок, запасании токсинов, преодолении поверхностного натяжения воды и выполнении некоторых других функций. У человека амилоиды участвуют в формировании долговременной памяти, полимеризации меланина, запасании гормонов, биоминерализации зубной эмали, регуляции программированного некроза и антивирусного ответа. Таким образом, амилоиды являются не только патогенным, но и функциональным вариантом четвертичной структуры белка [1].

В настоящее время считается, что прионизация белков вызывает их инактивацию за счет вовлечения функционально активных мономеров белка в прионные агрегаты. Используя модель приона дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* [*SWT*⁺], мы решили проанализировать, насколько сходны эффекты прионизации Swi1 (структурного белка [*SWT*⁺]) и делеции кодирующего его гена *SWI1*. Белок Swi1 является компонентом эволюционно консервативного комплекса регуляции хроматина SWI/SNF, поэтому мы сравнили эффекты прионизации и делеционной инактивации Swi1 на уровне транскрипта при помощи секвенирования поли-А мРНК на платформе Illumina в штаммах [*SWT*⁺], [*swi*⁻], и *swi1Δ*. Мы установили, что и формирование приона [*SWT*⁺], и делеция *SWI1* изменяют экспрессию сотен дрожжевых генов. Тем не менее, двадцать генов, уровень экспрессии которых снижен в штаммах *swi1Δ*, демонстрируют повышенный уровень экспрессии в

штаммах [SWI^+]. Таким образом, эффекты приона [SWI^+] на экспрессию генов сходны с мутацией, усиливающей функцию белка (gain-of-function). В целом, наши данные показывают, что прионизация не только не эквивалентна делеции соответствующего структурного гена, но может оказывать противоположный делеции эффект.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (гранты 17-04-00816 и 16-34-60153). Авторы благодарят Научный парк СПбГУ за предоставленную возможность использовать ресурсные центры «Биобанк» и «Развитие молекулярных и клеточных технологий».

Нижников А.А., Антонец К.С., Инге-Вечтомов С.Г. Амилоиды: от патогенеза к функции // Биохимия, 2015. – Т.80. – С. 1356–1375.

УДК 601.4:577.21:575.112

А.А. Павлова, М.М. Белова, М.Ю. Чердниченко

Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва, Россия

ПОСТРОЕНИЕ ФИЛОГЕНЕТИЧЕСКОГО ДРЕВА СЕМЕЙСТВА PONTEDERIACEAE KUNTH

Ядерный геном является источником информации в филогенетических отношениях из нескольких независимых групп сцепления. Однако в связи с относительно стремительным темпом развития ядерных генов в сочетании с общей текучестью генома, с точки зрения количества и порядка генов, делать филогенетические выводы сложнее [1]. Основанные на морфологических признаках деревья плохо поддержаны. В исследовании Wright et al. (2010) представлены данные по пяти ядерным генам Pontederiaceae Kunth [4]. Построенное («ядерное») древо аналогично построенному ранее другими исследователями «пластидному» [2], но есть и разночтения.

Построение филогенетического древа семейства Pontederiaceae Kunth было проведено с помощью программы MEGA7 (version 7.0.14) на основе последовательности гена большой субъединицы RuBisCO, взятой из базы данных NCBI. Метод – Maximum Likelihood. Модель – T92 (Tamura-3-parameter). Дополнительные параметры – +G+I (Gamma distributed with Invariant sites). Бутстрэп – 1000 повторений.

Используя данные сайта NCBI, удалось установить филогенетическую близость одних видов и расхождения с другими на протяжении эволюции родов данного семейства.

На рисунке 1 представлено филогенетическое древо с последующими кладами друг в друге. Вертикальными линиями справа от дерева обозначены роды семейства: *Hydrothrix* Hook.f., *Pontederia* L., *Eichhornia* Kunth, *Heteranthera* Ruiz. & Pav., *Monochoria* C.Presl.

Разделение видов рода *Eichhornia* Kunth по двум кладам наблюдается, вероятно, вследствие относительно низкого значения бутстрэпа (<50) для клады, включающей виды *E. paniculata*, *E. sp. Barrettand Shore*, *E. paradoxa*, *E. meyeri*.

Во второй кладе, содержащей остальные виды рода, интересным для изучения представляется вид *E. crassipes*, выделяющийся в отдельную ветвь. В целом, высокие отдельные значения бутстрэпа, а также низкие его значения в выше упомянутой кладе позволяют предполагать более близкие эволюционные отношения между родами

Pontederia L. и *Eichhornia* Kunth, что, в свою очередь, свидетельствовало бы о более отдаленном родстве с ними рода *Heteranthera* Ruiz. & Pav.

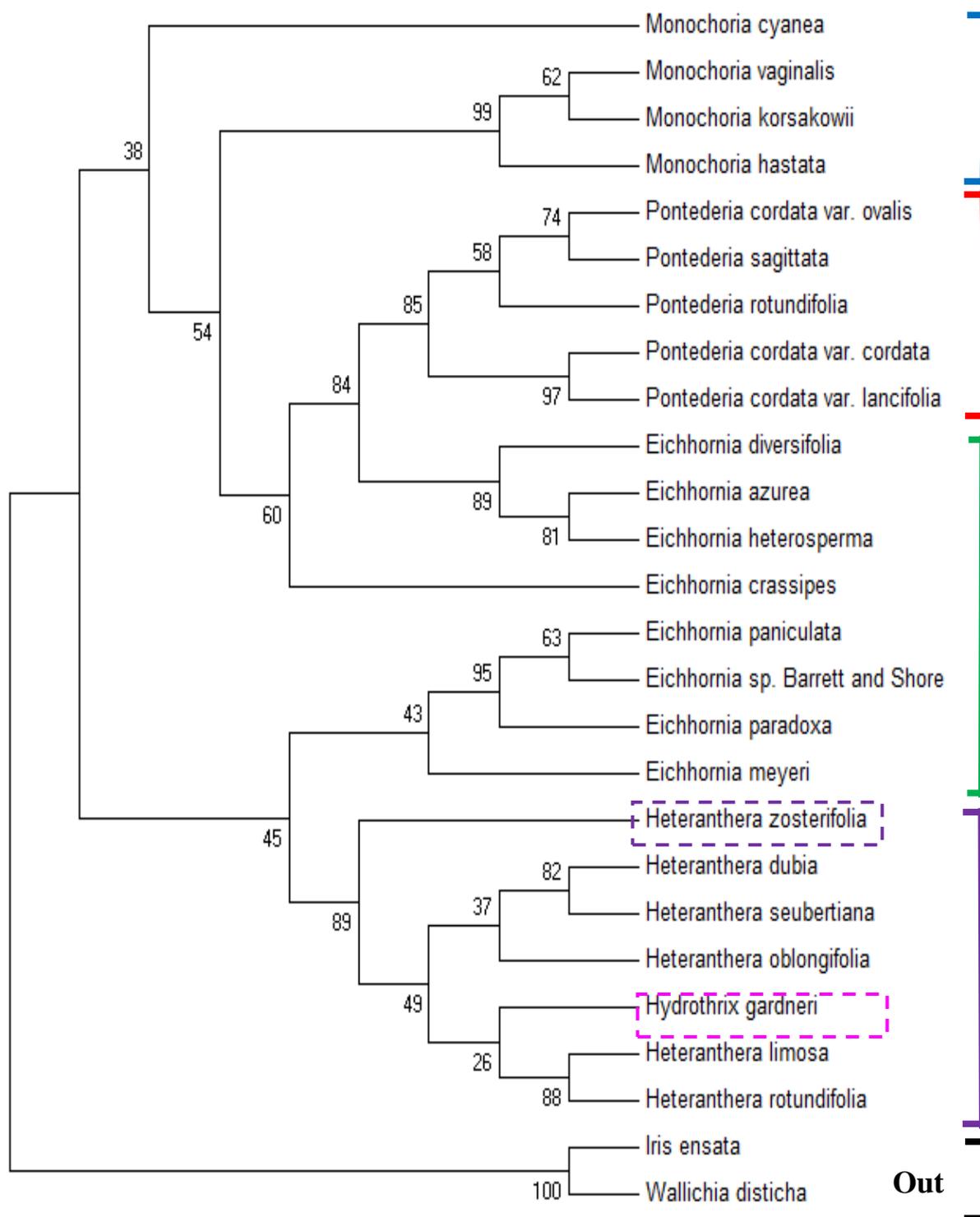


Рис. 1. Филогенетическое древо семейства Pontederiaceae Kunth

Представляется интересным для исследования положение монотипного рода *Hydrothrix* Hook.f. внутри клады рода *Heteranthera* Ruiz. & Pav., как и выделение в отдельную ветвь вида *Monochoria cyanea* F.Muell. внутри клады рода *Monochoria* C.Presl. Потенциальное особое положение гидротрикса также отмечалось в исследованиях [2].

Представляет интерес и положение вида *Heteranthera zosterifolia* Mart. [3] относительно других видов гетерантеры: с высоким значением бутстрэпа (89) данный вид представляет собой отдельную ветвь эволюции рода.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Kellogg E.A. The evolution of nuclear genome structure in seed plants / E.A. Kellogg, J.L. Bennetzen // *Am J Bot.* – 2004. – Vol. 91. – P. 1709–1725.
2. Olmstead R.G. Rooting phylogenetic trees with distant outgroups: a case study from the commelinoid monocots / R.G. Olmstead, S.W. Graham, S.C.H. Barrett // *Mol Biol Evol.* – 2002. – Vol. 19. – P. 1769–1781.
3. Pavlova A.A. *In vitro* cultivation of aquatic plant *Heteranthera zosterifolia* Mart. / A.A. Pavlova, M.Yu. Cherednichenko // The 3rd International Symposium on Euroasian Biodiversity. July 05–08 2017. Minsk, Belarus. Abstract e-Book. Eds. G. Semiz, G.K. Akyldiz. – P. 519.
4. Wright S.I. Mating-system variation, demographic history and patterns of nucleotide diversity in the tristylous plant *Eichhornia paniculata* / S.I. Wright, R.W. Ness, S.C.H. Barrett // *Genetics.* – 2010. – Vol. 184. – P. 381–392.

УДК 60:57.085:582.929.4

Д.А. Парфенова, М.Ю. Чередниченко

Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва, Россия

ВВЕДЕНИЕ СЕМЯН *MENTHA* × *PIPERITA* L. В КУЛЬТУРУ *IN VITRO*

Клетки растений *in vitro* являются удобной моделью для изучения многих физиолого-биохимических процессов, таких как регуляция вторичного метаболизма, процессы цитодифференцировки и морфогенеза, механизмы опухолеобразования, механизмы устойчивости растений к неблагоприятным факторам среды, и генетики растительного организма.

Мята перечная (*Mentha* × *piperita* L.) часто становилась объектом внимания биотехнологов [1–4]. Однако сортовые и генотипические различия между исследованными образцами по реакции на введение в культуру *in vitro* и некоторые способы регуляции морфогенеза и метаболизма не позволяют дать универсальные рекомендации по культивированию данного вида в культуре клеток и тканей. При сравнении биосинтеза монотерпеноидов *in vitro* и *in vivo* выявлено, что изолированные клетки сохраняют наследственную информацию исходных растений о путях биосинтеза эфирного масла, а также что в них присутствуют достаточно активные ферментные системы, способные осуществлять процесс биосинтеза.

В данной работе были использованы следующие образцы мяты перечной: Перечная («СеДеК»), Перечная («Урожай удачи[®]»), Кубанская 6, Лёгкое дыхание. Для введения в культуру *in vitro* семена мяты перечной дезинфицировали 0,1 %-ным раствором хлорида ртути (II) (5 или 10 минут) или 5 %-ным раствором гипохлорита натрия (10 или 15 минут), затем помещали на агаризованную питательную среду Мурасиге и Скуга (МС).

Оценивали долю проросших семян (табл. 1) и длину проростков на 10-й день культивирования (табл. 2) при разной экспозиции стерилизации.

Как видно из таблицы 1, варианты стерилизации не оказали существенного влияния на эффективность прорастания семян в случае большинства образцов. Однако у сорта Кубанская 6 в варианте с экспозицией 10 минут в 0,1 %-ном растворе хлорида ртути (II) эффективность прорастания была достоверно ниже, чем в остальных вариантах, что

может объясняться токсическим действием хлорида ртути при длительной экспозиции на растения данного сорта.

Таблица 1

Эффективность прорастания семян при различных режимах стерилизации (%)

Вариант	Сорт			
	Перечная «СеДеК»	Перечная «Урожай удачи®»	Лёгкое дыхание	Кубанская 6
0,1 %-ный раствор хлорида ртути (II), 5 мин.	36,0 ± 19,8	42,0 ± 3,6	32,0 ± 9,2	42,0 ± 3,2
0,1 %-ный раствор хлорида ртути (II), 10 мин.	36,0 ± 4,8	32,0 ± 9,2	34,0 ± 11,0	28,0 ± 0,0
30 %-ный раствор гипохлорита натрия, 10 мин.	40,0 ± 6,6	42,0 ± 8,0	40,0 ± 12,6	48,0 ± 5,6
30 %-ный раствор гипохлорита натрия, 15 мин.	32,0 ± 9,6	44,0 ± 6,6	36,0 ± 11,0	44,0 ± 6,6

Исследования показали, что на 10-й день при разной экспозиции стерилизации длина проростков мяты перечной во всех испытуемых сортах при разной экспозиции стерилизации достоверно не отличается (табл. 2).

Таблица 2

Длина проростков при разной экспозиции стерилизации (мм)

Вариант	Сорт			
	Перечная «СеДеК»	Перечная «Урожай удачи®»	Лёгкое дыхание	Кубанская 6
0,1 %-ный раствор хлорида ртути (II), 5 мин., 5 мин.	2,1 ± 1,4	1,9 ± 1,0	1,6 ± 0,9	1,8 ± 0,9
0,1 %-ный раствор хлорида ртути (II), 5 мин., 10 мин.	2,3 ± 0,8	1,5 ± 0,2	2,1 ± 1,1	1,4 ± 0,0
30 %-ный раствор гипохлорита натрия, 10 мин.	2,9 ± 0,4	2,4 ± 0,6	2,4 ± 0,7	2,0 ± 0,8
30 %-ный раствор гипохлорита натрия, 15 мин.	2,6 ± 0,4	2,5 ± 0,8	2,5 ± 0,9	1,8 ± 0,6

Таким образом, все изученные варианты режима стерилизации показали себя схожим образом и среди них нельзя выявить наилучший. Однако, учитывая гораздо большую токсичность хлорида ртути (II) по сравнению с гипохлоритом натрия, можно рекомендовать использование 5 %-ного раствора гипохлорита натрия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бугара И.А. Клональное микроразмножение и оздоровление *Mentha piperita* L. *in vitro* / И.А. Бугара // Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского Серия «Биология, химия». – 2013. – Т. 26(65). – № 1. – С. 10–15.
2. Charleson R.P. In vitro Adventitious Shoot Regeneration of Native Spearmint Using Internodal Explants / R.P. Charleson, C.W. Stephen, A.J. Matthew // HortScience. – 2006. – Vol. 41(2). – P. 414–417.
3. Sarwar S. In vitro direct regeneration in mint from different explants on half strength MS medium / S. Sarwar, M. Zia, Riaz-ur-Rehman, Z. Fatima, R.A. Sial, M.F. Chaudhary // African Journal of Biotechnology. – 2009. – Vol. 8(18). – P. 4667–4671.

4. Sunandakumari C. Rapid axillary bud proliferation and ex vitro rooting of herbal spice, *Mentha × piperita* L. / C. Sunandakumari, K.P. Martin, M. Chithra, S. Sini, P.V. Madhusoodanan // Indian Journal of Biotechnology. – 2004. – Vol. 3. – P. 108–112.

УДК 60:57.085:582.929.4

О.И. Петрунина, М.Ю. Чередниченко

Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева,
г. Москва, Россия

ИНДУКЦИЯ КАЛЛУСОГЕНЕЗА *MENTHA LONGIFOLIA* L. В КУЛЬТУРЕ *IN VITRO*

Из-за усиления антропогенной нагрузки и большого изменения экологических условий многие виды мяты практически не встречаются в естественных местах произрастания. Эти виды представляют собой ценный генетический ресурс и сохраняются *ex situ* в ботанических коллекциях закрытого грунта. Очень часто редкие виды мяты в коллекциях представлены единичными экземплярами, кроме того, для роста мяте нужны особые условия содержания [3]. В связи с этим наиболее перспективным в такой ситуации представляется создание дублирующих коллекций редких исчезающих растений с помощью методов культуры *in vitro* [1, 2, 4].

Для изучения влияния гормонального состава питательной среды на эффективность каллусогенеза и соматического органогенеза *Mentha longifolia* L. экспланты различных типов (листовые, стеблевые и узловые) помещали на питательную среду Мурасиге и Скуга с добавлением регуляторов роста ауксиновой (индоллил-3-уксусная кислота (ИУК), α -нафтилуксусная кислота (НУК)) и цитокининовой (6-бензиламинопури (БАП)) природы.

В ходе изучения особенностей морфогенеза в ответ на добавление экзогенных веществ гормональной природы были получены результаты, представленные в табл. 1.

Таблица 1

Эффективность каллусогенеза *M. Longifolia*

Гормональный состав среды	Эффективность каллусогенеза, %		
	листья	стебли	узлы
без регуляторов роста	28,0 ± 3,6	22,0 ± 3,4	15,5 ± 2,0
1 мг/л БАП	20,5 ± 1,9	20,0 ± 2,5	0,0
3 мг/л БАП	46,0 ± 2,0	21,0 ± 3,7	0,0
0,5 мг/л ИУК	18,0 ± 1,7	19,0 ± 2,5	12,0 ± 1,3
0,5 мг/л НУК	22,5 ± 2,3	17,0 ± 2,5	13,0 ± 2,1
1 мг/л БАП + 0,1 мг/л ИУК	19,0 ± 3,5	17,0 ± 1,7	11,5 ± 1,7
1 мг/л БАП + 0,5 мг/л ИУК	14,5 ± 2,0	18,0 ± 1,9	18,0 ± 1,9
3 мг/л БАП + 0,1 мг/л ИУК	19,0 ± 4,8	17,0 ± 1,6	16,5 ± 2,3
3 мг/л БАП + 0,5 мг/л ИУК	32,0 ± 4,7	21,0 ± 3,7	15,0 ± 2,0
1 мг/л БАП + 0,1 мг/л НУК	22,0 ± 3,4	15,0 ± 3,4	12,5 ± 2,2
1 мг/л БАП + 0,5 мг/л НУК	23,0 ± 3,4	19,0 ± 3,4	13,5 ± 2,4
3 мг/л БАП + 0,1 мг/л НУК	0,0	17,0 ± 1,1	0,0
3 мг/л БАП + 0,5 мг/л НУК	32,0 ± 4,3	19,0 ± 2,3	12,5 ± 2,0

Таким образом, эффективность каллусогенеза у *M. longifolia* из узловых эксплантов по всем изученным видам в среднем была ниже, чем из листовых и стеблевых, в боль-

шинстве случаев различия достоверны (табл. 1). Наибольшая частота каллусогенеза была отмечена на листовых эксплантах, при этом наиболее эффективным оказалось добавление в питательную среду цитокинина БАП в концентрации 3 мг/л либо без ауксинов, либо с добавлением 0,5 мг/л ИУК или НУК.

Наибольшей способностью к стеблевому органогенезу характеризовались стеблевые экспланты *M. longifolia*. При этом наибольшая частота стеблевого органогенеза (более 40 %) была отмечена на средах, содержащих 0,1 мг/л ауксина (ИУК или НУК) на фоне добавления 1 мг/л или 3 мг/л цитокинина (БАП), эти сочетания были более эффективными, чем добавление только ауксинового компонента.

Эффективность корневого органогенеза *M. longifolia* была выше на листовых эксплантах, хотя, в целом, данный вид характеризовался низкой частотой корнеобразования (ниже 25 %). Наиболее подходящей оказалась среда с добавлением 0,5 мг/л НУК, что может свидетельствовать о преимуществе добавления данного ауксина по сравнению с ИУК.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Егорова Т.А. Основы биотехнологии: учеб. пособие / Т.А. Егорова, С.М. Клунова, Е.А. Живухина. – М.: Изд. Центр «Академия», 2003. – 208 с.
2. Калашникова Е.А. Основы биотехнологии / Е.А. Калашникова, М.Ю. Чередниченко. – М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2014. – 187 с.
3. Мустяцэ Г.И. Возделывание ароматических растений / Г. И. Мустяцэ. – Кишинев: Штиинца, 1988. – С. 72–91.
4. Petrunina O.I. Introduction of three species of the tribe Mentheae in vitro culture / O.I. Petrunina, M.Y. Cherednichenko // 2nd International Symposium „Secondary Metabolites. Chemistry, Biology and Biotechnology”. Moscow, May 19-23, 2014: Abstract Book. – М.: МЭСХ, 2014. – Р. 67.

УДК 575.1:633.854.78

К.В. Рейн, Л.Г. Курасова

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов, Россия

СЕЛЕКЦИЯ СОРТОВ ПОДСОЛНЕЧНИКА КОНДИТЕРСКОГО НАПРАВЛЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

В Саратовском регионе научная селекция подсолнечника ведется с 1912 г. Впервые в Саратовскую губернию подсолнечник попал как грызовое растение, а затем стал масличной культурой. Грызовой подсолнечник возделывался до 30 годов прошлого века, а затем в производстве остался только масличный подсолнечник.

В НИИСХ Юго-Востока под руководством доктора сельскохозяйственных наук В.К. Морозова был создан первый высокобелковый сорт подсолнечника Саратовский 2115 [3]. Затем в 1987 г. под руководством доктора сельскохозяйственных наук В.Ф. Пимахина создан и передан в Государственную комиссию по сортоиспытанию первый сорт кондитерского направления Саратовский 82, который по настоящее время находится в производстве [4, 5]. В НИИСХ Юго-Востока в разные годы были созданы сорта масличного и кондитерского направлений: Саратовский 169, Саратовский ранний и Саратовский 206, Саратовский 10, Юговосточный, Волгарь, Саратовский крупноплодный, Саратовский 2, Саратовский 2115, Раннеспелый 38, Скороспелый, Скороспелый 87, Саратовский 85, Степной 81, Саратовский 82, Саратовский 20 и др. [5, 6].

Наряду с кондитерскими сортами стали создавать и сорта грызового типа, отличающиеся высоким содержанием белка (до 25 %) и лузги (до 40 %) [1].

В настоящее время ведется работа по созданию и изучению нового исходного материала для селекции сортов кондитерского направления использования [2].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Бородин С.Г.* Селекция сортов подсолнечника специального назначения // Сб. науч. тр. ВНИИМК. Матер. межд. конф., посвящ. 90-летию ВНИИМК. – Краснодар. 2003. – С. 15–25.
2. *Курасова Л.Г., Лобачев Ю.В., Себостьян О.В., Лекарев В.М., Кудряшов С.П.* Сравнительная оценка сортов подсолнечника кондитерского назначения // Вавиловские чтения – 12: Материалы межд. науч.-практ. конф., посвященной 125-летию со дня рождения академика Н.И. Вавилова. – Саратов: ИЦ Наука, 2012. – С. 117–118.
3. *Морозов В.К.* Резервы белка у подсолнечника // *Зерновое хоз-во*, 1972. – № 1. – С. 12–25.
4. *Пимахин В.Ф.* Результаты работ по селекции сортов и гибридов кондитерского назначения // Актуальные проблемы селекции и семеноводства зерновых культур Юго-Восточного региона Российской Федерации / Тез. науч.-практ. конф. – Саратов: НИИСХ Юго-Востока, 1999. – С. 125–127.
5. *Пимахин В.Ф.* Методы и результаты селекции подсолнечника в Поволжье. Дисс. в форме научного доклада на соиск. уч. степ. докт. с/х наук. – Саратов, 2000. – 66 с.
6. *Пимахин В.Ф., Лекарев В.М.* Состояние и основные результаты работ по селекции подсолнечника в Поволжье // Сб. науч. тр. ВНИИМК. Матер. междун. конф., посвященной 90-летию ВНИИМК. – Краснодар, 2003– С. 66–71.

УДК 575.1:633.854.78

К.С. Семенова, Л.Г. Курасова, Ю.Ю. Бандурина

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов, Россия

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ФОРМЫ ЯЗЫЧКОВЫХ ЦВЕТКОВ У ПОДСОЛНЕЧНИКА

В селекции подсолнечника используют маркерные признаки, среди которых большую популярность приобрели морфологические признаки. В Саратовском ГАУ более четверти века проводятся научные исследования по разным морфологическим признакам подсолнечника. Особое внимание генетиков и селекционеров было привлечено к окраске и форме язычковых цветков подсолнечника. Под руководством доктора сельскохозяйственных наук, профессора Ю.В. Лобачева совместно с сотрудниками ФГБНУ НИИСХ Юго-Востока были выявлены формы подсолнечника с нестандартной окраской и формой язычковых цветков, созданы наборы почти изогенных линий в генофоне самофертильной линии ЮВ-28Б [1, 5].

Изучено наследование четырех разных форм язычковых цветков у подсолнечника. Определены аллельные отношения и взаимодействия четырех генов *fs*, *fm*, *ft* и *ftw*, контролирующих соответственно короткие, средние, короткие трубкообразные и скрученные язычковые цветки подсолнечника [2, 6, 7, 9].

Используя изогенный анализ, установлены и количественно измерены эффекты генов *fs*, *fm*, *ft* и *ftw* на морфологические и фенологические признаки растений подсолнечника, урожайность семян и ее компоненты, качество семян и масла, устойчивость к заражению и ложной мучнистой росе [3, 4].

Гены *fs*, *fm*, *ft* и *ftw* рекомендованы в качестве маркерных в селекции и семеноводстве подсолнечника. Создан исходный материал из линий, носителей этих генов, для

селекции сортов и гибридов подсолнечника, в том числе и декоративного направления использования [8].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Курасова Л.Г., Лобачев Ю.В. Генетические исследования у подсолнечника // Вестник Саратовского агроуниверситета им. Н.И. Вавилова, 2012. – № 10. – С. 48–50.
2. Курасова Л.Г., Лобачев Ю.В. Генетический контроль формы язычковых цветков у подсолнечника // Вестник Саратовского агроуниверситета им. Н.И. Вавилова, 2009. № 7. – С. 19–21.
3. Курасова Л.Г., Лобачев Ю.В. Селекционная ценность формы язычковых цветков у подсолнечника // Вестник Саратовского агроуниверситета им. Н.И. Вавилова, 2009. № 3. – С. 20–22.
4. Лекарев В.М., Лобачев Ю.В., Курасова Л.Г. Селекционная ценность и устойчивость к болезням, вредителям и паразитам линий подсолнечника с нестандартной формой язычковых цветков // Вестник Саратовского агроуниверситета им. Н.И. Вавилова, 2012. № 3. – С. 22–23.
5. Лобачев Ю.В. Результаты и перспективы генетико-селекционных исследований в Саратовском аграрном университете // Международный журнал экспериментального образования. 2012, № 9. – С. 7–8.
6. Лобачев Ю.В., Курасова Л.Г., Иманова Д.И. Наследование окраски и формы язычковых цветков и окраски листа у подсолнечника // Международный журнал экспериментального образования. – 2013. – № 3. – С. 63–64.
7. Лобачев Ю.В., Курасова Л.Г., Лекарев В.М. Наследование признаков декоративности у подсолнечника // Аграрный научный журнал. – 2016. – №6. – С. 24–28.
8. Лобачев Ю.В., Курасова Л.Г., Лекарев В.М. Создание сортов декоративного подсолнечника // Международный журнал экспериментального образования. – 2016. – № 5 (часть 2). – С. 189–190.
9. Лобачев, Ю.В. Генетический контроль формы язычковых цветков у почти изогенных линий подсолнечника / Ю.В. Лобачев, Л.Г. Курасова, В.М. Лекарев, Е.А. Константинова // Масличные культуры: НТБ ВНИИМК. – 2010. – Вып. 2 (144–145). – С. 21–25.

УДК 60:57.085:582.929.4

О.Ю. Словарева, М.Ю. Чередниченко

Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва, Россия

ИНДУКЦИЯ КАЛЛУСОГЕНЕЗА И ОРГАНОГЕНЕЗА В КУЛЬТУРЕ *IN VITRO* РАСТЕНИЙ *OCIMUM BASILICUM L.*

Существующие на сегодняшний день коммерческие сорта базилика (*Ocimum basilicum L.*) представляют широкий сортимент листовых форм, окраски листьев и цветков, декоративных садовых форм, высоты и формы куста, ароматов. Исследования показали, что сорта базилика, имеющие фиолетовую окраску листьев, представляют собой сырьё для получения антоцианов, и многие из них являются потенциальными источниками для получения антиоксидантов.

Таким образом, существенно возрос интерес к использованию клеточных технологий для ускорения процесса распространения лекарственных и ароматических растений. Были проведены исследования *in vitro* нескольких видов *Lamiaceae*, в том числе и *O. basilicum*. В экспериментах использовались различные экспланты, такие как узловые сегменты [1], листовые экспланты [3], молодые соцветия и пазушные почки [2].

В наших исследованиях для изучения влияния гормонального состава питательной среды на эффективность каллусогенеза и соматического органогенеза у образцов базилика душистого (сорта Любимчик, Василиск, Фиолетовый бархат, видовая популяция из Ботанического сада г. Вроцлав (Польша)) экспланты различных типов культивиро-

вали на питательных средах с добавлением регуляторов роста ауксиновой (2,4-дихлорфеноксиуксусная кислота (2,4-Д), индолил-3-уксусная кислота (ИУК)) и цитокининовой (6-бензиоаминопурин (БАП)) природы. В качестве эксплантов использовались настоящие листья, стебли, узлы, гипокотили и семядольные листья.

На большинстве вариантов сред у сорта Любимчик каллус не образовывался, либо частота каллусогенеза не превышала 33 %. Лучшим оказался вариант с использованием листовых эксплантов на среде с 2 мг/л 2,4-Д (88 %). Но и в этом случае количество дедифференцированных клеток на эксплант было небольшим.

Большинство вариантов питательных сред у сорта Василиск не дали положительных результатов. На среде с 0,5 мг/л ИУК каллус образовывался в небольших количествах и с достаточно низкой частотой (44 %). Лучшим оказалось культивирование настоящих листовых эксплантов на питательной среде МС с добавлением 2 мг/л 2,4-Д (100 %).

Несмотря на то, что у сорта Фиолетовый бархат каллус можно получить практически на любой из изучаемых сред, лучшей является среда с 2 мг/л 2,4-Д. Достаточное количество дедифференцированных клеток образуется из листовых и стеблевых эксплантов.

Для каллусообразования у видовой популяции не подходит ни одна из исследуемых гормональных сред. На среде с добавлением 1 мг/л БАП у различных эксплантов частота каллусогенеза была около 25-30 %, на среде с 0,5 мг/л ИУК при использовании стеблевых эксплантов - 43,00 %. При этом количество дедифференцированных клеток крайне мало.

В ходе экспериментов было установлено, что стеблевой органогенез у сорта Любимчик индуцируется только из узлов и семядольных листьев при использовании сред с 0,5 мг/л ИУК (частота органогенеза 36 и 45 %, соответственно) и 1 мг/л БАП (75 и 70 %, соответственно). Нет существенных отличий между использованием в качестве эксплантов узлов и семядольных листьев, лучшая среда для данного типа органогенеза применительно к сорту Любимчик – МС + 1 мг/л БАП.

У сорта Василиск стеблевой органогенез индуцируется только из узловых эксплантов: 30 % на среде МС + 0,5 мг/л ИУК, 70 % - МС + 3 мг/л БАП + 0,3 мг/л ИУК. Лучший вариант среды – МС + 1 мг/л БАП (100 %).

Для индукции стеблевого органогенеза у сорта Фиолетовый бархат подходит только вариант с использованием узловых эксплантов на среде с 1 мг/л БАП (60 %). Аналогичный результат у видовой популяции – 60 %.

У сорта Любимчик корни образуются на среде МС с 1 мг/л БАП из узлов, а также из других видов эксплантов на среде МС с 0,5 мг/л ИУК. При использовании в качестве эксплантов гипокотилей корневой органогенез отмечен в 100 % случаев, при использовании семядольных листьев – у 73 %.

Корневой органогенез у сорта Василиск отмечен только на среде МС с 0,5 мг/л ИУК – из узлов – 20 %, из листьев – 53 %.

Для индукции корнеобразования у сорта Фиолетовый бархат оказались подходящими два варианта сред – МС с 0,5 мг/л ИУК и МС с 3 мг/л БАП + 0,3 мг/л ИУК. Эффективность использования гипокотилей в качестве эксплантов существенно выше, чем любых других.

У видовой популяции индукция корнеобразования была отмечена только на среде с 0,5 мг/л ИУК. Использование листьев показало 85 %-ную эффективность. Опыты с остальными видами эксплантов были не результативными.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ahuja A. Clonal Propagation of *Ocimum* Species by Tissue Culture / A. Ahuja, M. Verma, S. Grewal // Indian Journal of Experimental Biology. – 1982. – Vol. 20. – P. 455–458.

2. Begum F. In Vitro Rapid Clonal Propagation of *Ocimum basilicum* L. / F. Begum, N. Amin, M.A.K. Azad // Plant Tissue Culture and Biotechnology. – 2002. – Vol. 12. – No. 1. – P. 27–35.

3. Phippen W.B. Shoot Regeneration of Young Leaf Explants from Basil (*Ocimum basilicum* L.) / W.B. Phippen, J.E. Simon // In Vitro Cellular & Developmental Biology. Plant. – 2000. – Vol. 36. – № 4. – P. 250–254.

УДК 60:57.085:582.929.4

А.В. Сосина, М.Ю. Чередниченко

Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева,
г. Москва, Россия

ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ СТЕРИЛИЗАЦИИ СЕМЯН *DRACOCERPHALUM MOLDAVICA* L. НА ДАЛЬНЕЙШИЙ РОСТ РАСТЕНИЙ *IN VITRO*

Лекарственные растения активно используют в народной и официальной медицине. Полезные свойства таких растений определены содержанием в них вторичных метаболитов [1]. Большое число эфиромасличных представителей относится к семейству *Lamiaceae* Mart. Одним из таких растений является *Dracocephalum moldavica* L., или змееголовник молдавский. Само растение, и эфирное масло в частности, обладают приятным лимонным ароматом. Состав и содержание масла сильно варьируют в зависимости от фазы развития змееголовника, условий и способов возделывания [3]. Это перспективный представитель лекарственных растений, но, в основном, все работы направлены на изучение изменения содержания эфирного масла при выращивании *in vivo* [2, 4]. Работы, проведенные в условиях *in vitro*, крайне малочисленны. В связи с этим целью наших исследований являлось введение змееголовника молдавского в культуру *in vitro* и изучение влияния режима стерилизации семян на рост асептических растений.

Стерилизация исходного материала является первым этапом при работе в культуре *in vitro*. Определение оптимального режима способствует дальнейшему успешному культивированию растений. Для достижения первой части цели проводили стерилизацию семян змееголовника в 0,1 %-ном растворе $HgCl_2$ в течение 2,5, 5, и 7,5 минут; в 5 %-ном р-ре $NaOCl$ в течение 5, 10 и 15 минут; в 10 %-ном р-ре H_2O_2 в течение 5, 10 и 15 минут и в 3 %-ном р-ре лизоформина в течение 5, 10 и 15 минут. Культивирование проводили на безгормональной питательной среде Мурасиге и Скуга (МС). Для контроля семена проращивали в нестерильных условиях на фильтровальной бумаге. Эффективность стерилизующего агента оценивали по доле проросших семян. В результате эксперимента было установлено, что стерилизующие агенты по-разному действовали на прорастание семян змееголовника молдавского (рис. 1). 3 %-ный раствор лизоформина оказывал угнетающее действие на каждый из сортов и не подходит для стерилизации. Сорт Горыныч реагировал на обработку остальными растворами схожим образом, и достоверных различий с контролем у данных вариантов нет. Всхожесть семян сорта Лимонный аромат после стерилизации ингибировалась всеми представленными видами обработки, но абсолютные значения достоверно друг от друга не отличались (рис. 1).

Стерилизующее вещество должно нейтрализовать эпифитную микрофлору на поверхности без нанесения вреда тканям семян, т.е. оно не должно проникать глубоко в ткани и повреждать их и зародыш [1]. Кроме оценки влияния стерилизующего раствора на эффективность прорастания, следует наблюдать за состоянием растений после появления проростков. Поэтому проростки по достижению высоты 1,0–1,5 см пересаживали также на питательную среду МС. Через 6 недель измеряли высоту, количество листьев и ветвей, оценивали общее состояние растений. Эффект обработки семян 3 %-ным раство-

ром лизоформина не изучали ввиду малочисленности и замедленного развития проростков. По высоте варианты практически не имели достоверных различий, особенно у сорта Горыныч (табл. 1). Следовательно, рассмотренные режимы стерилизации не оказывают отрицательного действия на рост растений в высоту. У сорта Лимонный аромат варианты со стерилизацией семян в 10 %-ном р-ре H₂O₂ в течение 5 и 10 мин. существенно отличались от вариантов обработки семян в 5 %-ном р-ре NaOCl (5, 10 и 15 мин.), но они все не имели различий с вариантами стерилизации 0,1 %-ном р-ре HgCl₂.

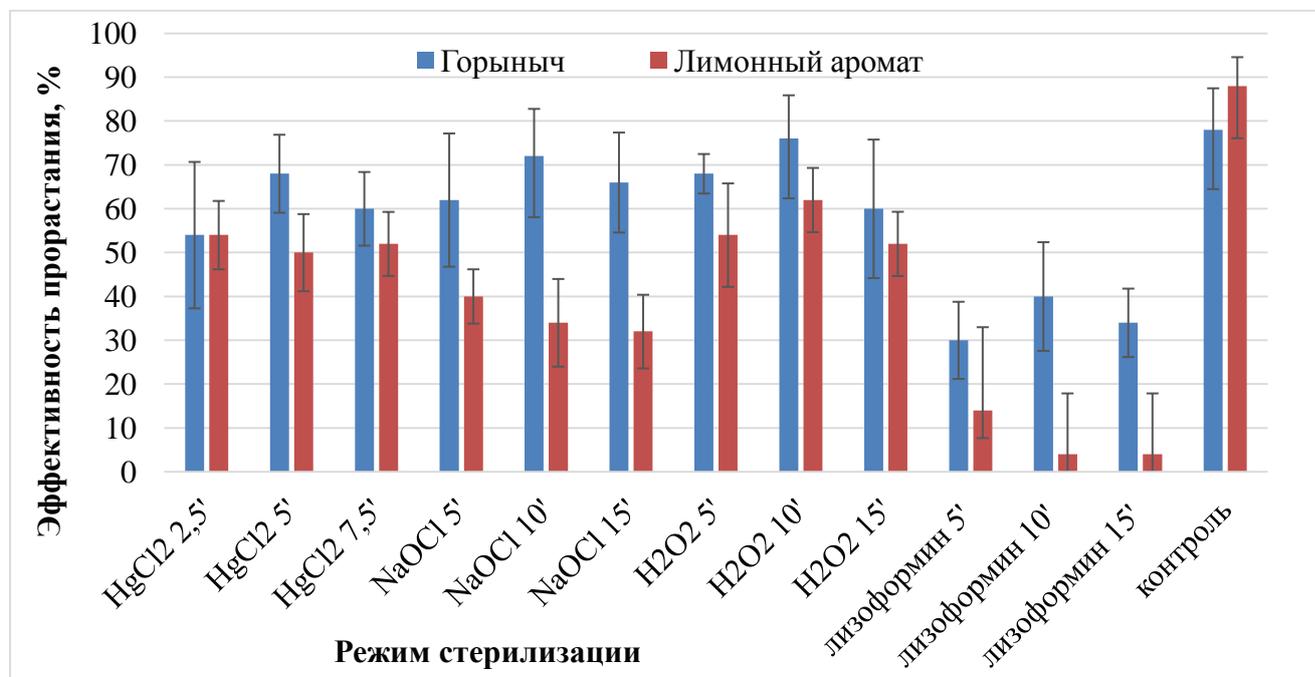


Рис. 1. Оценка всхожести семян змееголовника молдавского после стерилизации

Таблица 1

Влияние стерилизации семян на высоту асептических растений *D. moldavica*

Стерилизующий агент	Экспозиция, мин.	Высота растений, мм	
		Горыныч	Лимонный аромат
0,1 %-ный р-р HgCl ₂	2,5	26,5 ± 2,0	27,7 ± 3,0
	5	24,0 ± 2,4	23,3 ± 3,7
	7,5	22,6 ± 2,4	24,5 ± 3,5
5 %-ный р-р NaOCl	5	24,7 ± 2,0	19,7 ± 2,5
	10	22,6 ± 1,2	20,6 ± 1,1
	15	25,0 ± 1,4	21,9 ± 1,3
10 %-ный р-р H ₂ O ₂	5	24,8 ± 2,2	28,8 ± 1,5
	10	25,8 ± 2,5	27,7 ± 1,9
	15	20,0 ± 2,3	23,2 ± 2,3

Аналогичная закономерность просматривалась и в отношении количества сформированных листьев и боковых побегов, но у сорта Горыныч данные показатели имели в большинстве случаев более высокие значения, чем у сорта Лимонный аромат (табл. 2). Однако на всех вариантах растения не были выровненными и абсолютно схожими по морфологии: встречались как вытянутые с небольшими или мелкими светло-зелёными листьями, так и невысокие растения с зелеными крупными листьями (рис. 2).

Влияние стерилизации семян на параметры асептических растений *D. Moldavica*

Стерилизующий агент	Экспозиция, мин.	Количество листьев, шт.		Количество ветвей, шт.	
		Горыныч	Лимонный аромат	Горыныч	Лимонный аромат
0,1 %-ный р-р HgCl ₂	2,5	10,4 ± 1,2	9,3 ± 1,1	4,7 ± 1,1	4,1 ± 0,7
	5	11,7 ± 1,3	9,5 ± 1,2	6,7 ± 1,3	4,6 ± 1,3
	7,5	12,3 ± 2,3	10,5 ± 0,9	4,8 ± 1,1	4,4 ± 1,1
5 %-ный р-р NaOCl	5	13,7 ± 1,7	10,8 ± 2,1	7,7 ± 1,6	3,4 ± 1,4
	10	14,7 ± 1,7	10,6 ± 1,1	8,1 ± 1,5	5,3 ± 1,6
	15	15,7 ± 2,4	11,5 ± 1,3	9,1 ± 1,6	5,3 ± 0,9
10 %-ный р-р H ₂ O ₂	5	14,6 ± 1,3	10,3 ± 1,6	8,7 ± 1,5	4,6 ± 0,8
	10	13,1 ± 1,6	11,0 ± 1,5	8,5 ± 2,3	7,2 ± 1,3
	15	13,6 ± 1,9	11,5 ± 1,0	9,1 ± 1,4	9,3 ± 1,9

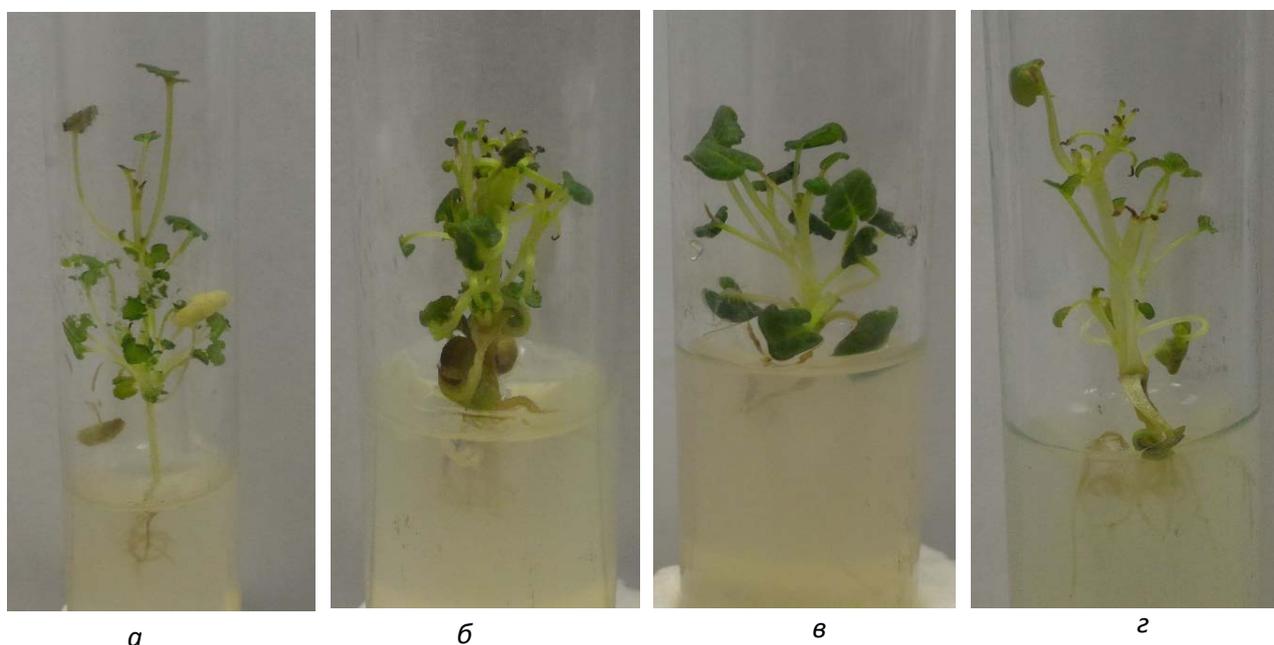


Рис. 2. Асептические растения *D. moldavica* после разных режимов стерилизации семян: сорт Горыныч: а – HgCl₂ 2,5 мин.; б – NaOCl 10 мин.; сорт Лимонный аромат: в – HgCl₂ 7,5 мин.; г – H₂O₂ 5 мин.

В виду того, что не было выявлено угнетающего действия проверенных режимов обработки семян змееголовника молдавского на рост растения в дальнейшем (кроме 3 %-ного р-ра лизоформина), выбор стерилизующего раствора и продолжительность нахождения в нем семян можно основывать на его влиянии на прорастание и свойствах самого стерилизатора (токсичность, способы хранения, доступность), в связи с чем 0,1 %-ный раствор HgCl₂ не рекомендуется.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Калашникова Е.А. Основы биотехнологии / Е.А. Калашникова, М.Ю. Чередниченко. – М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2014. – 187 с.
2. Кубрак М.Н. Динамика накопления и превращения эфирного масла змееголовника молдавского / М.Н. Кубрак, Л.И. Жуматий // Актуальные проблемы изучения эфирномасличных растений и эфирных масел: тез. докл. 2-го симпоз. 26-29 авг. – Кишинев, 1970. – С. 16–17.

3. *Попова О.И.* Змееголовник молдавский и иссоп лекарственный: современный взгляд на растения, монография / О.И. Попова, А.С. Никитина // Волгоград: Издательство ВолГМУ, 2014. – 224 с.

4. *Holm Y.* Variation in the main terpenes in Dragonhead (*Dracocephalum moldavica*) during growth / Y. Holm, B. Galambosi, R. Hiltunen // Flavour Fragrance J. – 1988. – №3. – P. 113–115.

УДК 633.174.1

В.И. Старчак

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов, Россия

ИЗУЧЕНИЕ ГЕТЕРОЗИСА В ПОКОЛЕНИИ F₁ У ЗЕРНОВОГО СОРГО ПО МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКИМ ПРИЗНАКАМ

Аннотация. В статье рассматриваются значения истинного и гипотетического гетерозиса по признакам толщина верхнего и нижнего междоузлия. Установлено, что в среднем по всем комбинациям по толщине верхнего междоузлия истинный гетерозис более 30,0 % выявлен в 7 комбинациях (19,4 %), а по гипотетическому гетерозису – выявлен в 8 комбинациях (22,2 %). По толщине нижнего междоузлия истинный гетерозис более 30% выявлен в 19 комбинациях (52,8 %), а по гипотетическому гетерозису – выявлен в 24 комбинациях (66,7 %).

Ключевые слова: сорго, гетерозис, гибрид, междоузлие.

При уборке зернового сорго наибольшее значение имеет признак – толщина верхнего и нижнего междоузлия. Эти параметры определяют устойчивость растений от ломкости стебля, полегания растения, а также пригодность посевов к механизированной уборке.

Материал и методика. Сортообразцы и гибриды F₁ зернового сорго высевали на опытном поле ФГБНУ РосНИИСК «Россорго». Площадь делянки – 7,7 м². Повторность – трехкратная. Размещение делянок рендомизированное [3]. В качестве тестеров (материнских форм) использовали ЦМС-линии: А₂КВВ 114, А₂КВВ 181, А₁Ефремовское 2; а в качестве опылителей – 12 сортов и линий. Среднее значение тестеров по признаку «толщина верхнего междоузлия» составило: А₂КВВ 114 – 0,53 см, А₂КВВ 181 – 0,51 см, А₁Ефремовское 2 – 0,95 см; по толщине нижнего междоузлия: А₂КВВ 114 – 0,90 см, А₂КВВ 181 – 1,06 см, А₁Ефремовское 2 – 1,96 см.

Измерения и расчеты проводили по общепринятым методикам [1, 2].

Результаты исследований. Интервалы варьирования толщины междоузлий родительских форм установлены в следующих пределах: верхнее – от 0,38 до 0,59 см – родители (опылители), у гибридов F₁ – от 0,46 до 1,05 см; нижнее – от 0,80 до 1,22 см – родители и от 0,94 до 2,03 см – гибриды F₁ (табл. 1).

Наибольшие значения толщины верхнего междоузлия были отмечены у гибридов F₁ в комбинациях: А₂КВВ 114/Зенит, А₂КВВ 114/ Гелеофор, А₂КВВ 114/ Л 34/14, А₂КВВ 181/Пищевое 35, А₂КВВ 181/Топаз, А₁Ефремовское 2/Волжское 4, А₁Ефремовское 2/Волжское 44.

По толщине нижнего междоузлия, наибольшим значением характеризуются гибриды А₂КВВ 114/Старт, А₂КВВ 114/Зенит, А₂КВВ 181/Волжское 44, А₂КВВ 181/Аванс, А₁Ефремовское 2/Волжское 44, А₁Ефремовское 2/Азарт.

Диапазон варьирования истинного гетерозиса по толщине верхнего междоузлия у гибридов установлен в следующих пределах: от – 48,42 % до 86,67 %, а гипотетического гетерозиса от – 27,94 % до 68,18 % (табл. 2).

**Параметры междоузлий родительских форм
и гибридов F₁ зернового сорго, 2016 г.**

Опылитель	Толщина верхнего междоузлия, см				Толщина нижнего междоузлия, см			
	P♂	тестер			P♂	тестер		
		1	2	3		1	2	3
Старт	0,42	0,53	0,70	0,49	1,00	2,03	1,75	0,95
Пищевое 35	0,38	0,50	0,74	0,53	1,06	1,29	1,45	1,55
Меркурий	0,40	0,58	0,53	0,72	0,80	1,53	1,24	0,94
Топаз	0,45	0,59	0,74	0,63	1,02	1,58	1,70	1,51
Зенит	0,50	0,62	0,64	0,70	0,90	2,79	1,64	1,52
Волжское 44	0,49	0,47	0,73	0,79	1,06	1,48	1,76	1,93
Волжское 4	0,50	0,58	0,63	1,05	0,92	1,61	1,54	1,92
Аванс	0,50	0,50	0,73	0,60	1,22	1,59	1,89	1,59
Азарт	0,48	0,46	0,52	0,68	0,91	1,25	1,64	1,96
Гелеофор	0,40	0,66	0,69	0,70	0,98	1,29	1,63	1,54
Л 34/14	0,53	0,62	0,50	0,63	1,07	1,18	1,07	1,28
Л 67/13	0,59	0,52	0,62	0,66	1,09	1,60	1,51	1,71
P♀		0,53	0,51	0,95		0,90	1,06	1,96

Примечание: тестер 1 – А₂ КВВ 114; тестер 2 – А₂ КВВ 181; тестер 3 – А₁ Ефремовское 2; P – среднее значение отцовской формы, F₁ – средние значения гибридов.

Таблица 2

**Истинный и гипотетический гетерозис у гибридов F₁ зернового сорго
в тестерных скрещиваниях по толщине верхнего междоузлия, 2016 г (%)**

Сортообразец, опылитель	Толщина верхнего междоузлия					
	А ₂ КВВ 114		А ₂ КВВ 181		А ₁ Ефремовское 2	
	Г _{ист.}	Г _{гипот.}	Г _{ист.}	Г _{гипот.}	Г _{ист.}	Г _{гипот.}
Старт	0	12,76	37,25	52,17	-48,42	-27,94
Пищевое 35	-5,66	11,11	45,09	68,18	-44,21	-19,69
Меркурий	9,43	26,09	3,92	17,78	-24,21	9,09
Топаз	11,32	20,40	45,09	54,17	-33,68	-10,00
Зенит	16,98	21,57	86,67	28,00	-26,31	-2,78
Волжское 44	-11,32	-7,84	43,14	46,00	-16,84	9,72
Волжское 4	9,43	3,92	23,53	26,00	10,52	45,83
Аванс	-5,66	1,96	43,14	46,00	-36,84	-16,66
Азарт	-13,21	-8,00	1,96	6,12	-28,42	-4,22
Гелеофор	24,53	43,48	35,29	53,33	-26,31	4,48
Л 34/14	16,98	16,98	-5,66	-3,84	-33,68	-14,86
Л 67/13	-11,86	-7,14	5,08	12,73	-30,53	-14,28
Среднее значение	3,41	11,27	30,37	33,89	-28,24	-3,44

Примечание: Г_{ист.} – гетерозис истинный; Г_{гип.} – гетерозис гипотетический.

Наибольшее значение истинного гетерозиса по толщине верхнего междоузлия наблюдалось в комбинациях: А₂КВВ 114/Зенит, А₂КВВ 114/Гелеофор, А₂КВВ 114/Л 34/14, А₂КВВ 181/Зенит, А₂КВВ 181/Топаз, А₂КВВ 181/Пищевое 35, а по гипотетическому гетерозису: А₂КВВ 114/Меркурий, А₂КВВ 114/Гелеофор, А₂КВВ 181/Пищевое 35, А₂КВВ 181/Гелеофор, А₁Ефремовское 2/Волжское 44, А₁Ефремовское 2/Волжское 4.

Диапазон варьирования истинного гетерозиса по признаку «толщина нижнего междоузлия» у гибридов зернового сорго установлен в следующих пределах: от -52,04 % до 210,0 %, а интервал варьирования гипотетического гетерозиса от -35,81 % до 210,0 % (табл. 3).

Таблица 3

Истинный и гипотетический гетерозис у гибридов F₁ зернового сорго в тестерных скрещиваниях по толщине нижнего междоузлия, 2016 г (%) .

Сортообразец, опылитель	Толщина нижнего междоузлия					
	A ₂ КВВ 114		A ₂ КВВ 181		A ₁ Ефремовское 2	
	Г _{ист.}	Г _{гипот.}	Г _{ист.}	Г _{гипот.}	Г _{ист.}	Г _{гипот.}
Старт	103,0	113,68	65,09	69,90	-51,53	-35,81
Пищевое 35	21,69	31,63	36,79	40,77	-20,92	2,65
Меркурий	70,00	80,00	16,98	33,33	-52,04	-31,88
Топаз	-19,19	64,58	60,38	63,46	-22,96	1,34
Зенит	210,0	210,0	54,72	67,34	-22,44	6,29
Волжское 44	39,62	51,02	66,04	66,04	-1,53	27,81
Волжское 4	75,00	76,92	45,28	55,55	-2,04	33,33
Аванс	30,32	50,00	54,92	65,79	-19,17	0
Азарт	37,36	38,88	54,71	67,35	0	37,06
Гелеофор	31,63	37,23	53,77	59,80	-21,43	4,76
Л 34/14	10,28	20,41	0	9,43	-34,69	-15,23
Л 67/13	46,78	61,61	38,53	41,12	-12,75	12,50
Среднее значение	54,70	69,66	45,60	53,32	-21,79	3,57

Примечание: Г_{ист.} – гетерозис истинный; Г_{гип.} – гетерозис гипотетический.

Наибольшее значение истинного гетерозиса по признаку «толщина нижнего междоузлия» наблюдалось в комбинациях: A₂КВВ 114/Старт, A₂КВВ 114/Зенит, A₂КВВ 181/Старт, A₂КВВ 181/Волжское 44, а наибольшее значение гипотетического гетерозиса установлено в скрещиваниях: A₂КВВ 114/ Старт, A₂ КВВ 114/Зенит, A₂ КВВ 181/Старт, A₂ КВВ 181/Азарт, A₁Ефремовское 2/Азарт, A₁Ефремовское 2/Волжское 4.

Таким образом, в эксперименте, частота положительного истинного гетерозиса по толщине верхнего междоузлия у гибридов F₁ по тестерам, составили: A₂КВВ 114– 50,0% , A₂КВВ 181– 91,7%, A₁Ефремовское 2–8,3%. Частота положительного гипотетического гетерозиса – A₂КВВ 114 – 75,0% A₂КВВ 181– 91,7%, A₁Ефремовское 2–33,3%.

Частота положительного истинного гетерозиса по толщине нижнего междоузлия у гибридов по тестерам составила: A₂КВВ 114– 91,7% , A₂КВВ 181– 100,0%, A₁Ефремовское 2– 8,3%. Частоты положительного гипотетического гетерозиса по данному признаку у гибридов F₁, полученных с тестерами составили: A₂КВВ 114– 100,0% , A₂КВВ 181– 100,0%, A₁Ефремовское 2– 75,0%.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гужов Ю. Л. Селекция и семеноводство культивируемых растений: учебное пособие / Ю.Л. Гужов, А. Фукс, П. Валичек; / Под ред. Ю. Л. Гужова. – М.: Изд-во РУДН, 1999. – 536.: ил.
2. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. вып. 2 – М., 1989.
3. Лобачев Ю.В., Дружкин А.Ф., Шевцова Л.П. и др. Основы научных исследований в растениеводстве и селекции: Учебное пособие Саратов: ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ». 2013. – 264 с.

С.Н. Стебенькова, Л.Г. Курасова, Ю.Ю. Бандурина

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов, Россия

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЫСОКООЛЕИНОВЫХ ФОРМ ПОДСОЛНЕЧНИКА

В Саратове селекцией подсолнечника занимаются с 1912 г. За более чем вековой период здесь были созданы десятки сортов и гибридов масличного направления использования. Содержание масла в семенах у таких сортов и гибридов составляет 50–54%, а содержание олеиновой кислоты в масле – 22–30 %.

После выявления у подсолнечника доминантных и рецессивных аллелей генов, контролирующих высокое (до 80–90 %) содержание олеиновой кислоты в масле, во многих странах мира стали создавать высокоолеиновые сорта и гибриды.

В Саратовском ГАУ совместно с сотрудниками ФГБНУ НИИСХ Юго-Востока под руководством доктора сельскохозяйственных наук, профессора Ю.В. Лобачева были проведены генетические исследования содержания олеиновой кислоты в масле подсолнечника [1–5]. Исследования включали в себя создание высокоолеиновых линий методом возвратных скрещиваний линии-реципиента ЮВ-28Б с донором доминантного аллеля гена высокоолеиновости *Ol*. Содержание олеиновой кислоты в масле у высокоолеиновых линий составляло 73–86 %. Также были получены экспериментальные гибриды F₁ с содержанием олеиновой кислоты в масле на уровне 55–71 %.

В результате этой работы был создан исходный материал для селекции подсолнечника на высокое содержание олеиновой кислоты в масле, который был передан селекционерам ФГБНУ НИИСХ Юго-Востока.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Коваленко, А.В. Исходный материал для селекции подсолнечника на короткостебельность и высокое содержание олеиновой кислоты в масле : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Коваленко Анна Владимировна – Саратов : ГНУ НИИСХ Юго-Востока, 2012. – 18 с.
2. Курасова Л.Г., Лобачев Ю.В. Генетические исследования у подсолнечника // Вестник Саратовского агроуниверситета им. Н.И. Вавилова, 2012. № 10. – С. 48–50.
3. 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.
4. Лобачев Ю.В., Коваленко А.В., Кудряшов С.П. Селекционная оценка гибридов подсолнечника с высоким содержанием олеиновой кислоты в масле // Вестник Саратовского агроуниверситета им. Н.И. Вавилова, 2011. – № 9. – С. 3–5.
5. Лобачев, Ю.В. Исходный материал для селекции сортов и гибридов подсолнечника с высоким содержанием олеиновой кислоты в масле / Ю.В. Лобачев, В.М. Лекарев, А.В. Коваленко, С.П. Кудряшов, Л.Г. Курасова // Международный журнал экспериментального образования. – 2013. – № 8. – С. 125–128.

Н.В. Степанова, Н.С. Орлова

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов, Россия

ИСТОРИЯ СЕЛЕКЦИИ ТРИТИКАЛЕ В САРАТОВЕ

Аннотация. Приведены сведения о первых экспериментах по селекции тритикале в стране, начало работ с пшенично-ржаными и ржано-пшеничными гибридами на Саратовской сельскохозяйственной опытной станции (ныне ФГБНУ НИИСХ Юго-Востока) и в Саратовском сельскохозяйственном институте (ныне ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ). Кратко описаны достижения по селекции тритикале на сегодняшний день.

Ключевые слова: тритикале, амфидиплоид, гибридизация, исходный материал, линия, сорт Студент, Саргау, Юбилейная.

Тритикале является синтетическим родом семейства Poaceae Branhart. Культура создана человеком путем скрещивания пшеницы с рожью с последующим переводом гибридов на полиплоидный уровень с целью преодоления их стерильности.

Предпосылкой появления культуры тритикале послужила мечта многих исследователей соединить в одном генотипе многоколосковость ржи и ее сравнительно высокую адаптивность к условиям среды с многоцветковостью колосков, а следовательно и высокой продуктивностью пшеницы.

Первое сообщение о получении гибридов между пшеницей и рожью сделано шотландским ученым А.С. Вильсоном на собрании Ботанического общества в Эдинбурге в 1876 г. [8].

В нашей стране (территория бывшего СССР) первые эксперименты по селекции тритикале принадлежат А.Ф. Шулындину (УНИИРСХиГ, Харьков) и А.И. Державину (Ставропольский НИИСХ). Первые сорта АД 1, АД 206, Ставропольский 1 и др. не обладали высоким потенциалом хозяйственно-значимых признаков. Большое значение в данном направлении имеют работы российских ученых У.К. Куркиева (Дагестанская опытная станция ВНИИР), В.Ф. Дорофеева и А.Ф. Мережко (ВНИИР), А. И. Грабовца (ДЗНИИСХ), В.Б. Тимофеева, В.Я. Ковтуненко (Краснодарский НИИСХ), С.В. Гончарова, В.Н. Горбунова (НИИСХ ЦЧП) др. Созданные этими учеными сорта отличались зимостойкостью, не полеганием, достаточно высокой урожайностью [6].

Интенсивная работа с пшенично-ржаными гибридами была начата на Саратовской сельскохозяйственной опытной станции, ныне ФГБНУ НИИСХ Юго-Востока, под руководством Г.К. Мейстера. Массовое появление естественных гибридов первого поколения F_1 в посевах конкурсного сортоиспытания озимых культур в 1918 году послужило для селекционного отдела началом широко развернутой в последующем работы с ржано-пшеничными гибридами [6, 8].

В 1919 г. на станции были организованы специальные посева, в которых через 2–3 делянки пшеницы высевалась делянка озимой ржи, чем создавалась возможность естественного оплодотворения цветков пшеницы пыльцой ржи. За 7 последующих лет работы на станции было получено около 15 тыс. гибридных зерен. Изоляцией колосьев в посевах до цветения проверялась возможность самоопыления у гибридов F_1 при нарушенном процессе редукционного деления. В 1925 г. Н.Г. Мейстер и Н.А. Тюмякову удалось получить рецiproкный ржано-пшеничный гибрид F_1 [5, 6, 8].

Появление естественных гибридов пшеницы с рожью подтолкнуло сотрудников отдела селекции бывшей Саратовской областной станции перейти в селекции озимой пшеницы к использованию метода отдаленных скрещиваний. Г.К. Мейстер предполагал, что «...при помощи межвидовой гибридизации легче всего будет вывести из рав-

новесия заостренные при многолетней культуре формы пшеницы, а затем придать им недостающие свойства за счет других видов».

В Саратове Н.А. Тюмяковым были описаны плодовые константно-промежуточные гибриды. Выделены они из пшенично-ржаных гибридов F₂ в 1926 г. и отнесены автором к полиплоидам – аналогам гибридов Чермака, Эгиза и других. Цитологические исследования этих форм показали, что они сочетали в себе полные диплоидные наборы пшеничных и ржаных хромосом, т.е. имели 2n=56. Г.К. Мейстер новому константно-промежуточному виду растений дал название *Secalotricum saratoviense*.

Многие сорта и линии ржано-пшеничных гибридов вошли в родословные новых создаваемых сортов озимой пшеницы. Так, от скрещивания двух разновидностей гибридов лютеценс и мильтрум, отобранных из ржано-пшеничного гибрида 527/30, получен сорт Лютеценс 230, который до 1967 г. был основным в Нижнем Поволжье [6, 8].

Естественные 42-хромосомные пшенично-ржаные амфидиплоиды были получены в Саратовском сельскохозяйственном институте (ныне ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ). Колоски в колосьях таких амфидиплоидов имели по 2–5 цветков. Зерновки формировались только в крайних цветках колоска. На стеблях растений присутствовала антоциановая окраска, у соломины под колосом присутствовало опушение. Зерна с растений F₂ характеризовались пониженной полевой всхожестью. Кроме того растения амфидиплоидов при репродуцировании устойчиво сохраняли невосприимчивость к мучнистой росе, бурой ржавчине и другим заболеваниям [9].

Большинство созданных форм и сортов тритикале имеют высокий потенциал урожайности, однако культура до сих пор не получила достаточно широкого производственного использования и нуждается как в селекционном улучшении, так и в увеличении количества и разнообразия сортов для использования. У тритикале нет естественных центров происхождения, где можно было бы черпать исходный материал для селекции по улучшению этой культуры. Поэтому первоочередной задачей в селекции является увеличение генетического разнообразия тритикале, для чего необходимо использовать все имеющиеся в распоряжении селекционеров методы селекции [3, 6, 8].

Так в ФГБНУ НИИСХ Юго-Востока в настоящее время ведутся молекулярно-цитогенетические исследования как первичных тритикале, так и перспективных линий собственной селекции с использованием молекулярных маркеров и геномной *in situ* гибридизации [1, 4].

Проводятся работы по созданию исходного материала для селекции на генетической основе саратовских сортов пшеницы и ржи с использованием клеточных биотехнологий и традиционной селекции и генетики. Разработана технология микроклонального размножения стерильных гибридов и гаплоидных растений тритикале, включающая в себя использование сегментов незрелых колосьев (2–3 см) в качестве эксплантов, получение эмбриогенного каллуса и регенерацию растений из сформировавшихся очагов морфогенеза [1].

Большое внимание уделено изучению коллекционных образцов тритикале различного эколого-географического происхождения с целью выявления донора показателя SDS-седиментации для селекции на улучшение хлебопекарных качеств муки. Для этого в период с 2011 по 2014 годы Поминовым А.В. было изучено 12 перспективных линий гексаплоидного тритикале и 39 коллекционных линий тритикале лаборатории клеточной селекции НИИСХ Юго-Востока, лаборатории и 72 сортообразца мировой коллекции ВИР им. Н.И. Вавилова [1, 2].

Большая работа по селекции тритикале проведена в ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ. Орловой Н.С. в 1996 г. методом гибридизации Степная 135 (озимая мягкая пшеница) / Леукурум 456/3 (озимая твердая пшеница) // Первенец СарСХИ (многолетняя рожь) /// Амфидиплоид 206 (озимое тритикале создан сорт озимой тритикале Студент. В 2004 г. методом индивидуального отбора из сорта Студент получен сорт зернофуражного назначения Саргау со средней урожайностью зерна в регионе 24,8 ц/га, а в 2006 г. создан

низкорослый сорт озимой тритикале Юбилейная со средней урожайностью зерна в регионе 37,6 ц/га. Все перечисленные сорта к моменту уборки сохраняют сравнительно плотный стеблестой на единице площади, не полегают, имеют хорошо озерненные, не ломкие колосья с нормально выполненным полновесным зерном [6, 7, 8].

Кроме того на кафедре селекции и генетики выделены источники хозяйственно ценных признаков и свойств, способствующие повышению эффективности селекции озимой тритикале в условиях Нижнего Поволжья. Методом внутривидовой экологически отдаленной гибридизации создан и изучен исходный материал для селекции озимой тритикале. Создана перспективная линия Эхо, которая включена в государственное сортоиспытание РФ. Рабочая коллекция пополнена новыми генетическими источниками высокобелковых форм: линии 133, 134, 135, 137 и 140 с содержанием белка до 18 % [8].

Таким образом, отсутствие местного исходного материала в зоне Нижнего Поволжья для селекции тритикале в суровых условиях перезимовки, весенне-летних засух и суховеев вызвала необходимость его создания, изучения и использования в селекции сортов, конкурирующих с сортами традиционных озимых культур – пшеницы и ржи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Акинина, В.Н.* Исходный материал для селекции тритикале в Поволжье / В. Н. Акинина, Т. И. Дьячук, И. А. Кибкало, А. В. Поминов, Ю. В. Итальянская, Л. П. Медведева, Н. Ф. Сафронова // Тритикале и его роль в условиях нарастания аридности климата: материалы междунар. науч.-практ. конф. – Ростов-н/Дону, 2012. – С. 41–48.
2. *Бебякин, В.М.* Эффективность смешивания тритикалевой и пшеничной муки высокого качества в интересах селекции и хлебопечения / В. М. Бебякин, И. С. Цетва, Н. С. Орлова // Тритикале России: селекция, агротехника, использование сырья из тритикале : материалы заседания секц. Тритикале / РАСХН. – Ростов-на-Дону, 2008. Вып. 3. – С. 217–222.
3. *Грабовец, А.И.* Состояние и направления селекции тритикале / А. И. Грабовец // Тритикале России: селекция, агротехника, использование сырья из тритикале : материалы заседания секц. Тритикале (8 – 10 июля 1999 г.) / РАСХН. – Ростов-на-Дону, 2000. – С. 6–12.
4. *Крупин, П.Ю.* Молекулярно-цитогенетическая характеристика первичных тритикале, межамфилоидного гибрида и перспективных линий селекции НИИСХ Юго-Востока / П. Ю. Крупин, М. Г. Дивашук, О. В. Хомякова, Т. И. Дьячук, Г. И. Карлов // Известия ТСХА – Москва, 2009. Вып. 3. – С. 74–76.
5. *Мейстер, Н.Г.* Первое поколение ржано-пшеничных гибридов прямого и реципрокного скрещивания / Н. Г. Мейстер, Н. А. Тюмяков // Журнал опытной агрономии Юго-Востока – Саратов, 1927. – Т. IV. – Вып. 1. – С. 87–96.
6. *Орлова, Н.С.* Селекция тритикале в Нижнем Поволжье: история создания, биологические особенности, использование [монография] / Н. С. Орлова, И. Ю. Каневская, О. М. Касынкина. – Саратов : ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ», 2011. – 180 с.
7. *Орлова, Н. С.* Сорта основных полевых культур в Нижнем Поволжье / Н. С. Орлова, Е. В. Морозов, В. И. Жужукин, И. Ю. Каневская. – Саратов : ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ», 2012. – 245 с.
8. *Степанова, Н.В.* Создание и изучение исходного материала озимой тритикале в Нижнем Поволжье: автореф. дис. ... канд. с-х. наук / Степанова Наталья Викторовна. – Пенза, 2010. – 19 с.
9. *Шнайдерман, Я.А.* Сложный спонтанный межродовой гибрид злаков / Я. А. Шнайдерман, Н. С. Горева // Генетика и селекция зерновых культур в Поволжье : тр. Сарат. СХИ. – Саратов, 1971. – Т. 28. – С. 221–227.

Д.А. Хлебникова, М.Ю. Чередниченко

Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева,
г. Москва, Россия

ВВЕДЕНИЕ *SATUREJA HORTENSIS* L. В КУЛЬТУРУ *IN VITRO*

Введение. При работе с растениями в культуре *in vitro* первым этапом является стерилизация исходного материала для освобождения его от эпифитной микрофлоры перед помещением на искусственные питательные среды. В качестве стерилизующих агентов используют растворы гипохлорита натрия или кальция, хлорамина, двуххлористой ртути (сулемы), перекиси водорода, этиловый спирт и др., в особых случаях используют антибиотики. Правильный выбор стерилизующего средства заключается в том, чтобы оно губительно действовало на эпифитную микрофлору и в тоже время минимально повреждало ткани, а также легко удалялось промыванием дистиллированной водой или подвергалось разложению. В процессе обработки стерилизующим агентом при его проникновении в ткань (при наличии трещин, повреждений, углублений, например, на семенах) или неполном удалении его промыванием дистиллированной водой может возникнуть отравление тканей растения. Соответственно, важно учитывать и характеристики исходного растительного материала, в особенности покровных тканей [3, 4].

Материалы и методы. В качестве объекта исследований был выбран чабер садовый (*Satureja hortensis* L.) сорта Ароматный – однолетнее травянистое растение из семейства Яснотковые (Lamiaceae Mart.). Вид распространен на территории стран Средиземноморья, Восточной Европы и на Ближнем Востоке, где используется как пряность в национальных кухнях, в народной медицине стран Ближнего Востока – как лекарственное растение. Начиная с середины XX века, активно изучается биологическая активность его экстрактов и эфирного масла. Для них показаны противомикробные, противовирусные, цитотоксические, антипролиферативные свойства, антиоксидантная активность, токсичность как фумиганта и другие виды биологической активности [5].

В качестве стерилизующего агента для обработки семян использовали 5 %-ный раствор гипохлорита натрия (NaOCl) и 10 %-ный раствор пероксида водорода (H₂O₂) с экспозициями 5, 10 и 15 минут. Проростки выдерживали в 5 %-ном растворе гипохлорита натрия в течение 5 мин. Выбранные стерилизующие агенты отличались природой действующего вещества и способностью вымываться из тканей растений дистиллированной водой. Действующее вещество гипохлорита натрия – активный хлор, который является сильным окислителем, клеточным ядом, доступным, эффективным и недорогим стерилизатором, широко используется в практике. В перексиде водорода бактерицидным действием обладает активный гидроксильный радикал. В биотехнологии растений растворы пероксида водорода чаще всего используются для стерилизации семян. После обработки не требуется длительного промывания тканей стерильной водой (достаточно одноразовая промывка), следовые количества вещества не токсичны для тканей растений и быстро разлагаются [3, 4].

После стерилизации и промывания в двух порциях дистиллированной воды семена и проростки *S. hortensis* сорта Ароматный помещали на безгормональную питательную среду Мурасиге и Скуга. В случае с семенами проводили учет следующих показателей: энергии прорастания – на 3 сутки и всхожести – на 10 сутки (согласно ГОСТ 30556-98). Контроль – проращивание нестерильных семян на фильтровальной бумаге. В качестве показателей при введении *in vitro* нестерильных проростков осуществляли учет динамики роста (высота и количество сформировавшихся узлов на растении, учет проводили в день посадки и каждые 7 суток в течение 6 недель). Стерильные проростки из се-

мян после достижения 10–20 мм в длину пересаживали на питательную среду того же состава для изучения дальнейшего развития [2].

Результаты и обсуждение. Стерилизация в растворах гипохлорита натрия и пероксида водорода не оказала существенного влияния на энергию прорастания семян (рис. 1).

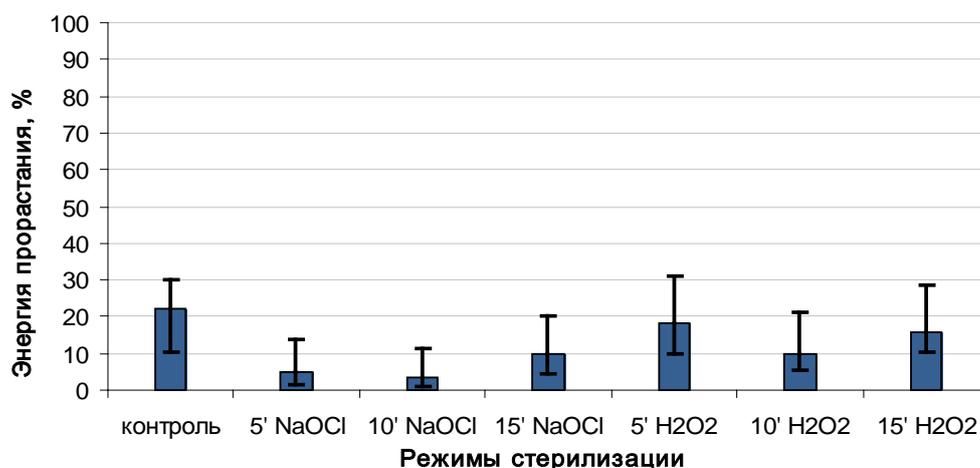


Рис. 1. Оценка энергии прорастания семян чабера садового сорта Ароматный после стерилизации

Стерилизация семян чабера в 5 %-ном растворе гипохлорита натрия и 10 %-ном р-ре пероксида водорода в течение 5 минут привела к снижению всхожести (рис. 2). Обработка же в течение 10 и 15 минут обозначенными стерилизаторами не повлияла на всхожесть (достоверных отличий между вариантами и контролем не отмечалось). На основании полученных данных можно сделать вывод, что для стерилизации семян *S. hortensis* сорта Ароматный предпочтительнее использовать 5 %-ный раствор гипохлорита натрия и 10 %-ный раствор пероксида водорода в экспозиции 10 или 15 минут, т.к. данные режимы не снижают энергию прорастания и всхожесть семян (рис. 2). При этом изученные режимы стерилизации позволяли эффективно освобождать поверхность семян от эпифитной микрофлоры (контаминация во всех вариантах не превышала 2 %). Несмотря на то, что два стерилизатора содержали разные действующие вещества и обладали разной способностью вымываться из тканей растений, в выбранных концентрациях они оказывали схожее действие на энергию прорастания и всхожесть семян, значимо влияла только экспозиция обработки.

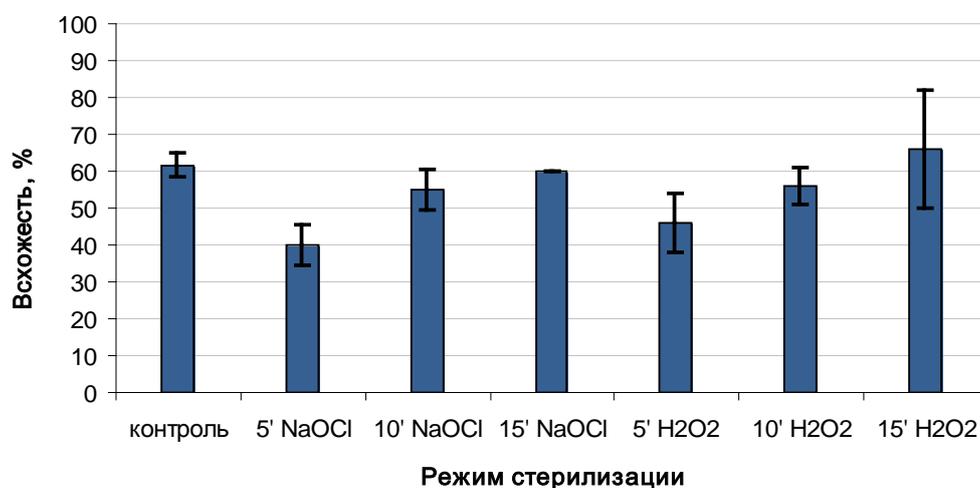


Рис. 2. Оценка всхожести семян чабера садового сорта Ароматный после стерилизации

Растения, развивающиеся из стерилизованных семян, при различных экспозициях стерилизации (5 и 10 минут) не показали статистически значимых отличий в динамике роста на протяжении 6 недель культивирования. К 42 сут. средняя длина их составляла около 90 мм.

Нестерильные проростки после стерилизации в течение 5 минут, начиная со второй недели культивирования, заметно отставали в росте, и к 42 сут. средняя длина их составляла 65 мм (рис. 3).

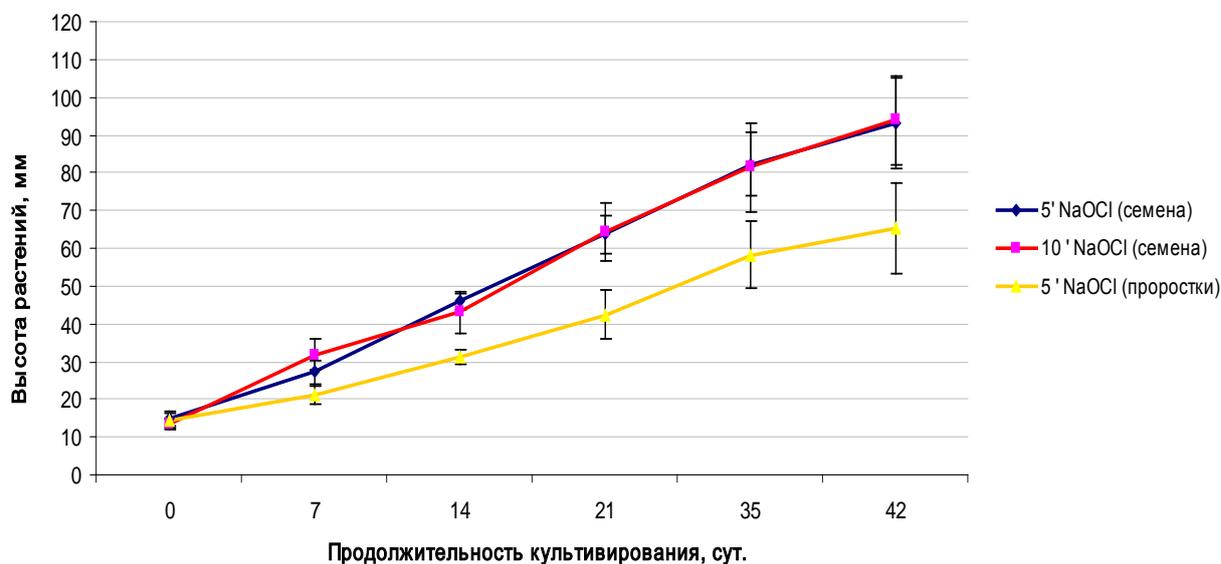


Рис. 3. Динамика роста растений чабера садового сорта Ароматный при разных режимах стерилизации семян и проростков

Стебли у чабера садового в условиях *in vivo* обычно ветвистые от основания, с расставленными ветвями, каждый узел сформирован парой линейных или линейно-ланцетных листьев [1]. Потенциально из каждого узла растения может сформироваться по 2 боковых побега – объект для клонального микроразмножения или источник листовых и стеблевых эксплантов для индукции каллусогенеза. Поэтому нами было отмечено количество сформировавшихся узлов на каждом растении в изучаемых вариантах (рис. 4).

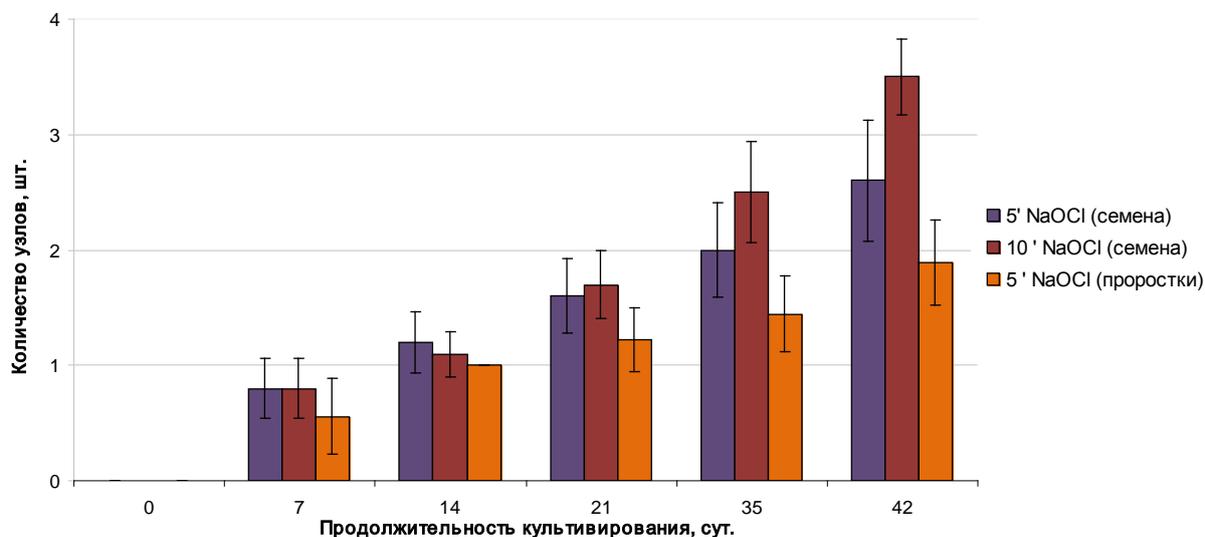


Рис. 4. Динамика формирования узлов на растениях чабера садового сорта Ароматный при разных режимах стерилизации семян и проростков

Таким образом, при режиме стерилизации семян в течение 10 минут развивающиеся из них растения за 6 недель достигают в высоту около 90 мм и формируют по 3–4 узла, проростки после стерилизации в течение 5 минут отстают в росте (ок. 65 мм) и формируют по 1–2 узла к 6-й неделе. 5 минутная экспозиция стерилизации семян приводит к формированию растений, высота которых статистически не отличается от тех, что развились из семян, обработанных в течение 10 минут, но с меньшим количеством узлов – 2–3 шт. Различия статистически подтверждаются.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Борисова А.Г. Род 1290. Чабер – *Satureia* L. / А.Г. Борисова // Флора СССР. Т. 21. – М., Л.: Изд-во АН СССР, 1954. – С. 415.
2. ГОСТ 30556-98 – Семена эфиромасличных культур. Методы определения всхожести.
3. Калашникова Е.А. Основы биотехнологии / Е.А. Калашникова, М.Ю. Чередниченко. – М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2014. – 187 с.
4. Калинин Ф.Л. Методы культуры тканей в физиологии и биохимии растений / Ф.Л. Калинин, В.В. Сарницкая, В.Е. Полищук. – Киев: Наук. думка, 1980. – 488 с.
5. Tere B.A. pharmacological and phytochemical overview on *Satureja* / В. Tere, M. Cilkiz // *Pharmaceutical Biology*. – 2016. – Vol. 54 (3). – P. 375–412.

УДК 581.163:633.15

М.И. Цветова, Л.А. Эльконин, Ю.В. Итальянская, С.Х. Сарсенова
ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока», г. Саратов, Россия

ВЫЯВЛЕНИЕ НЕРЕДУЦИРОВАННОГО АПОМИКСИСА У КУКУРУЗЫ

У многих видов покрытосеменных растений выявлен способ размножения – апомиксис, при котором семя формируется на базе нередуцированного зародышевого мешка, причём зародыш возникает в результате партеногенеза яйцеклетки, а эндосперм при разных формах апомиксиса – в результате оплодотворения центральных ядер зародышевого мешка (псевдогамный апомиксис), либо автономно. Вследствие отсутствия мейоза и оплодотворения генотип зародыша, формирующегося путём апомиксиса полностью совпадает с генотипом родительского растения.

В литературе сформировалась точка зрения, что апомиксис может иметь очень большое значение для селекции, так как при этом способе размножения возможно сохранение гетерозиса или других селекционно-ценных признаков в ряду поколений вследствие отсутствия генетического расщепления [1–3]. Однако многочисленные попытки выявить апомиксис у важнейших зерновых культур, либо создать апомиктические формы путём гибридизации с апомиктическими сородичами или методами генетической инженерии, до сих пор не привели к успеху [4].

У кукурузы для получения апомиктических линий ранее создавали кукурузно-трипсакумные гибриды с целью передачи кукурузе генов апомиксиса от дикого родственного вида *Tripsacum dactyloides* (L.) [5]. В то же время во многих работах продемонстрировано существование предпосылок нередуцированного апомиксиса у кукурузы. Появление тетраплоидных гибридов в результате диплоидно-тетраплоидных скрещиваний [6] указывает на формирование у кукурузы нередуцированных (диплоидных) зародышевых мешков (ЗМ). Цитоэмбриологическое исследование выявило диплоспорический путь формирования таких ЗМ [7]. Позднее были получены мутанты, у которых формировались множественные ЗМ с дополнительными клетками, что является существенными предпосылками апомиксиса [8].

Чаще всего для выявления апомиксиса, как и для выявления гаплоидии, материнскую форму, обладающую рецессивными признаками, скрещивают с отцовской формой, несущей доминантные (маркёрные) гены. Вывод о наличии апомиктических растений в потомстве делается при отсутствии у потомственных растений доминантных признаков отца. При этом не учитывается, что ядра центральной клетки нередуцированного ЗМ имеют диплоидное число хромосом. В то же время, для нормального развития семени необходимо, чтобы соотношение материнского (м) и отцовского (о) геномов в эндосперме соответствовало бы $2m:1o$. При оплодотворении гаплоидной пылью диплоидного отцовского родителя нередуцированного ЗМ материнской формы это соотношение нарушается и формируются зерновки с пентаплоидным ($4m:1o$) эндоспермом (щуплые с низкой жизнеспособностью). Поэтому для выявления псевдогамного апомиксиса у кукурузы мы предприняли опыление диплоидных линий тетраплоидами. В таком скрещивании при оплодотворении диплоидных полярных ядер нередуцированного ЗМ диплоидным спермием возникает гексаплоидный эндосперм с соотношением материнского и отцовского геномов $2m:1o$, что должно обеспечить образование нормально сформированной зерновки. Доказательством апомиктического происхождения матроклинных растений, выявленных в потомстве, полученном в диплоидно-тетраплоидных скрещиваниях, должны служить не только их генетические особенности, но и гибридная природа эндосперма зерновок, из которых они получены.

Используя такой подход, нам удалось впервые у инбредных линий кукурузы выявить диплоидные апомиктические растения, развившиеся на основе псевдогамного апомиксиса [9].

В качестве материнских родителей использовали 13 инбредных линий: АТ; В 47, В 117, ЗМС, Коричневый маркёр (КМ), КС 134, Р 354, ХЛГ 1258, Ю-В 11МВ, Ю-В 12, Ю-В 74МВ, Ю-В 123, Ю-В 218М; в качестве опылителей – автотетраплоидные линии Тетра-Парий и Чёрная Тетра. Все линии были высеяны на участке, пространственно изолированном от других посевов кукурузы. У всех материнских растений до начала цветения удаляли метёлки и тщательно изолировали початки, чтобы избежать случайного засорения.

В результате разноплоидных скрещиваний чаще всего образуются щуплые зерновки с низкой жизнеспособностью. В наших экспериментах на опылённых тетраплоидами початках диплоидных линий кукурузы нередко присутствовали крупные выполненные зерновки. Частота початков с такими зерновками у линий Ю-В 11МВ, Ю-В 123, КМ, В 47 превышала 50 % от числа опылённых. У других линий частота таких початков была не менее 15 %. Число зерновок на початках составляло от 1 до 38 (от 0,2 % до 6,2 % по отношению к числу завязей). Исключение составляли линии ЗМС и Ю-В 12, у которых нормально развитые зерновки не были получены. Среди 171 контрольных початков, которые были изолированы, но не опылены, не выявлено ни одной нормально развитой зерновки.

Предполагая, что в некоторых случаях семена могли завязаться за счёт пыльцы мужских цветков, изредка образующихся на початках, тщательно просматривали каждый початок. Всего для данных скрещиваний было использовано 450 початков, из них на четырёх обнаружены мужские цветки. У трёх початков в мужских цветках пыльца была полностью стерильной, а у четвёртого – пыльники были недоразвиты и не содержали пыльцы. Таким образом, выполненные зерновки, развившиеся на початках материнских линий, завязались, благодаря опылению тетраплоидами.

Цитологический и фенотипический анализ растений кукурузы, развившихся из выполненных зерновок, показал, что среди них были ди-, три- и тетраплоидные гибриды, а также диплоидные матроклинные растения (табл. 1).

**Анализ потомства, полученного при опылении диплоидных
линий кукурузы тетраплоидами**

Комбинация скрещивания	Число растений в потомстве				
	Всего	Гибриды с плоидностью			Матроклинные
		2n	3n	4n	2n
КМ × Тетра-Парий	64	20	6	14	24 (37,5 %) ¹
КМ × Чёрная Тетра	53	16	17	15	5 (9,4 %)
В 47 × Тетра-Парий	20	1	4	17	0,0
В47 × Чёрная Тетра	5	4	1	0	0,0
ХЛГ 1258 × Тетра-Парий	28	2	7	16	3 (10,7 %)
КС 134 × Тетра-Парий	6	3	-	-	3 (50,0 %)
КС 134 × Чёрная Тетра	2	-	-	2	0,0
Р 354 × Тетра-Парий	6	-	-	2	4 (33,3 %)
Ю-В 123 × Тетра-Парий	11	1	-	4	6 (54,5 %)

¹ – частота матроклистных растений в потомстве

Эти данные свидетельствуют о разных путях формирования морфологически нормальных семян диплоидно-тетраплоидных скрещиваниях:

1. Возникновение диплоидных гибридов в диплоидно-тетраплоидных скрещиваниях можно объяснить формированием гаплоидных пыльцевых зерен (ПЗ) у тетраплоидов в результате соматической редукции на разных этапах онтогенеза, что наблюдали у ряда культур [10, 11], При анализе пыльцы использованных нами тетраплоидов обнаружены ПЗ с диаметром, свойственным гаплоидным ПЗ, что подтверждает предполагаемый механизм возникновения диплоидных гибридов в описываемых скрещиваниях.

2. При оплодотворении сексуальных нередуцированных ЗМ диплоидными ПЗ, формирующимися у тетраплоидов, возникают семена с тетраплоидным гибридным зародышем и гексаплоидным эндоспермом. В таких семенах соблюдается соотношение геномов эндосперме 2m:1o, в результате чего формируются выполненные жизнеспособные семена.

3. При оплодотворении нередуцированных (апомиктичных) ЗМ пыльцевыми зернами с диплоидными спермиями формируются семена с партеногенетическим (диплоидным) зародышем и нормально развитым гексаплоидным эндоспермом (2m:1o = 4n:2n). Присутствие материнских матроклистных диплоидов в потомстве от проведённых нами скрещиваний доказывает наличие у изученных линий нередуцированных ЗМ, способных к апомиксису (псевдогамии).

Подтверждением этой гипотезы может служить гибридная природа эндосперма. Для выяснения природы эндосперма зерновок, из которых развились растения материнского типа, был проведён SDS-электрофорез их запасных белков. Было обнаружено, что электрофоретические спектры белков зерновок материнских линий (в частности, КМ) четко отличаются от белковых спектров линии Тетра-Парий и выполненных зерновок, завязавшихся на опыленных початках. В спектрах выполненных зерновок присутствовали белки, характерные для линии Тетра-Парий, и новые белки, не наблюдавшиеся у материнской линии, возникшие, по-видимому, в результате эффекта взаимодействия родительских геномов.

У зерновок, полученных на початках, опыленных линией Чёрная Тетра, гибридная природа эндосперма отчетливо проявлялась, так как эта линия имеет доминантный ген A1, определяющий пурпурную окраску алейрона, и, соответственно, зерновки, возникшие в результате опыления этой линией, имеют окраску, варьирующую от бордовой до черной. Электрофоретический анализ белков таких зерновок, выявил присутствие как материнских, так и отцовских белков.

Таким образом, анализ запасных белков чётко показал, что нормально сформированные зерновки, полученные в результате опыления диплоидных линий кукурузы тетраплоидами, имели гибридный эндосперм. Этот факт доказывает, что зерновки с выполненным эндоспермом, давшие матроклинные растения, произошли за счёт псевдогамной формы апомиксиса, при которой зародыш формируется за счёт партеногенеза нередуцированной яйцеклетки, а эндосперм – в результате оплодотворения полярных ядер.

Результаты наших экспериментов показывают, что инбредные линии кукурузы нередко имеют способность к псевдогамному апомиксису, что было доказано в результате использования тетраплоидов как опылителей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Savidan Y.H.* Apomixis: Genetics and breeding // *Plant Breed. Rews.* – 2000. – V.18 – P. 13–86.
2. *Наумова Т.Н.* Апомиксис и амфимиксис у цветковых растений // *Цитология и генетика.* – 2008. – Т.42, – №3. – С. 51–63.
3. *Abdi S., Shashi, Dwivedi A., Bhat V.* Harnessing apomixis for heterosis breeding in crop improvement // In: *Molecular Breeding for Sustainable Crop Improvement, Sustainable Development and Biodiversity.* Rajpal V.R. et al. (eds.) Chapter 4. – 2016. – P. 79–99.
4. *Tavva S. S. Mohan Dev., Venkateswara Rao Y., Venkateswara Rao B., and Subba Rao M. V.* Apomixis in crop improvement // In: *Plant Biology and Biotechnology: V. I: Plant Diversity, Organization, Function and Improvement.* Bahadur B. et al. (eds.). – 2015. – P. 656–669.
5. *Sokolov V.A., Khatypova I.V.* The development of apomictic maize: update, problems and perspective // *Acta. Biol. Yugoslavica.* – Ser. E. Genetika. – 2000. – V. 32. – P. 331–353.
6. *Randolph L.F.* Cytogenetics of tetraploid maize // *Agr. Res.* – 1935. – V.50. – P. 591–605.
7. *Чеботарь А.А.* О некоторых случаях апомиксиса у кукурузы // *Апомиксис и селекция.* – М: Наука. – 1970. – С. 100–106.
8. *Singh M., Goel S., Meeley R.B., Dantec C., Parrinello H., Michaud C., Leblanc O., Grimanelli D.* Production of viable gametes without meiosis in maize deficient for an ARGONAUTE protein // *Plant Cell.* – 2011. – V. 23. – P. 443–458.
9. *Цветова М.И., Эльконин Л.А., Итальянская Ю.В.* Диплоидно-тетраплоидные скрещивания как инструмент для получения апомиктичных растений кукурузы // *Российская сельскохозяйственная наука.* – 2016. – № 2–3. – С. 3–7.
10. *Стрельчук С.И.* Сегрегация хромосомных геномов у тетраплоидной кукурузы // 3 Нац. конф. цитогенет. Пловдив, Октябрь 8–12. – 1984. – Т. 2. – С. 399–401.
11. *Цветова М.И., Эльконин Л.А.* Нестабильность уровня ploидности у аутотетраплоидов линии сорго с вариабельной мужской стерильностью // *Генетика.* – 2002. – Т. 38. – № 4. – С. 1–5.

УДК 601.4:577.21:575.112

Ю.В. Чаленко, М.М. Белова, М.Ю. Чередниченко

Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва, Россия

ПОСТРОЕНИЕ ФИЛОГЕНЕТИЧЕСКОГО ДРЕВА РОДА *ALTERNANTHERA FORSSK*

Филогенетическое дерево отражает эволюционные взаимосвязи между различными видами или другими объектами, имеющими общего предка [3]. 19 семейств высших растений, как известно, имеют C4-путь фотосинтеза. Семейство с самым большим количеством C4-видов – *Amaranthaceae* Juss. (Амарантовые) – включает в себя около 1400 видов. Монофилия была точно установлена, хотя отношения среди основных линий пока не ясны [2].

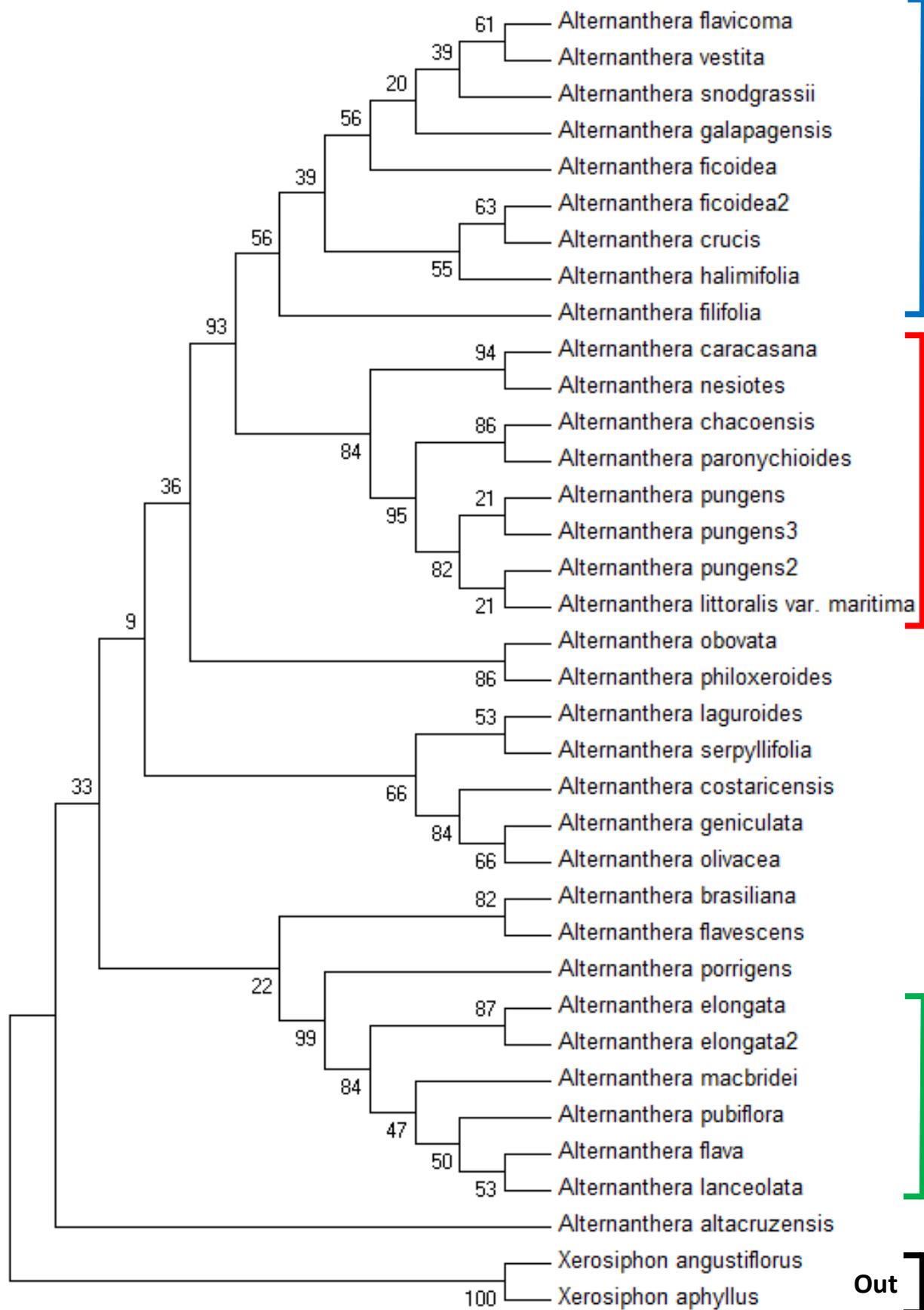


Рис. 1. Филогенетическое древо рода *Alternanthera* Forssk.

Среди представителей данного семейства род *Alternanthera* Forssk. представляет особый интерес, так как виды, относящиеся к данному роду, нашли свое применение в

новом направлении аквариумистики – акваскейпинге. Однако научные публикации, посвященные данному роду, чрезвычайно малочисленны, несмотря на разнообразие видов и потенциальных целей использования [1].

Так как исследования филогенетических отношений внутри семейства *Amaranthaceae* Juss. имеют множество вопросов и неточностей, представляло интерес построить филогенетическое древо по имеющимся в литературе и базах данных последовательностям. Построение филогенетического древа рода *Alternanthera* Forssk. было проведено с помощью программы MEGA7 (version 7.0.14) на основе последовательности *trnL-trnF* хлоропластного генома, взятой из базы NCBI. Метод – Maximum Likelihood. Модель – WAG (Whelan and Goldman). Дополнительные параметры – +G+F (G = Gamma distributed, F = Freqs.). Бутстреп – 1000 повторений. Используя данные сайта NCBI, удалось установить филогенетическую близость одних видов и относительно небольшие расхождения с другими на протяжении эволюции данного рода.

На рис. 1 представлено филогенетическое древо с последующими кладами друг в друге. Каждый узел графа представляет собой точку разделения предковой последовательности (вида) на две независимо эволюционирующие, что соответствует внутренней вершине графа, изображающего эволюцию.

Можно выделить несколько групп видов на основе высоких показателей бутстрепа, однако остается открытым вопрос со многими предковыми формами, так как значения бутстрепа в этом случае низки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Chalenko Yu.V. *In vitro* introduction and cultivation of aquatic plant *Alternanthera reineckii* Briq. / Yu.V. Chalenko, M.Yu. Cherednichenko // The 3rd International Symposium on Euroasian Biodiversity. July 05–08 2017. Minsk, Belarus. Abstract e-Book. Eds. G. Semiz, G.K. Akyldiz. – P. 521.
2. Johnston, M.C. Past and present grasslands of southern Texas and northeastern Mexico / M.C. Johnston // Ecology. – 1963. – Vol. 44. – P. 456–466.
3. McCauley, R.A. Inferring nativity and biogeographic affinities of central and marginal populations of *Froelichia floridana* (Amaranthaceae) from inter-simple sequence repeat (ISSR) markers / R.A. McCauley, H.E. Ballard Jr. // Journal of the Torrey Botanical Society. – 2002. – Vol. 129. – P. 311–325.

УДК 633.511:631.531.173.4

Р.Р. Эгамбердиев, В.А. Автономов

Научно-исследовательский институт селекции, семеноводства и агротехнологии выращивания хлопка, г. Ташкент, Республика Узбекистан

ИЗМЕНЧИВОСТЬ ПРИЗНАКА «ПОЛЕВАЯ ВСХОЖЕСТЬ СЕМЯН» В 2016 г. ПРИ ИЗУЧЕНИИ ЭФФЕКТА ПОСЛЕДЕЙСТВИЯ УФО ОКАЗАННОМ НА ПОСЕВНЫЕ СЕМЕНА И РАСТЕНИЯ В 2015 г.

В общем комплексе государственных мероприятий, направленных на повышение урожайности сельскохозяйственных растений, сортовым семенам отводится важное место. Как известно, не все сорта одинаково используют условия, которые создаются при их возделывании. Одни из них по своей природе не способны вообще давать высокую продуктивность, являясь низкоурожайными; другие, будучи подвержены разного рода заболеваниями или нестойкими против неблагоприятных условий погоды, также не могут давать высокие и устойчивые урожаи.

Для производства наибольшую ценность представляют сорта, способные давать в данной местности высокие и устойчивые урожаи. Сорта любой культуры могут быть

более приспособленными, менее приспособленными или вовсе не приспособленными для тех или иных природных условий, а это и определяет, в конечном счете, способность сорта давать больший или меньший урожай в одинаковых условиях агротехники, при этом используемые в данном проекте элементы электротехнологии позволяют получать ранние, полноценные всходы и в конечном итоге ранний, высококачественный урожай хлопка-сырца [1, 2, 3].

Создание благоприятных условий для роста и развития растений хлопчатника в результате правильного применения агротехнических мероприятий – лишь один из факторов получения высококачественных семян. Второй фактор – техническое вмешательство путем сортирования. Сочетание указанного комплекса мероприятий обеспечивает получение высококачественных семян, пригодных для ручного сева. Кроме того, такие семена имеют высокие урожаи хлопка-сырца [4, 5, 6].

Исследования проводились в рамках фундаментального проекта КФС-5-014 в 2012–2016 гг. финансируемого Комитетом по координации, развитию науки и технологий при Кабинете Министров РУз.

Исходя из решаемой проблемы в рамках исследований, а именно, повышения коэффициента размножения высококачественных семян в семеноводстве хлопчатника, определена цель проекта на 2016 год – определение изменчивости признака «полевая всхожесть семян» при изучении эффекта последствия УФО оказанном на посевные семена и растения в 2015 году.

В посеве 2016 г. использовались семена, заготовленные в вышеназванном опыте в 2015 г. Лабораторные и полевые опыты закладывались в 3 вариантах: контроль без какого-либо воздействия на семена; с воздействием на семена УФО в течение 15 минут в 2015 г.

Анализируя результаты полевых исследований, полученные в 2016 году, где целью исследований стало изучение эффекта последствия ультрафиолетового облучения (УФО) в течении 15 минут, а также 3-х разовому воздействию на растения УФО во время вегетации с интервалом в 26 дней, при этом диапазон волн использовался в пределах 265-430 нМ проведенного на стационарной установке в АГРОМАШЕ 4 апреля 2015 г. из которого, в сентябре 2015 г., заготовлен семенной хлопок-сырец, который в свою очередь подвергся джинированию. А его семена использованы в посеве 2016 г. без какого-либо воздействия.

Как видно из результатов проведенных исследований, которые представлены в таблицах 1 и 2 во всех трех случаях, где использовались семена растения перед посевом и растения во время вегетации 2015 года подвергались воздействию УФО в течение 15 минут сортов хлопчатника С-6524, Дустлик-2 и Чимбай-5018 максимальное количество всходов и наступление фазы развития растений 50 % всходов получено на 2 дня раньше, нежели чем в варианте опыта контроль, что позволяет говорить о возможности раннего наступления всех фаз развития растений хлопчатника и как следствие получение раннего, полноценного, высококачественного урожая хлопка-сырца.

На основании анализа результатов проведенных полевых исследований в 2016 году следует сделать вывод о том, что воздействуя на посевные семена и вегетирующие растения в 2015 году сохраняется эффект стимулирования за счет воздействия УФО такого признака, как «полевая всхожесть семян», как в тепличном комплексе «Фитотрон», сушильном шкафу, так и в полевом опыте.

Таблица 1

Всхожесть семян урожая 2015 г. сортов хлопчатника С-6524, Чимбай-5018 и Дуслик-2 в условиях тепличного комплекса «Фитотрон» и сушильного шкафа, в период с 4 по 15 апреля 2016 г., по методике OzDST 1128:2006 «семена посевные. Методы определения всхожести»

№	Сорт	Вариант	Тепличный комплекс «Фитотрон»				Среднее	Сушильный шкаф				Среднее
			повторность					повторность				
			I	II	III	IV		I	II	III	IV	
1	С-6524	контроль-2015	81	84	82	84	82.75	90	88	87	89	88.50
2	С-6524	УФО-15м-2015	92	96	94	93	93.75	94	96	97	97	96.00
3	С-6524	протравленные-2015	89	87	90	88	88.50	91	90	89	90	90.00
4	Дуслик-2	контроль-2015	79	81	80	83	80.75	91	89	88	93	90.25
5	Дуслик-2	УФО-15м-2015	94	93	96	92	93.75	97	94	95	98	94.00
6	Дуслик-2	протравленные-2015	87	86	85	88	86.50	90	92	90	92	91.00
7	Чимбай-5018	контроль-2015	78	82	81	77	79.59	89	96	88	85	87.00
8	Чимбай-5018	УФО-15м-2015	94	93	91	95	93.25	97	97	94	98	96.50
9	Чимбай-5018	протравленные-2015	79	79	83	81	80.50	90	86	88	87	87.75

Таблица 2

50 % всходов в полевых условиях в 2016 г.

№	Сорт	Вариант опыта	№№ повторения			Среднее значение при- знака %	Отклонение от контроля, %
			I %	II %	III %		
1	С-6524	контроль-2015	7.05	7.05	7.05	7.05	
2	С-6524	УФО-15м-2015	5.05	5.05	5.05	5.05	-2.0
3	С-6524	протравленные-2015	7.05	7.05	7.05	7.05	0.0
4	Дуслик-2	контроль-2015	7.05	7.05	7.05	7.05	
5	Дуслик-2	УФО-15м-2015	5.05	5.05	5.05	5.05	-2.0
6	Дуслик-2	протравленные-2015	7.05	7.05	7.05	7.05	0.0
7	Чимбай-5018	контроль-2015	7.05	7.05	7.05	7.05	
8	Чимбай-5018	УФО-15м-2015	5.05	5.05	5.05	5.05	-2.0
9	Чимбай-5018	протравленные-2015	7.05	7.05	7.05	7.05	0.0

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Автономов В.А., Амантурдиев А.Б., Ахмедов Д.Д. Межвидовая гибридизация (*G.hirsutum* L. x *G.barbadense* L.) в селекции хлопчатника на устойчивость к *Theilaviopsis basicola*. // Монография. – Ташкент. – 2011. – 189 с.
2. Автономов В.А., Каюмов У.К. Межсортовая географически отдаленная гибридизация в селекции хлопчатника вида *G.hirsutum* L. // Монография. – Ташкент, 2013. – 138 с.
3. Автономов В.А., Курбонов А.Ё., Амантурдиев Ш.Б. Сложная, межлинейная гибридизация в селекции хлопчатника вида *G.hirsutum* L. // Монография. – Ташкент, 2014. – 222 с.
4. Мауер Ф.М., Некоторые морфологические и физиологические особенности семян хлопчатника и их сельскохозяйственное значение. // Вопросы хлопковой агрономии и селекции. – М., 1927.
5. Мауер Ф.М. Семеноведение хлопчатника // Физико-механические свойства семян хлопчатника. «Фан» УзССР. – 1976. – С. 32.
6. Мечиславский Ю.А. и др. Физиологические особенности разнокачественных семян хлопчатника. // Физиология растений. – М.: Наука, 1971. – Т. 18. – Вып. 6.

УДК [575.167+575.153]:633.174

Л.А. Эльконин¹, В.В. Кожемякин¹, Г.А. Геращенко², Н.А. Рожнова²

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

² ФГБУН Институт биохимии и генетики Уфимского Научного центра РАН, г. Уфа, Россия

ЦИТОПЛАЗМАТИЧЕСКАЯ МУЖСКАЯ СТЕРИЛЬНОСТЬ КАК МОДЕЛЬ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ГЕНОТИПА И ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ

Взаимодействие среды и наследственности, изменение фенотипа растений под действием условий выращивания относятся к числу ключевых проблема генетики и селекции растений. Цитоплазматическая мужская стерильность (ЦМС) может служить одной из удобных моделей для исследования этих проблем, поскольку развитие генеративной сферы растений, процессы формирования пыльцы в большой степени подвержены действию факторов внешней среды. При использовании в качестве моделей для таких исследований гибридов F_1 сорго на определенных типах стерильных цитоплазм, общим свойством которых является нарушение раскрытия пыльников (A_3 , A_4 , 9E, M35-1A) [1], нами установлено, что уровень влагообеспеченности растений на этапе микроспоорогенеза и влажность воздуха являются ключевыми факторами, определяющими функционирование генов-восстановителей мужской фертильности для этих типов цитоплазм. При этом повышенный режим влагообеспеченности (выращивание в грядке с искусственным поливом) является индуктивным, т.е. способствующим «включению» генов-восстановителей. «Индукцированная» высоким уровнем влагообеспеченности фертильность проявляется в самоопыленном потомстве гибридов, выращенном в «неиндуктивных» условиях (в «засушнике», в полевых условиях), при этом в большинстве семей сохраняется доминантный характер экспрессии генов-восстановителей [2].

Наряду с высоким уровнем влагообеспеченности, аналогичными индуктивным эффектом обладают условия выращивания в теплице: при переносе стерильных растений из популяций F_1 , выращенных в условиях «засушника», в теплицу, на них формируются фертильные побеги и завязываются семена. Примечательно, что реверсия наблюдалась не только у гибридов F_1 , у которых ген-восстановитель присутствовал в гетерозиготе и мог быть в неактивном состоянии, но также у стерильных растений из семей F_2 , выщеплявшихся в виде рецессивного класса и, возможно, лишенных доминантного гена-восстановителя.

«Индукцированная» в условиях теплицы мужская фертильность наследовалась и проявлялась в потомстве фертильных ревертантов, при выращивании в полевых условиях и в «засушнике». Анализ характера расщепления в потомстве гибридов F_1 с «включенными» генами-восстановителями фертильности показал, что в следующем поколении (F_2) гены-восстановители функционируют как доминантные, при этом расщепление в большинстве комбинаций, выращенных в условиях «засушника», соответствовало моногенному (3:1). Соотношение фертильных и стерильных растений в условиях дополнительного полива («влажника») во многих комбинациях отклонялось от моногенного и соответствовало дигенным расщеплениям 9:7 или 13:3.

«Индукцированная» фертильность стабильно наследуется при самоопылении (до 10-12 поколений) и в ряде случаев передается через пыльцу гибридам F_1 при скрещивании ревертантов с ЦМС-линиями с цитоплазмой 9E, что указывает на наличие у ревертантов ядерных генов-восстановителей фертильности [3].

Было обнаружено, что уровень фертильности тест-кроссных гибридов между ревертантами и ЦМС-линиями проявляет сильную зависимость от влагообеспеченности растений в период созревания пыльцы. Так, при показателе ГТК 0.8 за период трубкования и цветения, растения оказывались мужски фертильными, тогда как в засушливых условиях (ГТК 0.0-0.4) – стерильными или полустерильными.

Было также установлено, что важным фактором, регулирующим фертильность тест-кроссных гибридов с ревертантами, является уровень относительной влажности воздуха в период цветения. Так, у гибридов с ЦМС-линиями 9E Тх398 и 9E Желтозерное-10 под влиянием высокой влажности воздуха (>65 %) наблюдалось восстановление фертильности, тогда как при более низких показателях влажности воздуха восстановление мужской фертильности отсутствовало.

Эти данные свидетельствуют, что восстановление фертильности под влиянием высокой влагообеспеченности связано не с изменениями в структуре генов, участвующих в контроле ЦМС 9E, но с изменением их регуляции в геноме исходных гибридных растений под действием режима влагообеспеченности. По-видимому, в результате формирования пыльцы и последующего самоопыления могут возникать генотипы, несущие гены-восстановители в гомозиготном состоянии, которые проявляют мужскую фертильность вне зависимости от условий влагообеспеченности в период цветения. Очевидно, что в основе такой реакции генов-восстановителей лежит функционирование некоторого эпигенетического механизма, который реагирует на условия влагообеспеченности растений и подавляет экспрессию генов-восстановителей в геноме гибридов F_1 в условиях засухи.

Интересные факты влияния внешней среды на проявление и наследование генов-восстановителей обнаружены в ЦМС типа A_3 сорго [4]. Было установлено, что при выращивании гибридов F_1 в условиях дополнительного искусственного полива доля фертильных и полуфертильных гибридов возрастала в 10 раз, по сравнению с полевыми условиями ($p < 0.05$).

Было также обнаружено, что в расщепляющейся популяции F_2 [A_3 Топаз/ F_3 (A_3 Карликовое-4/IS1112C)] растения проявляли мужскую фертильность при низком уровне дефицита влажности воздуха (11–14 гПа), тогда как при высоком дефиците влажности (20–23 гПа) оказывались мужски стерильными. При этом кривая распределения растений с тем или иным уровнем фертильности в ходе вегетационного сезона в зеркальном виде отображает кривую изменения показателей дефицита влажности воздуха (рис. 1). Примечательно, гибриды F_4 , полученные от самоопыления отцовских растений, проявляли мужскую фертильность в условиях значительно более высокого дефицита влажности воздуха, по сравнению с гибридами F_1 .

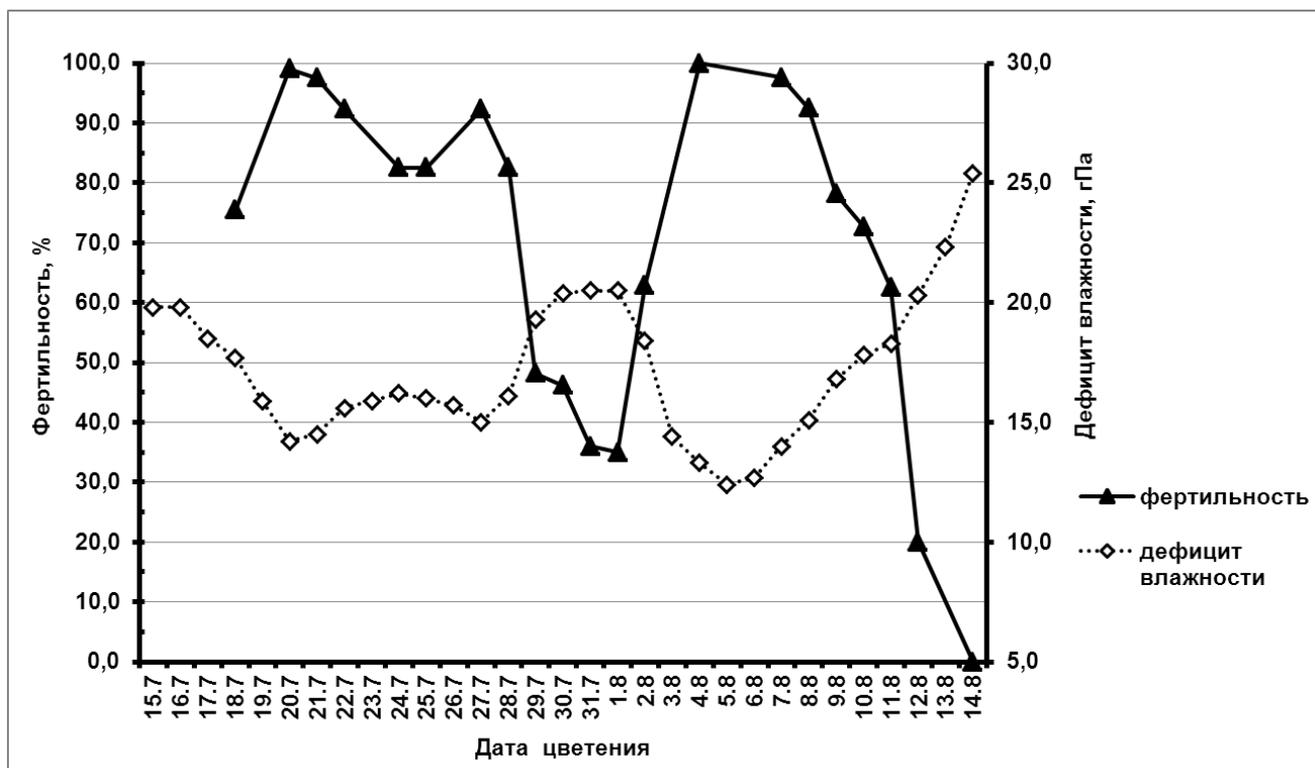


Рис. 1. Распределение растений с разным уровнем фертильности в гибридной популяции F_2 [A3 Топаз/F3(A3Карликовое-4/IS1112C)] и показателей дефицита влажности воздуха в период цветения. Показатели уровня фертильности представляют собой средние величины для всех растений, у которых середина метелки цвела в соответствующую дату

Интересным фактом, возможно, связанным с эпигенетическим контролем восстановления фертильности в ЦМС A_3 , является различие восстановительной способности растений из семей F_2 , выращенных в условиях дополнительного полива и «засушника». Растения, выращивавшиеся в F_2 в условиях «засушника», в течение 2 поколений, утратили способность к восстановлению фертильности тест-кроссов, в отличие от растений, выращивавшихся в F_2 в условиях грядки с дополнительным поливом. Примечательно, гибриды F_1 с линией, передающей фертильность через пыльцу, проявляли мужскую фертильность как в благоприятных по влагообеспеченности условиях, так и в условиях засухи. Гибриды с линией, не передающей фертильность через пыльцу, были заметно более чувствительны к стрессу засухи и проявляли частичную фертильность только в условиях дополнительного полива. Данный факт позволяет предположить, что способность к восстановлению фертильности у линий-восстановителей ЦМС A_3 связана с более высокой засухоустойчивостью на этапе микроспоро- и/или микрогаметогебеза, которая передается гибридам F_1 . Следует отметить, что сами отцовские линии проявляли мужскую фертильность, как в благоприятных условиях, так и в условиях стресса засухи.

Для выявления возможных причин утраты функциональной активности генов-восстановителей в геноме гибридов F_1 на цитоплазмах 9E и A_3 в условиях засухи нами начаты эксперименты по исследованию метилирования нуклеотидных последовательностей некоторых регуляторных генов, вовлеченных в процессы микроспорогенеза и раскрытия пыльников, и ДНК-транспозонов. С помощью MSAP-анализа (Methylation-Sensitive Amplified Polymorphism(s)) выявлено, что в стерильной цитоплазме 9E происходит изменение характера метилирования многих ДНК-транспозонов: Tos17, Isaak, BARE1, Cin4a, TtoH, BoST. Установлено также изменение характера метилирования гена транскрипционного регулятора MYB46, контролирующего экспрессию многих генов, вовлеченных в процессы микроспорогенеза и раскрытия пыльни-

ков, которое коррелирует с восстановлением мужской фертильности [3]. При этом в спектрах ЦМС-линии и стерильных гибридов F₁ присутствует ампликон (≈250 п.н.), отсутствующий у фертильных ревертантов и фертильного аналога. Возможно, что именно изменение характера метилирования нуклеотидных последовательностей гена MYB46 является причиной мужской стерильности в ЦМС 9E.

Таким образом, полученные нами данные свидетельствуют, что эпигенетические изменения в ядерных генах, участвующих в контроле ЦМС, могут быть одним из механизмов, контролирующих проявление ЦМС, тогда как сама система ЦМС может служить моделью для исследования эпигенетических изменений в ядерном геноме, вызванных условиями внешней среды.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, грант 16-04-01131.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Reddy B.V.S., Ramesh S., Ortiz R. Genetic and Cytoplasmic-Nuclear Male Sterility in Sorghum // In: Plant Breeding Reviews, vol. 25. Ed.: J. Janik. Hoboken, New Jersey, USA, Wiley & Sons, Inc., 2005, pp. 139–169.
2. Elkonin L.A., Tsvetova M.I. Heritable effect of plant water availability conditions on restoration of male fertility in the “9E” CMS-inducing cytoplasm of sorghum // Front. Plant Sci., 2012. – V. 3. – № 91. doi: 10.3389/fpls.2012.00091
3. Эльконин Л.А., Геращенко Г.А., Доманина И.В., Рожнова Н.А. Наследование реверсий к мужской фертильности у стерильных гибридов сорго с ЦМС типа «9E», индуцированных условиями внешней среды // Генетика, 2015. – Т. 51, № 3. – С. 312–323.
4. Kozhemyakin V.V., Elkonin L.A., Dahlberg J.A. Effect of drought stress on male fertility restoration in A₃ CMS-inducing cytoplasm of sorghum // The Crop J., 2017. – V. 5, Iss. 4. – P. 282–289.

УДК 60:57.085:582.929.4

М.Н. Ящуревская, М.Ю. Чердниченко

Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва, Россия

ИНДУКЦИЯ КАЛЛУСОГЕНЕЗА И ОРГАНОГЕНЕЗА В КУЛЬТУРЕ ВИДОВ РОДА *SALVIA* L. *IN VITRO*

Для различных видов рода *Salvia*, представляющих интерес как лекарственные, ароматические, декоративные или редкие, эндемичные виды, в последние два десятилетия проведен ряд исследований, направленных на усовершенствование методов регенерации *in vitro* и разработку протоколов микроразмножения. В этих работах для клонального размножения использовали пазушные или апикальные почки, узловые сегменты стебля, различные экспланты из проростков *in vitro* [2, 3].

В экспериментах при культивировании растительных объектов *in vitro* в качестве минеральной основы чаще всего используют среду Мурасиге и Скуга (МС), которая дает хорошие результаты при каллусообразовании и эффективно поддерживает рост клеточных культур большинства двудольных растений [1]. Вариации касаются содержания представителей двух групп регуляторов роста – ауксинов и цитокининов, присутствие которых необходимо для индукции дедифференциации и каллусогенеза.

В наших исследованиях, когда асептические растения, полученные из стерилизованных семян [4], образовывали 5...6-ую пару настоящих листьев, из них вырезали листовые (5×5 мм), стеблевые (длиной 5...7 мм) и узловые (узел + 2...3 мм выше и ниже узла) экспланты и помещали на питательную среду МС с добавлением регуляторов роста: 2,4-дихлорфеноксиуксусная кислота (2,4-Д) (3 мг/л); 6-бензиламинопуридин (БАП)

(1 мг/л или 3 мг/л); БАП (1 мг/л или 3 мг/л) + индолил-3-уксусная кислота (ИУК) (0,1 мг/л).

На исследованных средах различного гормонального состава каллусогенез был получен только при использовании в качестве эксплантов сегментов стебля. При использовании сегментов листьев и узлов каллусогенез не наблюдался. Каллусогенез на сегментах стеблей проходил на всех вариантах питательных сред, кроме МС + 3 мг/л 2,4-Д (табл. 1). Причем питательные среды, не содержащие ауксинового компонента, давали значимо большую эффективность каллусогенеза, чем варианты, содержавшие ИУК в качестве ауксинового компонента. Это может косвенно свидетельствовать о высоком уровне эндогенных ауксинов, на фоне которого внесение экзогенных ауксинов приводит к избытку ауксинов в клетках и их гибели.

Таблица 1

Частота каллусогенеза на средах различного гормонального состава, %

Сорт/вид Состав питательной среды	Букет	Мускатный (АС-селекция)	Лекарственный (АС-селекция)
1 мг/л БАП	46,5 ± 5,5	72,0 ± 3,6	42,5 ± 4,7
3 мг/л БАП	53,5 ± 2,8	74,0 ± 8,1	34,5 ± 6,3
1 мг/л БАП + 0,1 мг/л ИУК	11,0 ± 8,7	14,0 ± 4,9	21,0 ± 7,1
3 мг/л БАП + 0,1 мг/л ИУК	12,0 ± 5,3	11,0 ± 3,6	23,0 ± 1,5
3 мг/л 2,4 Д	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0

По данным табл. 1, наилучшей средой для индукции каллусогенеза для шалфея мускатного (агрофирмы АС-селекция) и сорта Букет шалфея зеленого является МС + 3 мг/л БАП, для шалфея лекарственного (агрофирмы АС-селекция) – МС + 1 мг/л БАП.

На исследованных средах различного гормонального состава органогенез был получен только при использовании в качестве эксплантов сегментов узлов. При использовании в качестве эксплантов сегментов листьев и стеблей соматический органогенез не наблюдался.

Так, наилучшими средами для соматического органогенеза для сорта Букет шалфея зеленого являлись среды, содержащие 3 мг/л БАП, с добавлением или без добавления 0,1 мг/л ИУК, в то время как для шалфея мускатного (агрофирмы АС-селекция) и шалфея лекарственного (агрофирмы АС-селекция) – сочетание цитокининового (1 мг/л или, соответственно, 3 мг/л БАП) и ауксинового компонента (0,1 мг/л ИУК).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Калашникова Е.А. Основы биотехнологии / Е.А. Калашникова, М.Ю. Чередниченко. – М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2014. – 187 с.
2. Кустова О.К. Исследование генеративных и репродуктивных признаков *Salvia officinalis* L. при интродукции / О.К. Кустова // Промышленная ботаника. – 2009. – Вып. 9. – С. 150–154.
3. Gostin I. Effects of different plant hormones on *Salvia officinalis* cultivated *in vitro* / I. Gostin // Int. J. of Botany. – 2008. – V.4, №4. – P. 430–436.
4. Yaschurevskaya M.N., Cherednichenko M.Yu. *In vitro* seed sterilization of some *Salvia* species and varieties // The 3rd International Symposium on Euroasian Biodiversity. July 05-08 2017. Minsk, Belarus. Abstract e-Book. Eds. G. Semiz, G.K. Akyldiz. – P. 416.

УДК 579.8: 575.113

Г.Л. Бурыгин^{1,2}, П.А. Потанина³, К.Ю. Каргаполова²,
А.А. Белимов⁴, О.В. Ткаченко², В.И. Сафронова⁴

¹ФГБУН Институт биохимии и физиологии растений и микроорганизмов РАН,
г. Саратов, Россия

²ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный
университет имени Н.Г. Чернышевского», г. Саратов, Россия

³ФГБОУ ВО «Саратовский государственный аграрный университет
имени Н.И. Вавилова», г. Саратов, Россия

⁴ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной
микробиологии, г. Санкт-Петербург, Россия

ТАКСОНОМИЧЕСКОЕ ПОЛОЖЕНИЕ БАКТЕРИАЛЬНОГО ИЗОЛЯТА T1Kr02, ВЫДЕЛЕННОГО С КОРНЕЙ КАРТОФЕЛЯ СОРТА КОНДОР

Аннотация. Бактериальный изолят T1Kr02 (= RCAM04486) был выделен с поверхности корня картофеля (*Solanum tuberosum* L.) сорта Кондор, произраставшего в полевых условиях в Марксовском районе Саратовской области на каштановых почвах. Проведённая работа по идентификации штамма с использованием технологии секвенирования консервативных последовательностей 16S рДНК и ITS региона, а также изучение биохимических свойств, не позволили отнести изолят к какому-либо из описанных бактериальных видов. Последовательность гена 16S рРНК имела идентичность на уровне 99,1–99,3% с несколькими типовыми штаммами бактериальных видов рода *Ochrobactrum*, вследствие чего штамм T1Kr02 был описан как представитель альфа-протеобактерий порядка *Rhizobiales* семейства *Brucellaceae* рода *Ochrobactrum*. Идентичность последовательности ITS штамма T1Kr02 составила не более 93,4% с аналогичными последовательностями типовых штаммов рода *Ochrobactrum*, имеющимися в базе данных GenBank, что ниже уровня внутривидовой вариабельности. Анализ биохимических характеристик штамма T1Kr02 выявил от 4 до 12 признаков, отличающих его от типовых штаммов рода *Ochrobactrum*. Совокупность данных позволяет предположить принадлежность штамма T1Kr02 (= RCAM04486) к новому виду рода *Ochrobactrum*. По совокупности характеристик наиболее близким к изоляту T1Kr02 из типовых штаммов рода является *O. grignonense* OgA9a^T.

Ключевые слова: картофель, ризосферные бактерии, *Ochrobactrum*, идентификация, секвенирование гена 16S рРНК и ITS региона, мультисубстратное тестирование Biolog.

Ризосферные бактерии являются важным компонентом успешного развития растений и способны значительно повышать урожайность сельскохозяйственных культур [1]. В частности, инокуляция микроклонов картофеля суспензией ризобактерий *Azospirillum brasilense* Sp245 приводила к 45 % повышению урожайности в полевых условиях [2]. В качестве ризосферных симбионтов картофеля разными группами исследователей описаны бактерии родов *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Ochrobactrum*, *Methylobacterium*, *Acinetobacter* и многие другие [3, 4]. Одной из важных задач современной агробиотехнологии является поиск и характеристика новых природных симбиотических бактерий, которые могли бы способствовать росту культурных растений в разнообразных условиях (климат, физико-химические и химические особенности почв, антропогенное воздействие). Ранее нами был описан ростстимулирующий ризосферный штамм *Ochrobactrum cytisi* IPA7.2 (= RCAM04481), выделенный с корней картофеля сорта Невский [5]. В данной работе проведено определение таксономического поло-

жения другого бактериального изолята T1Kr02, выделенного из отмытых корней картофеля сорта Кондор.

Методы. Бактериальный штамм T1Kr02 был выделен в конце мая 2016 г. с поверхности отмытых корней картофеля (*Solanum tuberosum* L.) сорта Кондор, находившегося на стадии активного укоренения и начала роста побега и произраставшего в полевых условиях на тёмно-каштановой почве в Марксовском районе Саратовской области (N 51°61'34", E 46°54'21"). Бактерии выделяли на твердой безазотистой малатной среде NFb следующего состава (г/л): яблочная кислота – 3,8; K₂HPO₄×3H₂O – 0,4; KH₂PO₄ – 0,4; MgSO₄×6H₂O – 0,2; NaCl – 0,1; Na₂MoO₄×12H₂O – 0,002; FeSO₄ (в хелатном комплексе с EDTA) – 0,02; агар-агар – 15 (рН доводили NaOH до 7,0), на которой в дальнейшем культуру поддерживали периодическим пересевом. Для изолята T1Kr02 была выявлена ростстимулирующая активность по отношению к проросткам пшеницы и микроклонам картофеля в условиях *in vitro* (данные Каргаполовой К.Ю. – готовятся к печати). Штамм T1Kr02 депонирован в Ведомственной коллекции полезных микроорганизмов сельскохозяйственного назначения ВКСМ под номером RCAM04486.

Для амплификации 16S рДНК (около 1500 bp) использовали праймеры fD1 (5'-AGAGTTTGATCCTGGCTCAG-3') и rD1 (5'-AAGGAGGTGATCCAGCC-3'), для амплификации ITS региона (около 800 bp) – праймеры FGPS1490-72 (5'-TGCGGCTGGATCCCTCCTT-3') и FGPL-132 (5'-CCGGGTTTCCCCATTCGG-3'). Полученные ПЦР-продукты были секвенированы на генетическом анализаторе ABI PRISM 3500xl (Applied Biosystems, США).

Поиск гомологичных последовательностей проводили с помощью базы данных NCBI GenBank (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov>) и программы BLAST (<https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi>). Для конструирования филогенетического дерева использовали программу «One Click» на Интернет-ресурсе http://www.phylogeny.fr/simple_phylogeny.cgi, использующей множественное выравнивание MUSCLE и филогенетический анализ PhyML с вычислением максимального правдоподобия. Достоверность расхождения ветвей на филогенетическом древе оценивали по уровню бутстрэппинга. Мультисубстратное тестирование и компьютерная обработка полученных данных были проведены с помощью системы GENIII MicroPlate (BioLog, США) в соответствии с рекомендациями производителя.

Результаты и их обсуждение. Анализ нуклеотидной последовательности гена 16S рДНК позволил идентифицировать изолят T1Kr02 как представителя альфа-протеобактерий порядка *Rhizobiales* семейства *Brucellaceae* рода *Ochrobactrum*. При этом с типовыми штаммами четырёх видов рода *Ochrobactrum* (*O. grignonense*, *O. pseudogrignonense*, *O. rhizosphaerae*, *O. thiophenovorans*) процент идентичности последовательностей был выше 98,65 % (табл.), принятый в современной микробиологии как уровень внутривидовой вариабельности этого гена [6], но не выше 99,3 %, что не позволило по этому признаку однозначно отнести штамм T1Kr02 к какому-либо из этих видов.

Филогенетический анализ по последовательности гена 16S рДНК с близкородственными штаммами (рис. 1) выявил нахождение штамма T1Kr02 в одной монофилетической группе с 8 другими штаммами рода *Ochrobactrum* (*O. pseudogrignonense*, *O. thiophenovorans* и *Ochrobactrum* sp.), из которых 5 были выделены из ризосферы растений, а 3 из почвы сельскохозяйственных полей. Таким образом, эта группа содержит ризосферные и почвенные штаммы, равноудалённые по маркеру 16S рДНК от типовых штаммов описанных видов рода *Ochrobactrum*.

Анализ последовательности межгенного (16S-23S) транскрибируемого ITS спейсера изолята T1Kr02 выявил низкий процент идентичности с генами типовых штаммов рода *Ochrobactrum* (не выше 93,4 %, табл.). На филогенетическом древе по последовательности ITS региона (рис. 2) изолят T1Kr02 (также как и для гена 16S рДНК) находится на отдельной монофилетической ветви, что позволяет нам предположить принадлежность

этого штамма к новому (ранее неопisanному) виду бактерий рода *Ochrobactrum*. Наиболее близкими к изоляту T1Kr02 были типовые штаммы *O. grignonense* и *O. pseudogrignonense*.

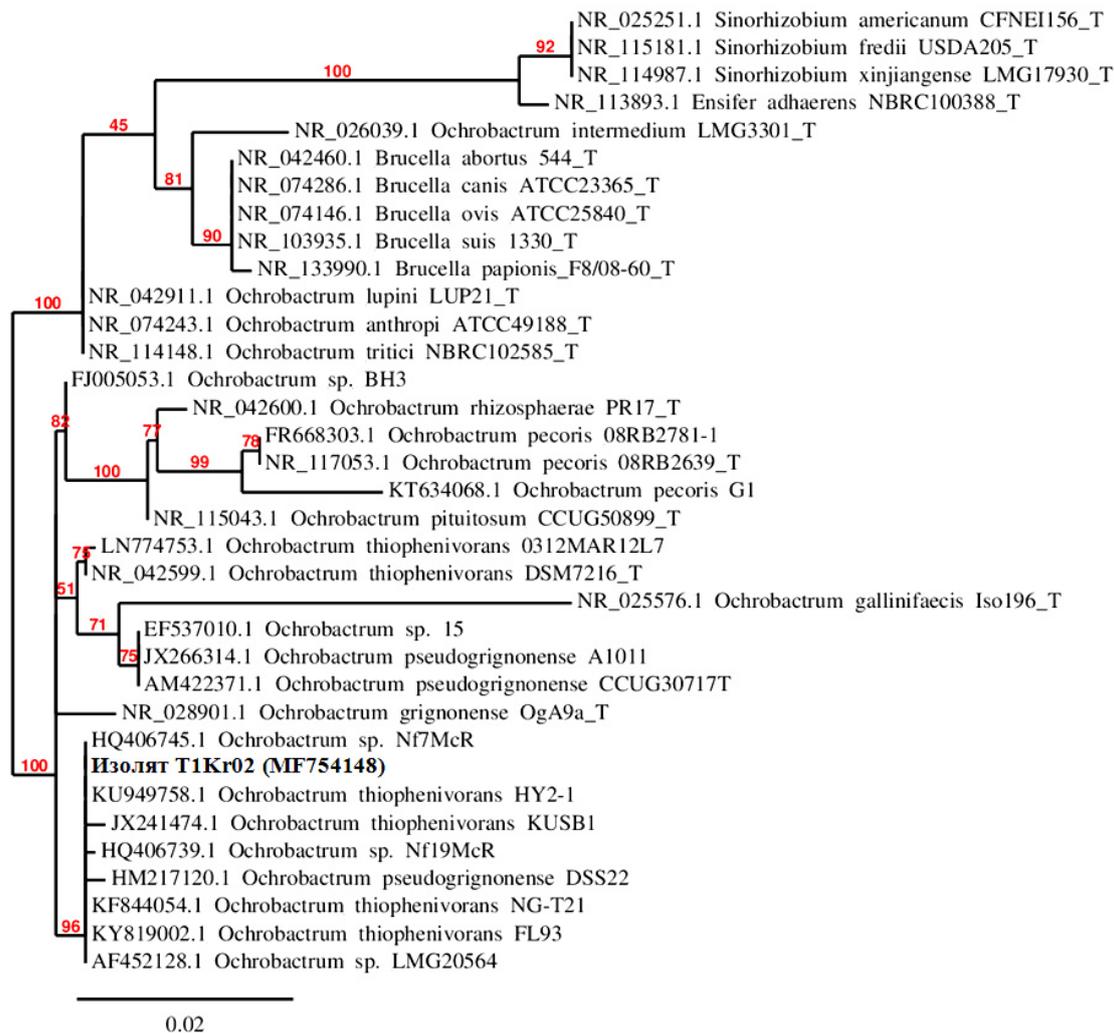


Рис. 1. Филогенетическое древо по последовательностям генов 16S рНК бактериальных штаммов, наиболее эволюционно близких изоляту T1Kr02

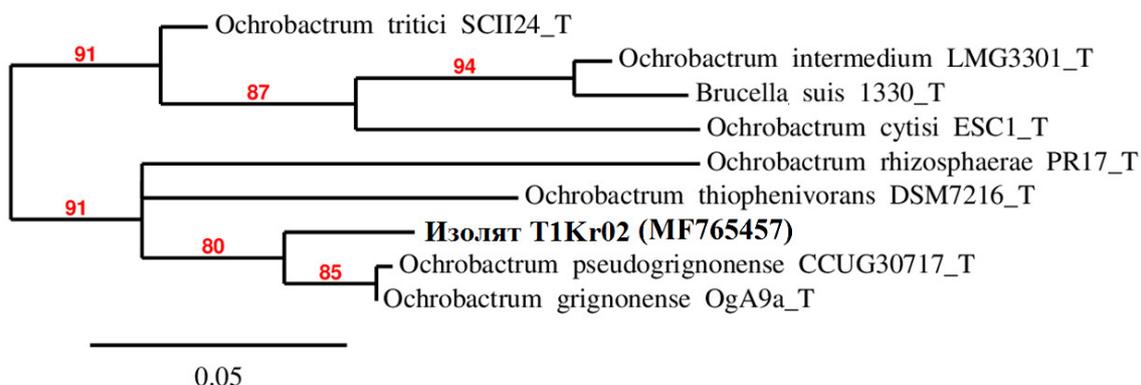


Рис. 2. Филогенетическое древо по последовательностям межгенного (16S-23S) транскрибируемого ITS спейсера

**Варибельные таксономические признаки штамма T1Kr02
и типовых штаммов рода *Ochrobactrum*, имеющих наиболее высокий процент
идентичности последовательности гена 16S рНК**

Признаки	1	2	3	4	5
% идентичности гена 16S рНК		99,3	99,2	99,1	98,7
% идентичности ITS региона		72,3	93,4	92,4	75,7
Подвижность	+	–	–	+	+
Способность использовать: сахароза, D-трегалоза	–	–	+	–	+
D-мальтоза	+	–	–	–	+
D-целлобиоза	–	–	–	–	+
L-рамноза, лимонная кислота, L-гистидин	+	–	+	+	+
N-ацетил-D-глюкозамин	+	(+)	–	–	(+)
D-глюконовая кислота	+	+	+	+	–
4-аминомасляная кислота, 3-гидрокси-D,L-масляная кислота	–	+	+	+	+

Примечание: 1 – изолят T1Kr02; 2 – *O. thiophenivorans* DSM7216^T; 3 – *O. pseudogrignonense* CCUG30717^T; 4 – *O. grignonense* OgA9a^T; 5 – *O. rhizosphaerae* PR17^T. «+» – наличие признака; «–» – отсутствие признака.

Изучение биохимических свойств изолята T1Kr02 с использованием системы мультисубстратного тестирования микроорганизмов Biolog, и последующее сравнение характеристик исследуемого штамма позволило выявить от 4 до 12 существенных для таксономической идентификации различий с типовыми штаммами видов рода *Ochrobactrum* (Таблица). От всех близкородственных видов штамм T1Kr02 отличает неспособность к использованию в качестве единственного источника углерода 4-аминомасляную кислоту (ГАМК) и 3-гидроксимасляную кислоту. Кроме того, от близких видов *O. thiophenivorans* и *O. pseudogrignonense* штамм T1Kr02 отличает способность к активному движению в жидких средах. Наименьшее количество дополнительных различий (способность к росту на мальтозе и N-ацетилглюкозамине) у изолята T1Kr02 отмечено со штаммом *O. grignonense* OgA9a^T. Тем не менее, система мультисубстратного тестирования Biolog не отнесла исследуемый штамм к виду *O. grignonense*, что подтвердило результаты изучения последовательностей 16S рДНК и ITS региона.

Таким образом, и по молекулярно-генетическим, и по физиолого-биохимическим характеристикам штамм T1Kr02, выделенный с корней картофеля сорта Кондор, значительно отличается от типовых штаммов всех описанных видов, что позволяет предположить принадлежность штамма T1Kr02 к новому виду рода *Ochrobactrum*.

Долгосрочное поддержание штамма T1Kr02 осуществляется в рамках Программы ФАНО России по развитию и инвентаризации биоресурсных коллекций научными организациями.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бурыгин, Г. Л. Анализ генома ризосферного штамма *Ochrobactrum* sp. IPA7.2 / Г.Л. Бурыгин, Е.О. Дубгорина, Н.Е. Гоголева, Ю.А. Хлопко, А.О. Плотников, Н.В. Бойкова, К.Ю. Каргаполова, Ю.В. Гоголев, О.В. Ткаченко // Сб. ст. межд. науч.-практ. конф. «Вавиловские чтения – 2016», посвященной 129-й годовщине со дня рождения акад. Н.И. Вавилова. – Саратов, ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2016. – С. 95–96.

2. Ardanov, P. Effects of *Methylobacterium* sp. on emergence, yield, and disease prevalence in three cultivars of potato (*Solanum tuberosum* L.) were associated with the shift in endophytic microbi-

al community / P. Ardanov, S. Lyastchenko, K. Karppinen, H. Häggman, N. Kozyrovska, A.M. Pirttilä // Plant Soil. – 2016. – Vol. 405 (1–2). – P. 299–310.

3. Kim, M. Towards a taxonomic coherence between average nucleotide identity and 16S rRNA gene sequence similarity for species demarcation of prokaryotes / M. Kim, H.S. Oh, S.C. Park, J. Chun // Int. J. Syst. Evol. Microbiol. – 2014. – Vol. 64 (2). – P. 346–351.

4. Kloepper, J.W. Effects of rhizosphere colonization by plant growth-promoting rhizobacteria on potato plant development and yield / J.W. Kloepper, M.N. Schroth, T. D. Miller // Phytopathology. – 1980. – Vol. 70 (11). – P. 1078–1082.

5. Krzyzanowska, D. Colonization of potato rhizosphere by GFP-tagged *Bacillus subtilis* MB73/2, *Pseudomonas* sp. P482 and *Ochrobactrum* sp. A44 shown on large sections of roots using enrichment sample preparation and confocal laser scanning microscopy / D. Krzyzanowska, M. Obuchowski, M. Bikowski, M. Rychlowski, S. Jafra // Sensors. – 2012. – Vol. 12 (12). – P. 17608–17619.

6. Tkachenko, O.V. Improved potato microclonal reproduction with the plant growth-promoting rhizobacteria *Azospirillum* / O.V. Tkachenko, N.V. Evseeva, N.V. Boikova, L.Yu. Matora, G.L. Burygin, Yu.V. Lobachev., S.Yu. Shchyogolev // Agron. Sustain. Dev. – 2015. – Vol. 35 (3). – P. 1167–1174.

УДК: 57.085.23

А.Ю. Денисова¹, О.В. Ткаченко¹, Н.В. Евсева², Г.Л. Бурьгин²

¹Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

²Институт биохимии и физиологии растений и микроорганизмов РАН, г. Саратов, Россия

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ БАКТЕРИЙ *AZOSPIRILLUM BRASILENSE* SP245 НА РАСТЕНИЯ КАРТОФЕЛЯ И ПШЕНИЦЫ В КУЛЬТУРЕ *IN VITRO* В УСЛОВИЯХ ОСМОТИЧЕСКОГО СТРЕССА

Аннотация. Исследовано влияние ростстимулирующих ассоциативных ризобактерий *Azospirillum brasilense* Sp245 на физиолого-морфологические параметры растений пшеницы и картофеля при осмотическом стрессе в культуре *in vitro*. Осмотический стресс создавали путем добавления к питательной среде для культивирования растений полиэтиленгликоля (ПЭГ, М.м. 6000). По ряду показателей обнаружено достоверное положительное влияние бактерии на репарацию растений после стресса.

Ключевые слова: культура клеток и тканей растений *in vitro*, пшеница, картофель, *Azospirillum brasilense* Sp245.

Стимулирующие рост растений ризобактерии (PGPR) играют важную роль в адаптации растений к стрессовым факторам внешней среды, в частности к дефициту воды или засухе. Предполагаемые механизмы, используемые PGPR для защиты растения от этих стрессов включают продукцию различных фитогормонов, АЦК-деаминазу, экзополисахариды. Цель данной работы – исследовать влияние ростстимулирующих ассоциативных ризобактерий *Azospirillum brasilense* Sp245 на физиолого-морфологические параметры в проростках пшеницы и микроклонов картофеля при осмотическом стрессе в культуре *in vitro*.

Для изучения влияния на растения бактерий и водного дефицита закладывалось 4 варианта опыта: контроль без добавления бактерий и осмотического стресса (К₁); вариант с бактериями без стресса (К₂); вариант без бактерий со стрессом (К₃); вариант с бактериями и стрессом (О₁). Осмотический стресс создавали путем добавления к питательной среде полиэтиленгликоля (ПЭГ, М.м. 6000). На первом этапе экспланты (зародыши, вычлененные из зрелых зерновок пшеницы или микрочеренки картофеля с од-

ной почкой) культивировали на жидкой среде МС без гормонов. Далее на 5-е сутки для пшеницы и на 10-е сутки для картофеля в пробирки добавляли суспензию бактерий *Azospirillum brasilense* Sp245 таким образом, что итоговая концентрация их в питательной среде составляла 10^6 кл/мл. Через 3 суток проводили замену питательной среды на среду аналогичного состава, но с содержанием ПЭГ в концентрации 5 % для пшеницы и 2,5 % для картофеля. Действие стресса продолжалось 3, 5 и 7 суток, после чего питательную среду с ПЭГ вновь заменяли на стандартную среду Мурасиге и Скуга. Через 5 суток после снятия стресса оценивали эффективность репарации. Оценку состояния растений проводили на основании морфо-физиологических параметров (для пшеницы: длина листа, количество корней, средняя длина корня, сырая масса корней, сырая масса побега; для картофеля: длина побега, количество узлов на побеге, количество корней, средняя длина корня, сырая масса корней, сырая масса побега).

Эксперименты, проведенные на пшенице показали, что бактерии положительно влияли на длину листа и сырую массу побега и корней в расчете на один проросток при выращивании растений пшеницы без ПЭГ и на сырую массу побега при репарации после 5 суток стресса, а также на длину листа и биомассу побегов и корней при репарации после 7 суток стресса. Эксперименты, проведенные на растениях картофеля показали, что бактерии положительно влияли на количество узлов на побеге, сырую массу и среднюю длину корней в расчете на одно растение при выращивании их без ПЭГ, и на длину и массу побега при репарации после 7 суток ПЭГ.

Установлено, что в модельных условиях культуры *in vitro* в отсутствие стресса бактерии *Azospirillum brasilense* Sp245 оказывают существенный положительный эффект на рост побегов и корней пшеницы и картофеля. ПЭГ в изученных концентрациях оказывает ингибирующее влияние на рост растений при продолжительности его действия 5 и 7 суток. Об эффективности процессов репарации следует судить не ранее, чем через 7 суток. Обнаружено, что по некоторым показателям бактерии оказывали достоверное положительное влияние на репарацию растений после стресса.

УДК: 633.491: 631.532/.535

**Н.В. Евсеева¹, О.В. Ткаченко², Г.Л. Бурьгин¹, Л.Ю. Матора¹,
С.Ю. Щеголев¹**

¹Институт биохимии и физиологии растений и микроорганизмов
Российской академии наук, г. Саратов, Россия

²Саратовский государственный аграрный университет имени Н. И. Вавилова,
г. Саратов, Россия

ОСОБЕННОСТИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МАКРО- И МИКРОПАРТНЕРОВ В РАСТИТЕЛЬНО-МИКРОБНЫХ АССОЦИАЦИЯХ *IN VITRO*

Аннотация. Исследование особенностей взаимодействия макро- и микросимбионтов при клональном микроразмножении растений картофеля (*Solanum tuberosum* L.) сорта Невский в условиях *in vitro* показало, что эффективность метода зависит как от генотипа микросимбионта, так и от времени инокуляции растений. Сопоставление информации о физиолого-биохимических свойствах ризосферных бактерий и их способности активировать реакции фитоиммунитета даёт возможность повысить эффективность бактериальной инокуляции не только для адаптации микрорастений к нестерильным условиям среды, но и для стимуляции роста растений как на этапе культивирования *in vitro*, так и в условиях *ex vitro*.

Ключевые слова: растительно-бактериальные ассоциации *in vitro*, клональное микроразмножение растений, *Solanum tuberosum* L., *Azospirillum brasilense* Sp245.

Создание активно-функционирующих растительно-бактериальных ассоциаций в условиях *in vitro* позволяет решать как фундаментальные проблемы, связанные с особен-

ностями взаимодействия макро- и микросимбионтов в данных условиях, стимулирования роста, развития, резистентности растений, так и с целью повышения эффективности технологии клонального микроразмножения растений, в том числе в системе семеноводства с получением оздоровленного посадочного материала.

Цель работы – исследование особенностей взаимодействия макро- и микросимбионтов при их клональном микроразмножении в условиях *in vitro*. В качестве макросимбионтов были использованы растения картофеля (*Solanum tuberosum* L.) сорта Невский из пересадочной коллекции кафедры «Растениеводство, селекция и генетика» ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ».

На первом этапе наших исследований было показано, что оптимальными условиями для проявления ростстимулирующей для растений активности бактериальной культуры является полужидкая питательная среда с содержанием агар-агара 3,5 г/л и полным составом солей по прописи Мурасиге-Скуга. Установлено, что стимулирующий эффект не может быть связан с улучшением азотного питания растений за счет фиксации атмосферного азота азоспириллами, поскольку на безазотистой среде рост растений в условиях *in vitro* существенно угнетался независимо от присутствия бактерий. Более вероятной причиной стимулирования роста растений следует признать выделение бактериями фитогормонов. Кроме того, было показано, что бактерии *Azospirillum brasilense* Sp245 способствуют отложению каллозы в клетках проводящих элементов листьев и эпидемии корня картофеля, как одного из показателей, связанных с устойчивостью растений к биотическому стрессу.

Одним из важных аргументов в пользу использования бактерий в инокуляции растений в условиях *in vitro* является их неспособность усваивать сахарозу, являющейся основным компонентом питательной среды Мурасиге и Скуга (МС) для культивирования растений *in vitro*. Поэтому на первом этапе были проверены 25 штаммов родов *Achromobacter*, *Azospirillum*, *Enterobacter*, *Niveispirillum*, *Ochrobactrum*, *Pseudomonas*, *Rhizobium* (из коллекции ризосферных микроорганизмов ИБФРМ РАН) на способность использовать сахарозу в качестве источника углерода для оценки возможности бактериального зарастания среды Мурасиге-Скуга. В результате были отобраны культуры 12 штаммов, неспособные расти на среде с сахарозой. Эти бактерии были использованы для инокуляции микрорастений картофеля сразу после черенкования (0 сутки) в концентрации 10^6 кл/мл. Питательными веществами для бактерий могли служить только метаболиты (экссудаты) растений. В частности, это проявлялось в том, что после бактериализации не происходило размножения бактерий в среде культивирования растений, о чем свидетельствовало сохранение ее прозрачности. Методами иммуноферментного анализа, флуоресцентной микроскопии и бактериологического посева подтверждена колонизация бактериями корней эксплантов *in vitro*. Установлено, что в среде Мурасиге-Скуга на 30-ые сутки культивирования количество бактериальных клеток снижалось примерно на 2 порядка (до 10^4 клеток на миллилитр среды), а на корнях сохранялось первоначальным (10^6 клеток на грамм корней). Все отобранные 12 штаммов оказывали достоверное положительное влияние на морфологические параметры микрорастений в условиях *in vitro* и *ex vitro*. В то же время бактериальные культуры штаммов, способные самостоятельно расти на среде МС, при инокуляции микрорастений на стадии черенкования (0 сутки) вызывали зарастание среды и снижение ростовых параметров растений. Можно предположить, что ингибирование роста растений связано с активацией реакций фитоиммунитета на увеличивающееся количество микробных клеток в среде. При этом инокуляция такими бактериями растений картофеля на 15-ые сутки культивирования *in vitro* также приводила к бактериальному росту в среде МС, но не сопровождалась ингибированием роста растений, а по некоторым параметрам (количество узлов, количество корней, длина побега) инокулированные растения достоверно превосходили контрольные. При пересадке растений из пробирок (*in vitro*) в нестерильный грунт (*ex vitro*) инокулированные растения демонстрировали лучший процент прижи-

ваемости и более быстрое развитие фотосинтетической поверхности (площадь листьев). Инокуляция этими же бактериями за сутки до пересадки в условия *ex vitro* достоверно не сказывалась на дальнейшем росте растений.

Для штаммов *Azospirillum brasilense* Sp7, *Niveispirillum irakense* KBC1 исследованы действия их жгутиковых антигенов (флагеллинов) на рост микрорастений картофеля в условиях *in vitro*. Установлены закономерности между степенью гликозилирования бактериальных флагеллинов и уровнем фитоиммунных реакций, и как следствие, снижение ростовых характеристик растений.

Таким образом, было показано, что характер влияния бактериализации растений картофеля при клональном микроразмножении в условиях *in vitro* зависит как от генотипа микросимбионта, так и от времени инокуляции растений. Сопоставление информации о физиолого-биохимических свойствах ризосферных бактерий и их способности активировать реакции фитоиммунитета даёт возможность повысить эффективность бактериальной инокуляции не только для адаптации микрорастений к нестерильным условиям среды, но и для стимуляции роста растений как на этапе культивирования *in vitro*, так и в условиях *ex vitro*.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке гранта РФФИ №16-04-01444

УДК 579.262+579.64:631.46

И.В. Егоренкова, К.В. Трегубова, В.В. Игнатов

Институт биохимии и физиологии растений и микроорганизмов
Российской академии наук, г. Саратов, Россия

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ МЕТАБОЛИТЫ РИЗОБАКТЕРИЙ *PAENIBACILLUS POLYMUXA* В РАСТИТЕЛЬНО-БАКТЕРИАЛЬНЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯХ

Сельскохозяйственное производство существенно зависит от активности разнообразных микроорганизмов, обеспечивающих питание и развитие растений и животных, плодородие почвы, биоконтроль вредителей и сорных растений [1]. К группе ростстимулирующих ризобактерий (PGPR) относят активно исследуемые в настоящее время бактерии рода *Paenibacillus* с типовым видом *P. polymuxa*. Формирование эффективных ассоциативных отношений связывают со способностью этих микроорганизмов к азотфиксации, улучшению минерального питания и водного баланса растений, а также к продукции широкого спектра физиологически активных метаболитов, среди которых: фитогормоны, литические ферменты, антибиотики и экзополисахариды (ЭПС) [2, 3, 4]. Известно о стимуляции ферментативной активности хитиназы и β -1,3-D-глюканазы, глюкозо-6-фосфат дегидрогеназы, глутатион редуктазы и глутатион S-трансферазы в растениях, инокулированных *P. polymuxa* [2, 3], причем повышение хитиназной и β -1,3-D-глюканазной активности в растениях коррелирует с резистентностью к фитопатогенам. *P. polymuxa* способны к проникновению в корневые ткани и колонизации корней растений с формированием биопленок [5, 6], что имеет определяющее значение в увеличении сопротивляемости растений биотическим и абиотическим стрессам [2, 5]. ЭПС *P. polymuxa* отводится важная роль в растительно-бактериальных взаимодействиях [2, 5, 6].

В ряде экспериментов с использованием нескольких штаммов ризобактерий *P. polymuxa*: ССМ 1459^T, ССМ 1460, ССМ 1465, 88А и 92 – мы исследовали продукцию ими ЭПС, некоторых литических ферментов и антибактериальную активность. Было показано, что в процессе периодического культивирования данные штаммы с разной ин-

тенсивностью синтезировали гетерогенные полисахариды, содержащие нейтральные и кислые фракции. Нами зафиксировано позитивное влияние предобработки бактериями ряда штаммов *P. polymyxa* и их ЭПС на ранние стадии развития пшеницы (*Triticum aestivum* L.) Саратовская 29, это проявилось в увеличении длины и массы корней и побегов 7-суточных проростков; а также на активность анионных пероксидаз в тканях проростков пшеницы (в 1.5-2 раза выше контрольных значений).

Для выявления активности ряда литических ферментов *P. polymyxa* использовали соответствующие плотные диагностические среды, содержащие различные макромолекулярные субстраты. По размерам зон просветления вокруг бактериальных колоний после обработки агаровых пластин соответствующими растворами проводили сравнительную оценку активности ферментов штаммов *P. polymyxa*. Все анализируемые штаммы проявили амилазную, целлюлазную, хитиназную, пектинолитическую и протеазную активности. Более активным в продукции амилаз, целлюлаз и протеаз оказался штамм *P. polymyxa* 92 (VNIISHM 92), выделенный из корней пшеницы.

Одним из факторов, определяющих взаимодействия бактерий внутри микробной ассоциации в ризосфере растений, является антагонистическая активность, связанная с синтезом антибактериальных веществ. В ходе проведенных экспериментов установлено, что исследуемые штаммы *P. polymyxa* обладают явной антибактериальной активностью к ряду тест-бактерий, относящихся к различным таксономическим группам: *Escherichia coli* 878, *Bacillus subtilis* 26 D, *Rhizobium leguminosarum* B-1006, *Erwinia carotovora* 603, *Xanthomonas campestris* 610, 611.

Таким образом, анализируемые штаммы *P. polymyxa* продемонстрировали широкий спектр признаков, которые могут быть полезными при контакте их с растительным партнером. Анализ механизмов растительно-бактериальных взаимодействий позволит не только эффективно использовать микроорганизмы в сельском хозяйстве, но и контролировать эколого-генетические последствия их широкомасштабной интродукции в агроценозы [1].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тихонович И.А., Проворов Н.А. Сельскохозяйственная микробиология как основа экологически устойчивого агропроизводства: фундаментальные и прикладные аспекты // Сельскохозяйственная биология. Сер. «Биология растений». – 2011. – № 3. – С. 3–9.
2. Haggag Wafaa M. Colonization of exopolysaccharide-producing *Paenibacillus polymyxa* on peanut roots for enhancing resistance against crown rot disease // Afr. J. Biotechnol. – 2007. – V. 6. – P. 1568–1577.
3. Kwon Y.S., Lee D.Y., Rakwa R., Baek S.-B., Lee J.H., Kwak Y.-S., Seo J.-S., Chung W S., Bae D.-W., Kim S.G. Proteomic analyses of the interaction between the plant-growth promoting rhizobacterium *Paenibacillus polymyxa* E681 and *Arabidopsis thaliana* // Proteomics. – 2016. – V. 16. – P. 122–135.
4. Liang T.-W., Wang S.-L. Recent advances in exopolysaccharides from *Paenibacillus* spp.: production, isolation, structure, and bioactivities // Mar. Drugs. – 2015. – V. 13. – P. 1847–1863.
5. Timmusk S., Grantcharova N., Wagner E.G.H. *Paenibacillus polymyxa* invades plant roots and forms biofilms // Appl. Environ. Microbiol. – 2005. – V. 71. – P. 7292–7300.
6. Yegorenkova I.V. Exopolysaccharides of *Paenibacillus polymyxa* rhizobacteria in plant-bacterial interactions. In: Maheshwari D.K., Saraf M., Aeron A. (eds) Bacteria in agrobiolgy: crop productivity, vol. 7. Springer-Verlag, Berlin. – 2013. – P. 401–437.

В.В. Ильчуков

Институт биохимии и физиологии растений и микроорганизмов
Российской академии наук, г. Саратов, Россия

ВЛИЯНИЕ СОЛЕВОГО СТРЕССА НА СОДЕРЖАНИЕ ИОНОВ МАГНИЯ И КАЛЬЦИЯ В КЛЕТКАХ СУСПЕНЗИОННОЙ КУЛЬТУРЫ *THELLUNGIELLA SALSUGINEA*

Солевой стресс является одним из значимых абиотических факторов среды. Негативный эффект солевого стресса на рост растительной клетки связывают, преимущественно, с ионной «токсичностью», с нарушением водного баланса и ионного гомеостаза (Алехина и др., 2005; Halperin et al., 2003), в том числе, возможно, и на баланс ионов магния и кальция. Соотношение, концентрация этих ионов в клетке через регуляцию структуры ансамбля актиновых микрофиламентов (актинового цитоскелета) может играть существенную роль в ростовом процессе, формированию адаптивной реакции клетки на условия солевого стресса.

В связи с этим мы изучали содержание в клетках ионов Ca^{2+} и Mg^{2+} в условиях солевого стресса.

Объектами исследования были клетки суспензионной культуры *Thellungiella salsuginea* – галофильный вид растения, встречающийся на солонцеватой почве. Культуру клеток выращивали на питательной среде SH (Шенка, Хильдебрандта). В опытном варианте в среду добавляли NaCl в разной концентрации. На четвертые сутки культивирования клетки осаждали и навеску (около 500 мг) гомогенизировали в 1 мл среды SH. Далее гомогенат центрифугировали в течение 5 минут при 10,000 об/мин и в супернатанте определяли фотоколориметрически содержание ионов. Содержание ионов Mg^{2+} – с помощью специфического к магнию красителя титанового желтого, а содержание ионов Ca^{2+} – с помощью специфического к кальцию красителя Арсеназо III. Повторность опытов 4–6 кратная. Статистическую обработку полученных результатов проводили с использованием программного пакета Microsoft Office Excel. Данные приводятся для уровня надежности 95 %.

Как правило, для создания условий солевого стресса для растений используется добавление в среду NaCl в концентрации 0.5 М. Однако, предварительными опытами (данные не приводятся) было установлено, что 50 % подавление роста клеток суспензионной культуры наблюдается уже при добавлении в среду культивирования NaCl в концентрации 0,1 М.

Было выявлено, что за исследуемый период культивирования содержание ионов магния в клетках суспензионной культуры *Thellungiella salsuginea* в контрольном варианте возрастает с 34 мкг до 166. Аналогичный процесс, но с меньшей интенсивностью, наблюдался и в опытном варианте: содержание ионов магния возросло до 105 мкг. Иные результаты были получены по отношению к ионам кальция. Если в контрольном варианте в клетках за период культивирования содержание иона увеличивается с 16 до 31 мкг, то в опытном варианте содержание иона, напротив, снижалось с 16 мкг до 8 мкг (табл. 1).

Таким образом, в условиях солевого стресса в клетках суспензионной культуры *Thellungiella salsuginea* наблюдаются существенные изменения не только в содержании исследуемых ионов, но и в величине их соотношении (5:1 – в контрольном варианте, 13:1 – в опытном варианте). Аналогичная реакция на низкотемпературный стресс была получена нами ранее на изолированных колеоптилях пшеницы и в клетках суспензионной культуры *Arabidopsis thaliana*.

**Содержание ионов магния и кальция в клетках суспензионной культуры
Theilingiella salsuginea.**

Вариант	Содержание магния, в мкг\ г сырого веса	Содержание кальция, в мкг\ г сырого веса
Контроль: среда SH, + 23 °С		
1 час	34,4 ± 5,1	16,2 ± 2,1
96 часов	165,9 ± 20,3	30,7 ± 4,2
Опыт: среда SH, + 23 °С + 0,1 М NaCl		
1 час	34,4 ± 5,1	16,2 ± 2,1
96 часов	104,4 ± 11,1	8,4 ± 1,1

Возможно, что изменение соотношения $Mg^{2+} \setminus Ca^{2+}$ в клетке является одним из первичных рецепторов восприятия цитоскелетом клетки сигнала стрессового фактора (Хохлова, Невмержицкая, 2011). Изменение этого соотношения в сторону магния может приводить к формированию более коротких и толстых нитей F-актина (Liu B., 2011) и, тем самым, формируется адаптивная реакция актинового цитоскелета на условия внешней среды. Столь значительное (по сравнению с условиями низкотемпературного стресса) увеличение соотношения $Mg^{2+} \setminus Ca^{2+}$, возможно, связано с тем, что *Theilingiella salsuginea* является галофитным растением, т.е. суспензия клеток может сохранять определенную устойчивость к солевому стрессу, а также с морфологией самих клеток суспензии. Они, как правило, имеют округлую форму и характеризуются высокой степенью агрегированности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алехина Н.В., Балнокин Ю.В., Гавриленко В.Ф. и др. Физиология растений. – М.: Академия, 2005. – 640 с.
2. Хохлова Л.П., Невмержицкая Ю.Ю. Роль цитоскелета в сигнальных системах растений //Учен. записки Казан. Гос. Ун-та, 2011. – Т.153. – Кн. 2. – С. 147–179.
3. Halperin S.J., Gilroy S., Lynch J.P. Sodium chloride reduces growth and cytosolic calcium, but does not affect cytosolic pH, in root hairs of *Arabidopsis thaliana* L. //2003; J. Exp. Bot., vol. 54, p. 385, pp. 1269–1280.
4. The Plant Cytoskeleton //2011; изд-во Springer: New York, Dordrecht, Heidelberg, London, Liu B. (Ed), 331 P.

УДК 581.143:579.64:631.811.98

**Ж.Н. Калацкая¹, О.В. Дорошук¹, Н.А. Ламан¹, И.А. Овчинников¹,
Т.В. Фролова¹, Н.А. Шевцов¹, Т.Л. Носонова², М.Н. Мандрик-Литвинкович²**

¹Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича НАН Беларуси, г. Минск, Республика Беларусь

²Институт микробиологии НАН Беларуси, г. Минск, Республика Беларусь

**ВЛИЯНИЕ БАКТЕРИЙ-АНТАГОНИСТОВ РОДА *BACILLUS*
НА УСТОЙЧИВОСТЬ ПРОРОСТКОВ ЯЧМЕНЯ К СОЛЕВОМУ СТРЕССУ**

Эндوفитные формы микроорганизмов способны повышать устойчивость растений к различным стресс-факторам. Применение микроорганизмов и их метаболитов, регулирующих развитие и адаптивные функции растений, относится к перспективным областям сельскохозяйственной биотехнологии. Цель работы состояла в изучении формиро-

вания устойчивости проростков ячменя к солевому стрессу умеренной силы при обработке семян бактериями рода *Bacillus*. В работе использованы выделенные из почвы штаммы 10/19, 78ТМ, 23ТМ, 7МР и М9/6 спорообразующих бактерий, проявляющие высокую антагонистическую активность к широкому спектру фитопатогенов. Стерилизованные семена замачивали в растворах, содержащих культуральную жидкость штаммов в концентрации 10^5 клеток/мл, проращивали до появления всходов, после чего переносили в световые камеры (контролем служили необработанные семена). Часть 5-суточных проростков на 24 часа помещали в 4 %-ный раствор NaCl, затем снова в воду. Измерения проводили непосредственно после действия стрессора и на 4-ые сутки после его отмены. Регистрировавшиеся изменения в большей степени проявились на корнях, так как они находились в непосредственном контакте с солевым раствором. Выдерживание проростков в растворе хлорида натрия подавляло рост их корневой системы, однако предварительное замачивание семян в культуральной жидкости бактерий, кроме штамма *B.s.*10/19, нивелировало действие повреждающего фактора, что отражалось в увеличении длины и массы корней по сравнению со стресс-контролем. В течение адаптационного периода увеличение длины корневой системы отмечали во всех вариантах опыта, а масса корней возрастала лишь при обработке штаммами 78ТМ, 7МР и М9/6. Длина и масса побегов 10-дневных проростков из обработанных семян достоверно не отличалась от стрессового контроля.

Засоление вызвало накопление пролина во всех опытных вариантах. В сравнении со стрессовым контролем аккумуляция пролина увеличилась значительно (на 48,5 %) лишь при использовании *B.sp.*78ТМ. В течение адаптационного периода содержание пролина в вариантах с обработкой уменьшилось, за исключением *B.sp.* 78ТМ, где его уровень соответствовал значениям стрессового контроля. Действие стресс-фактора привело к увеличению общей активности растворимой пероксидазы и СОД и снижению содержания перекиси водорода и продуктов ПОЛ в корнях контрольного варианта. При обработке семян штаммами 10/19, 78ТМ активность ферментов снизилась, увеличилось содержание перекиси водорода, а накопление продуктов ПОЛ оставалось на уровне стрессового контроля. Напротив, штаммы 7МР и М9/6 способствовали значительному увеличению активности антиоксидантных ферментов и накоплению пероксида водорода как в сравнении со стрессовым, так и оптимальным контролями и повышению содержания продуктов ПОЛ в сравнении со стрессовым контролем. В постстрессовый период наблюдали противоположный эффект – активность антиоксидантных ферментов выросла на 60–70 % по отношению к стрессовому и оптимальному контролям при обработке штаммами 10/19, 78ТМ и 23ТМ, а в вариантах с применением 7МР и М9/6 она оставалась на уровне стрессового контроля. Высокое содержание перекиси водорода в сравнении со стрессовым контролем сохранялось при применении штаммов 78ТМ и 7МР и М9/6. Из исследованных штаммов бактерий-антагонистов рода *Bacillus* формированию устойчивости к солевому стрессу в концентрации 10^5 кл./мл, вероятно, способствуют по крайней мере три штамма – *B.sp.*78ТМ, *B.s.*7МР и *B.s.* М9/6. Однако механизмы формирования устойчивости при действии штамма *B.sp.*78ТМ и двух других – *B.s.* 7МР и *B.s.* М9/6, возможно, различные, исследования по данной теме продолжаются, данные обсуждаются.

К.Ю. Каргаполова¹, О.В. Ткаченко¹, Г.Л. Бурьгин²

¹Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов, Россия

²Институт биохимии и физиологии растений и микроорганизмов РАН,
г. Саратов, Россия

ОЦЕНКА ИЗОЛЯТОВ РИЗОСФЕРНЫХ БАКТЕРИЙ ПО СПОСОБНОСТИ СТИМУЛИРОВАНИЯ РОСТА КАРТОФЕЛЯ *IN VITRO* И *EX VITRO*

Аннотация. Сто пятьдесят восемь природных бактериальных изолятов было выделено из корней растения картофеля сортов Невский и Кондор, выращенных на черноземных и темно-каштановых почвах Саратовской области. Отбор на способность к культивированию в условиях *in vitro*, в том числе при совместном выращивании с микрорастениями картофеля, позволил выделить 3 изолята, наиболее пригодных для создания эффективных растительно-микробных ассоциаций.

Ключевые слова: картофель, ризосферные бактерии, *in vitro*, *ex vitro*.

Поиск активных ризосферных азотфиксирующих штаммов бактерий, способных оказывать стимулирующее воздействие на рост растений (PGPR), – перспективное направление развития агробиотехнологии. Природные изоляты бактерий, выделенные из ризосферы растений могут быть эффективными, в том числе для совершенствования способа микроклонального размножения растений, используемого в семеноводстве вегетативно размножаемых культур, для повышения эффективности получения семенного материала. В данном исследовании природные изоляты, выделенные из корней картофеля (*Solanum tuberosum L.*) сорта Невский и Кондор, были оценены по их способности стимулировать рост мериклонов картофеля в условиях *in vitro* и *ex vitro*.

Выращенные в полевых условиях Саратовской области в Марксовском районе на темно-каштановой почве (координаты: 51.1101, 45.3020) и в Красноармейском районе на черноземной почве (координаты: 51.613483, 46.542159) растения картофеля сортов Невский и Кондор отбирали в трех фазах роста: появление всходов-начало активного роста побегов, бутонизация-цветение, цветение-начало формирования клубней. Корни отмывали, поверхностно стерилизовали, гомогенизат высевали на среду Nfb.

Выросшие колонии бактерий проверяли на способность к росту в жидкой безазотистой среде и среде с содержанием сахарозы. Через 10 суток отбирали штаммы, которые не были способны к активному росту на питательной среде с сахарозой и не образовывали осадок. Далее изоляты проверяли на фитотоксичность и рост-стимуляцию по отношению к микрорастениям картофеля двух названных ранее сортов в культуре *in vitro* на жидкой питательной среде Мурасиге-Скуга без гормонов с содержанием сахарозы 30 г/л и *ex vitro*. Микрочеренки картофеля инокулировали суспензиями бактерий и культивировали *in vitro* в течение 30 суток, затем высаживали в сосуды с почвой и выращивали в условиях *ex vitro* еще 20 суток. В качестве контроля использовали микрорастения стерильные и инокулированные штаммом PGPR-бактерий *Azospirillum brasilense* Sp245. Оценивали морфометрические показатели роста побегов и корней микрорастений.

В результате исследования из корней растений картофеля было выделено 158 бактериальных изолятов. Из растений картофеля, выращенных в Марксовском районе, было выделено 86 бактериальных изолятов: 48 из корней картофеля сорта Невский; 38 из корней сорта Кондор. Из растений картофеля, выращенных в Красноармейском районе, изолировано 72 изолята: 40 из корней картофеля сорта Невский; 32 из корней растений сорта Кондор. Из полученных изолятов только 117 могли быть поддержаны в культуре при периодическом пересеве на безазотистой среде, то есть оказались способны к

азотфиксации. Для использования ризосферных бактерий в технологии микроразмножения растений в культуре *in vitro* используются только штаммы, неспособные к росту на среде, содержащей сахарозу, таковых оказалось 24 изолята. Половина из них (12 изолятов) были проверены на фитотоксичность в отношении микрорастений картофеля того сорта, из корней растений которого они были выделены: 7 бактериальных изолятов на сорте Кондор и 5 – на сорте Невский. Из них 4 изолята (1 изолят из корней сорта Невский и 3 изолята из корней сорта Кондор) ингибировали рост микрорастений картофеля. Один изолят потерял активность при пересеве. Оставшихся 7 изолятов проверили на способность стимулировать рост растений в условиях *in vitro* и *ex vitro*.

Растения картофеля сорта Невский, инокулированные изолятом T1Ns10, достоверно не отличались от контрольных стерильных растений. Изолят T1Nn01 положительно влиял на все показатели роста растений в культуре *in vitro* по сравнению с контролем его действие не отличалось от влияния штамма *A. brasilense* Sp245. При этом обнаружено положительное влияние изолята T1Nn01 на рост микрорастений картофеля по сравнению со штаммом *A. brasilense* Sp245 по показателям «длина побега» (выше на 17 %) и «длина корня» (выше на 25 %).

На растениях сорта Кондор изучали изоляты K2Kn02, K2Kn09, T1Ks19, T1Kr02, T1Ks14. Изоляты K2Kn09, T1Ks19 положительно влияли на длину побега опытных микрорастений при инокуляции микрочеренков на 0 сутки культивирования. Изолят T1Kr02 при инокуляции на 15 сутки культивирования положительно влиял на все показатели роста микрорастения по сравнению с контролем и на уровне штамма *A. brasilense* Sp245. Изолят T1Ks14 на 15% увеличивал количество корней на микрочеренках.

В условиях *ex vitro* не установлено достоверного влияния изученных изолятов на рост микрорастений картофеля, за исключением изолята T1Kr02, который снижал площадь листовой поверхности растений на 36 %.

Бактериальные изоляты были проверены на способность продуцировать ауксин (индол-3-уксусная кислота (ИУК)) на среде культивирования с триптофаном (200 мкг/мл) на стационарной фазе роста культуры (5 суток). Ауксин в культуральной жидкости детектировали методом жидкостной хроматографии. Из исследованных штаммов наибольшей продукцией ИУК отличался штамм T1Kr02 (23,1 мкг/мл). Также значимое количество ауксина было выявлено в образце изолята T1Ks19 (13,1 мкг/мл). Для изолятов T1Ns10 и T1Nn03 показана неспособность продуцировать ИУК. Остальные изоляты T1Nn01, T1Ks14, K2Kn02 и K2Kn09 продуцировали следовые количества ИУК (2,5; 2,0; 5,4; и 0,1 мкг/мл, соответственно).

Таким образом, нами были выделены 158 природных изолятов ризосферных бактерий из корней картофеля сортов Невский и Кондор, из которых 3 могут быть использованы для инокуляции микрорастений картофеля в культуре *in vitro* с целью стимулирования их роста и адаптационной способности. На микрорастения картофеля сорта Невский наибольшее положительное влияние оказал бактериальный изолят T1Nn01, на микрорастения сорта Кондор – изоляты K2Kn09, T1Ks19.

Ю.В. Красова¹, Г.Л. Бурьгин^{1,2}, С.Ю. Щеголев^{1,3}

¹ Институт биохимии и физиологии растений и микроорганизмов РАН,
г. Саратов, Россия

² Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов, Россия

³ Саратовский национальный исследовательский государственный университет
имени Н.Г. Чернышевского, г. Саратов, Россия

ИММУНОХИМИЧЕСКОЕ И БИОИНФОРМАТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ФЛАГЕЛЛИНОВ ПОЛЯРНЫХ ЖГУТИКОВ БАКТЕРИЙ РОДА *AZOSPIRILLUM*

Аннотация. Для флагеллинов 6 видов рост-стимулирующих для растений ризобактерий рода азоспирилл установлено, что их экспериментально определенные молекулярные массы значительно превышают таковые, рассчитанные по аминокислотным последовательностям белков, что может быть связано с их гликозилированием. Филогенетический анализ белков, аннотированных в геномах азоспирилл как флагеллины полярных жгутиков, выявил значительные эволюционные различия между флагеллинами *Azospirillum brasilense* и флагеллинами других видов азоспирилл. При этом для обеих групп белков отмечается отдельная кластеризация последовательностей, кодируемых на хромосоме и на плаزمиде. 3D изображения флагеллинов полярных жгутиков азоспирилл, полученные методом гомологичного моделирования, демонстрируют присутствие как высоко консервативных (α -спирали), так и развитых переменных (β -слои и петли) доменов, в отличие от структур флагеллинов бактерий родов *Pectobacterium* и *Ochrobactrum*, в которых доминируют консервативные домены. Сравнение профилей вторичных структур флагеллинов азоспирилл не показало существенных различий в них между белками бактерий разных видов, что подтверждает высокую консервативность общей пространственной структуры флагеллинов бактерий рода *Azospirillum* даже при высокой изменчивости их аминокислотного состава (минимальной идентичности последовательностей 51%). Установленное наличие высоко переменного домена во флагеллинах бактерий родов *Azospirillum*, *Niveispirillum* и *Nitrospirillum* повышает вероятность эволюционной изменчивости этих белков, что в целом может быть важным аспектом адаптации бактерий к переменному окружению и их оптимального взаимодействия с макроорганизмами.

Ключевые слова: рост-стимулирующие ризобактерии, *Azospirillum*, жгутики, флагеллины, филогенетический анализ, гомологичное моделирование, вторичная и третичная структура белка.

Одним из модельных объектов в исследованиях растительно-микробных взаимодействий являются бактерии рода *Azospirillum*, большое число видов и штаммов которых идентифицировано как ассоциативные симбионты многих растений, в том числе важных сельскохозяйственных культур. Большую роль в формировании растительно-микробного симбиоза играют такие клеточные компоненты, как жгутики бактерий, выступающие также в качестве Н-антигена при развитии приобретенного иммунного ответа высших животных. Бактериальный жгутик эволюционно является относительно консервативной клеточной составляющей и служит определяющим фактором клеточной подвижности и хемотаксиса прокариот. Основную массу жгутика образует филамент (нить), построенный из белка флагеллина (Fla), десятки тысяч идентичных молекул которого соединены в нем посредством нековалентных связей. Для нескольких десятков видов бактерий показана возможность посттрансляционной модификации их Fla путем ковалентного присоединения углеводов – гликозилирования. Существуют доказательства, что углеводная часть Fla оказывает значимое влияние на способность бактерий к формированию жгутика, к колонизации макроорганизма и развитию патогенеза [1].

Целью данной работы было иммунохимическое исследование белков Fla ряда родов бактерий, ассоциированных с растениями, а также сравнительный анализ 3D и вторичных структур белков Fla их полярных жгутиков для оценки консервативности и эволюционных различий белковых компонент некоторых видов азоспирилл.

Были получены препараты Fla полярных жгутиков для следующих бактериальных штаммов: *Niveispirillum (Azospirillum) irakense* KBC1, *A. brasilense* Sp7, *A. thiophilum* BV-S, *A. oryzae* COC8, *A. melinis* TMCY 0552, *A. canadense* DS2 по методике, описанной в работе [2]. Использован денатурирующий электрофорез в ПААГ с последующим иммуноблоттингом с поликлональными кроличьими антителами к Fla *A. brasilense* Sp7 для идентификации полос, образованных молекулами Fla в электрофоретическом профиле. Установлено, что Fla всех исследуемых штаммов имеют более высокую молекулярную массу (90–110 кДа) по сравнению со значениями, теоретически рассчитанными по аминокислотным последовательностям белков (64,0–65,5 кДа), и относительно узкий диапазон межвидовых изменений, что косвенно свидетельствует о посттрансляционной модификации и общей структурной консервативности Fla представителей 6 видов азоспирилл. Поскольку ранее было показано присутствие нескольких полисахаридных цепей в составе Fla *A. brasilense* Sp7 [2], эти наблюдения дают основания предположить, что и у других типовых штаммов азоспирилл белки Fla также гликозилированы. В результате иммуноферментного анализа обнаружено взаимодействие антител против Fla *A. brasilense* Sp7 с препаратами флагеллинов всех штаммов, в том числе и с препаратом неподвижного штамма *A. melinis* TMCY 0552, описанного в работе [3]. Реакция антител с гомологичным антигеном (Fla *A. brasilense* Sp7) была значительно выше, чем с препаратами полярных жгутиков других штаммов. Отсюда можно предположить, что во Fla исследованных штаммов азоспирилл присутствуют как групповые антигенные детерминанты (обеспечивающие перекрестную серологическую реакцию), так и штаммоспецифические. Исследование 3D и вторичных структур Fla полярных жгутиков бактерий позволяет охарактеризовать степень их консервативности и (в дополнение к филогенетическому анализу белковых последовательностей) возможные эволюционные расхождения между данными белковыми компонентами для различных видов азоспирилл.

Филогенетический анализ белков, аннотированных в геномах азоспирилл как флагеллины полярных жгутиков, показал значительное эволюционное отличие Fla *A. brasilense* от других видов азоспирилл (рис. 1). При этом для обеих монофилетических групп наблюдается кластеризация между Fla, кодируемыми на хромосоме, и Fla, кодируемыми на плаزمиде. Процент идентичности аминокислотных последовательностей для Fla трех штаммов *A. brasilense*, гены которых локализованы на хромосоме, составляет 94,8–95,7 %, а для Fla этих же штаммов, кодируемых плазмидными генами, – 93,1–94,8 %. При этом процент идентичности между группами этих белков составил 88,6–92,6 %. Таким образом, внутригеномные различия в аминокислотных последовательностях Fla оказались выше по сравнению с различиями Fla между группами белков хромосомной или плазмидной локализации. В отличие от Fla азоспирилл, для штаммов родов *Nitrospirillum* и *Niveispirillum* (отделенного сравнительно недавно от *Azospirillum*) выявлен более низкий процент внутригеномной идентичности между белками, аннотированными как Fla (70 % и 78,5 % соответственно).

Анализ аминокислотного состава белков Fla исследуемых штаммов позволил выявить у представителей рода *Azospirillum* нехарактерные для бактериальных Fla остатки триптофана и цистеина, что необходимо учитывать при выделении этих белковых молекул и их физико-химической характеристике. В позиции 529 остаток фенилаланина (присутствующий у Fla представителей родов *Nitrospirillum* и *Niveispirillum*) заменен на остаток триптофана. В позиции 475 в Fla штаммов *A. brasilense* находится остаток серина, в то время как у Fla всех остальных штаммов рода *Azospirillum* он заменен на остаток цистеина.

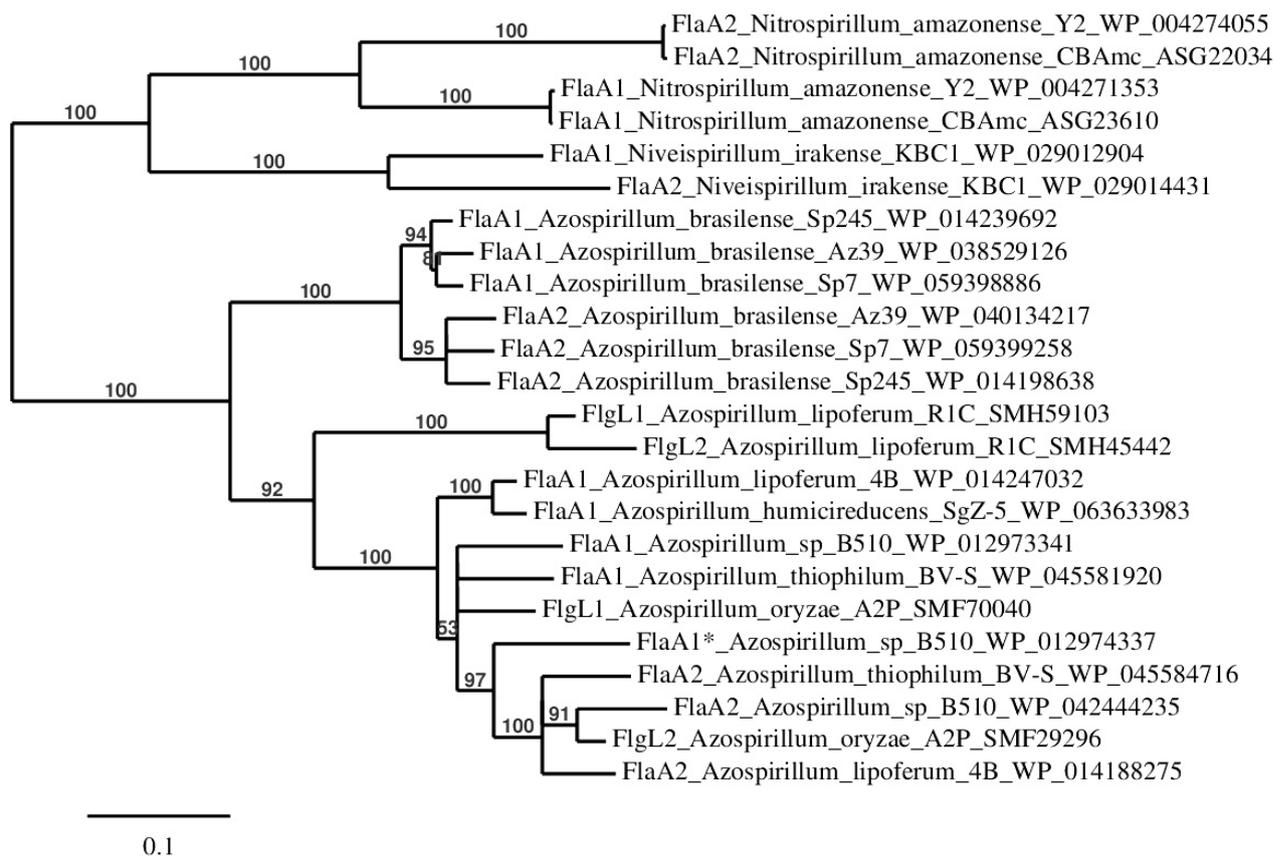


Рис. 1. Филограмма последовательностей белков флагеллина полярных жгутиков штаммов родов *Azospirillum*, *Niveispirillum* и *Nitrospirillum*, представленных в полногеномном разделе базы данных GenBank

FlaA1, FlgL1 – хромосомная локализация гена флагеллина,
 FlaA1* – дополнительный флагеллин хромосомной локализации штамма *Azospirillum* sp. B510,
 FlaA2, FlgL2 – плазмидная локализация гена флагеллина.

3D и вторичные структуры флагеллинов определяли методом гомологичного моделирования с использованием веб-ресурса и программного обеспечения I-TASSER [4]. Для сравнения вторичных структур ввели в рассмотрение их профили – диаграммы, отражающие относительные числовые доли аминокислотных остатков, входящих в состав α -спиралей, β -слоев и петель каждого из рассматриваемых белков. Сравнение данных профилей для штаммов *N. irakense* KBC1, *A. brasilense* Sp7, *A. thiophilum* BV-S, *A. oryzae* A2P и *Ochrobactrum cytisi* IPA7.2 не выявило существенных различий между белками разных видов азоспирилл, что подтверждает высокую консервативность общей пространственной структуры Fla бактерий рода *Azospirillum* даже при довольно высокой изменчивости аминокислотного состава с минимальной идентичностью последовательностей 51 %. К примеру, содержание α -спиралей у 6 штаммов азоспирилл варьирует в пределах 38,6–47,3 % при том, что для двух Fla у штамма *N. irakense* KBC1 этот показатель составляет 44,8–54,7 %, а для *O. cytisi* IPA7.2 доля α -спиралей в Fla равна 70 %. В формировании β -слоев в Fla азоспирилл принимают участие 8,5–12,7 % аминокислотных остатков, у *N. irakense* KBC1 – 3,7–11,4 %, у *O. cytisi* IPA7.2 – 1,7 %. Неструктурированные (петлевые) участки в молекулах Fla у азоспирилл составили 44,1–51,2 %, у *N. irakense* KBC1 – 41,6–43,8 %, у *O. cytisi* IPA7.2 – 28,3 %.

В 3D структурах белков Fla полярных жгутиков бактерий родов *Azospirillum*, *Niveispirillum* и *Nitrospirillum* отмечается наличие консервативных (D0-D2) и развитого

варибельного (D3) доменов (рис. 2 А). При этом в белках Fla бактерий родов *Pectobacterium* и *Ochrobactrum*, имеющих практически такие же консервативные домены (D0-D2), варибельная часть выражена значительно слабее (рис. 2 Б, В). Присутствие варибельного D3 домена в молекулах Fla бактерий родов *Azospirillum*, *Niveispirillum* и *Nitrospirillum* повышает вероятность эволюционной изменчивости этих белков, их посттрансляционных модификаций (в том числе гликозилирования), что в целом может быть важным аспектом адаптации бактерий к переменному окружению и их успешного взаимодействия с макроорганизмами.

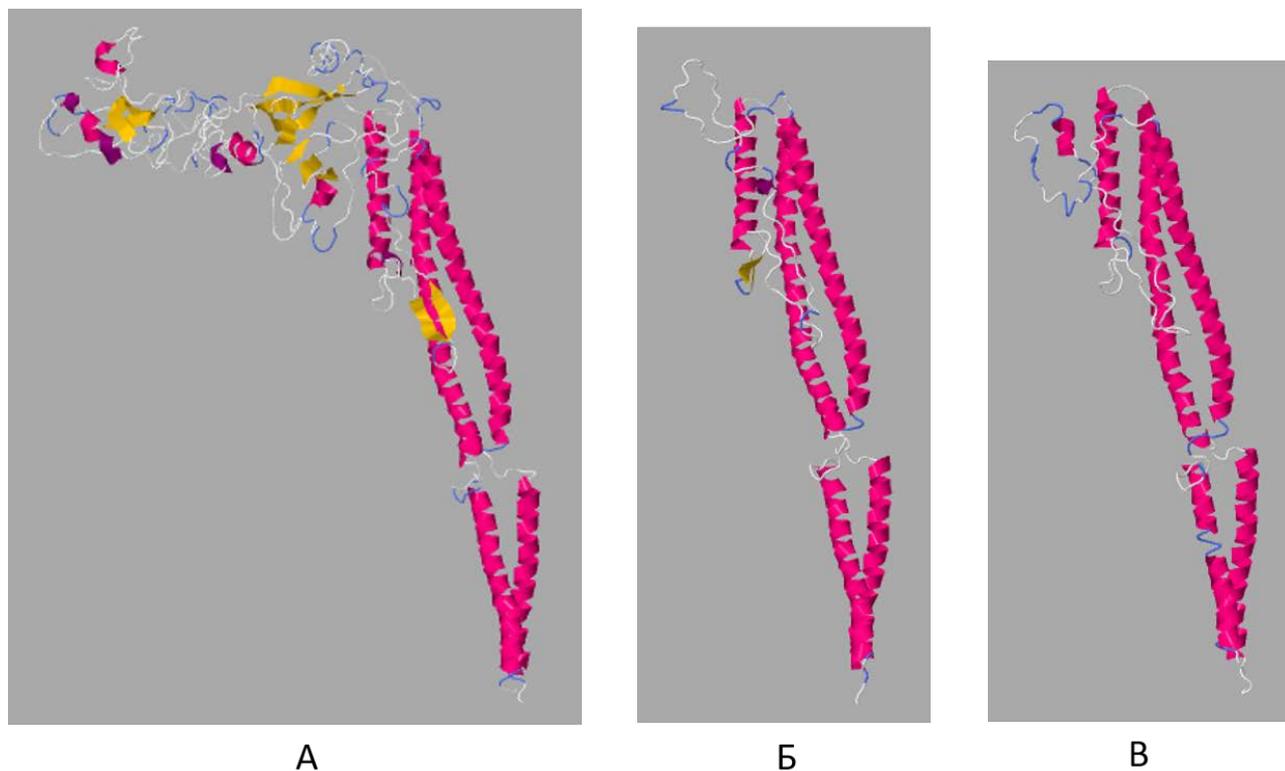


Рис. 2. 3D структура флагеллинов полярных жгутиков *A. brasilense* Sp7 (А) (типична для родов *Azospirillum*, *Niveispirillum* и *Nitrospirillum*), *Pectobacterium atrosepticum* SCRI1043 (Б) и *O. cytisi* IPA7.2 (В)

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ №16-04-01444.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Hirai H. Glycosylation regulates specific induction of rice immune responses by *Acidovorax avenae* flagellin / R. Takai, M. Iwano, M. Nakai, M. Kondo, S. Takayama, A. Isogai, F. S. Che // J. Biol. Chem. – 2011. – 286. – №. 29. – P. 25519–25530.
2. Belyakov A.Ye. Identification of an O-linked repetitive glycan chain of the polar flagellum flagellin of *Azospirillum brasilense* Sp7 / G.L. Burygin, N.P. Arbatsky, A.S. Shashkov, N.Yu. Selivanov, L.Yu. Matora, Y.A. Knirel, S.Yu. Shchyogolev // Carbohydr. Res. – 2012. – 361. – P. 127–132.
3. Peng G. *Azospirillum melinis* sp. nov., a group of diazotrophs isolated from tropical molasses grass / H. Wang, G. Zhang, W. Hou, Y. Liu, E. T. Wang, Z. Tan // Int. J. Syst. Evol. Microbiol. – 2006. – 56. – P. 1263–1271.
4. Yang J. The I-TASSER Suite: Protein structure and function prediction / R. Yan, A. Roy, D. Xu, J. Poisson, Y. Zhang // Nature Methods. – 2015. – 12. – №. 1. –P. 7–8.

Е.В. Крючкова, Г.Л. Бурьгин, Е.В. Любунь, О.В. Турковская

Институт биохимии и физиологии растений и микроорганизмов РАН
г. Саратов, Россия

ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ РАСТИТЕЛЬНО-МИКРОБНЫХ АССОЦИАЦИЙ В УСЛОВИЯХ КОМПЛЕКСНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Аннотация. Работа посвящена оценке потенциала ризосферного эндофитного штамма *Enterobacter cloacae* К7 к стимулированию роста и развития растений люцерны посевной (*Medicago sativa* L.), а также к повышению аккумуляции загрязнений.

Ключевые слова: ризосферные бактерии, фитоэкстракция, медь, глифосат.

Роль стимулирующих рост растений ризобактерий в фитоэкстракции опасных труднорастворимых загрязнений в настоящий момент активно и повсеместно исследуется [1]. Описано три механизма, с помощью которых бактерии улучшают эффективность поглощения растениями токсичных компонентов: (1) увеличение корневой поверхности, (2) повышение биодоступности поглощаемых веществ, (3) влияние на растворимость труднорастворимых соединений [2]. Поллютанты часто вступают в химические взаимодействия с почвенными компонентами. Так, например, фосфорорганический гербицид глифосат является лигандом для катионов металлов, образуя с ними триденатные комплексы (рис. 1) [3]. Подробно изучено химическое строение этих комплексов, но крайне малочисленны данные о токсичности и биодоступности.

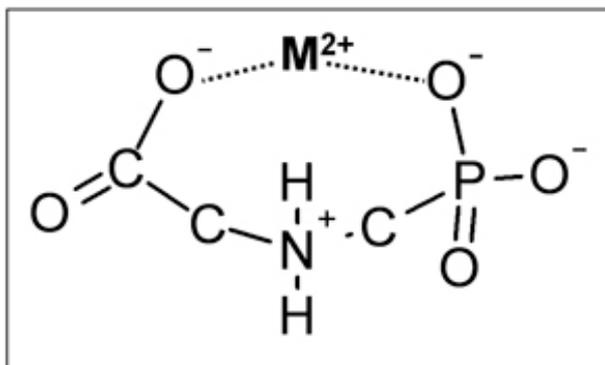


Рис. 1. Структурная формула глифосат-металлического комплекса
(<http://cropwatch.unl.edu/ams-what-it-doing-my-tank>)

Представленная работа посвящена изучению влияния эндофитного штамма *Enterobacter cloacae* К7 (IBPPM 476 <http://collection.ibppm.ru>; RCAM04482 <http://www.arriam.ru>) [4] на фитоэкстракцию катионов меди, а также комплекса меди с широко используемым гербицидом глифосатом растениями люцерны посевной (*Medicago sativa* L.) в условиях *in vitro*. Семена люцерны стерилизовали раствором диацетида и инокулировали в течение 2 ч бактериальной суспензией с оптической плотностью 0,1 при 660 нм Spekol 220/221. В качестве контроля использовали не инокулированные семена. Растения выращивали на полужидкой питательной среде Мурасиге–Скуга в закрытых фольгой сосудах по 30 семян в каждом при естественном освещении и фотопериоде в течение 3 недель. Схема эксперимента представлена в табл.1. В конце эксперимента определяли массу проростков и количество поглощённого металла методом атомно-абсорбционной спектроскопии. Полученные данные анализировали с

использованием параметрического двухфакторного дисперсионного анализа в модуле Factorial ANOVA программы STATISTICA 6.

Таблица 1

Схема эксперимента

№ варианта	Загрязнитель/концентрация, мМ	Инокуляция
1, 2	–	–, +
3, 4	$\text{CuCl}_2 \times 2\text{H}_2\text{O}/0,5$ мМ	–, +
5, 6	$\text{CuCl}_2 \times 2\text{H}_2\text{O}/1,0$ мМ	–, +
7, 8	$\text{CuCl}_2 \times 2\text{H}_2\text{O} +$ глифосат/ $1,0$ Мм	–, +

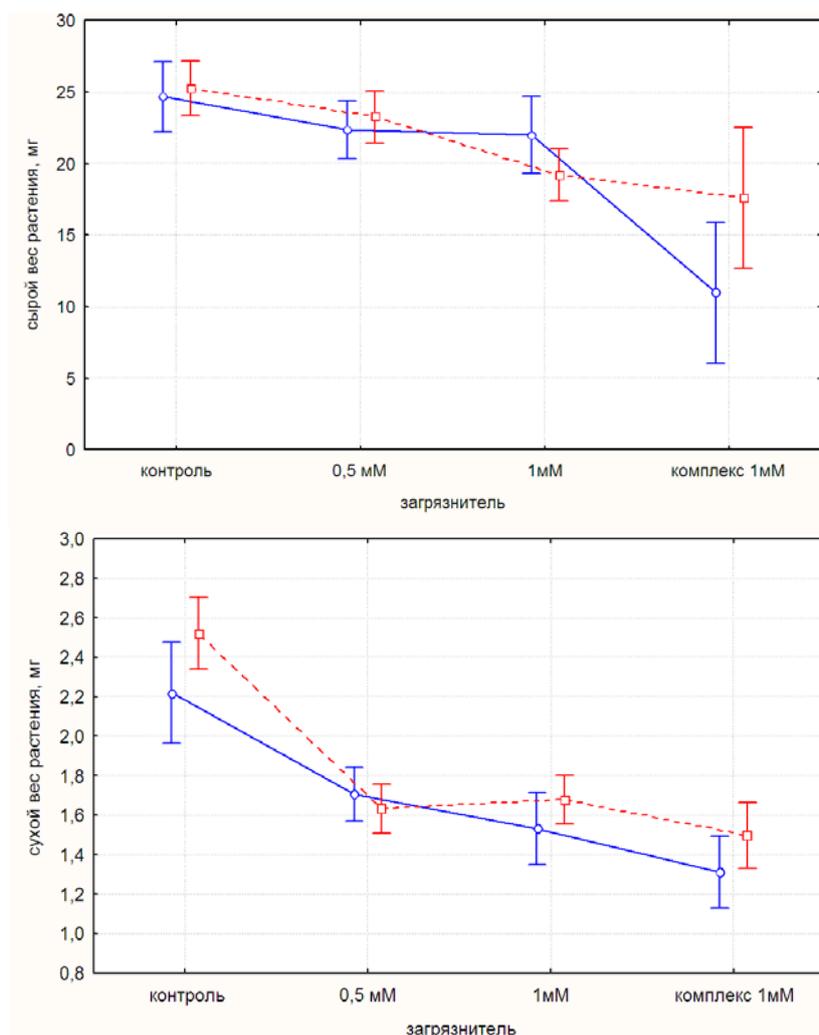


Рис. 2. Влияние инокуляции и загрязнения на показатели биомассы растений. Сплошная линия – не инокулированные, пунктирная – инокулированные растения. Доверительные интервалы представлены для 0,95 % достоверности. Загрязнитель 0,5 и 1 мМ – концентрация катионов Cu^{2+} в среде. Комплексное загрязнение представлено глифосатом и $\text{CuCl}_2 \times 2\text{H}_2\text{O}$, смешанными в эквимольных соотношениях в концентрации 1 мМ

В ходе эксперимента было установлено, что инокуляция бактериями не привела к достоверному изменению показателей массы растения (по сырому весу) как в чистом контроле, так и в вариантах с медью ($p=0,231$) (рис. 2). Статистически достоверное ин-

гибирующее влияние оказало комплексное загрязнение ($p=0,0001$). Однако при анализе совместного влияния двух факторов – инокуляции и загрязнений токсический эффект аннулировался ($p=0,076$).

В случае анализа сухой массы оба фактора по отдельности влияли на изменения значений биомассы – для загрязнителей ($p=0,000$), для инокуляции ($p=0,0254$), но разницу от совместного влияния зафиксировать также не удалось ($p=0,1287$).

Отсутствие достоверных различий в приросте биомассы между инокулированными и не инокулированными растениями может быть связано с коротким периодом культивирования и высокой токсичностью ионов меди и глифосата. Однако у инокулированных растений наблюдался более высокий процент приживаемости проростков и более интенсивное развитие боковых корней (рис. 3), что свидетельствует об увеличении корневой поверхности и может быть причиной увеличения интенсивности поглощения загрязнителей.

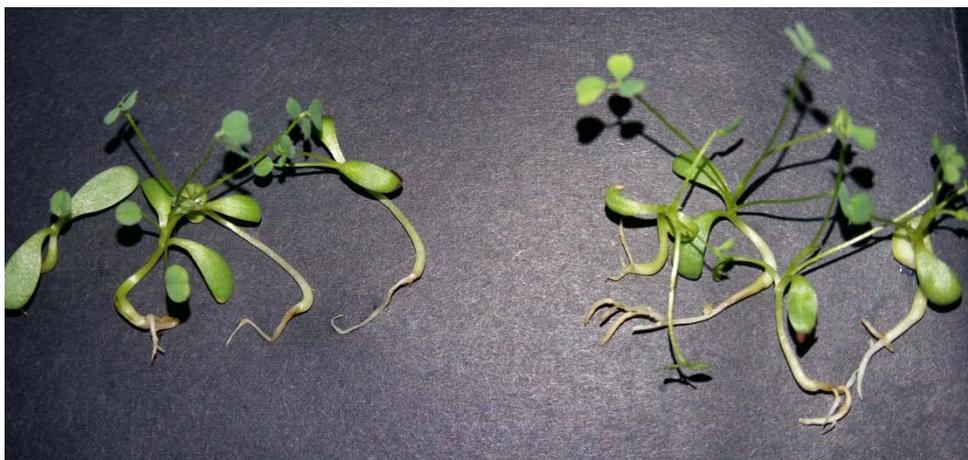


Рис. 3. Внешний вид растений вариантов 1 и 2 в конце эксперимента. Слева не инокулированные, справа инокулированные *E. cloacae* K7 проростки люцерны

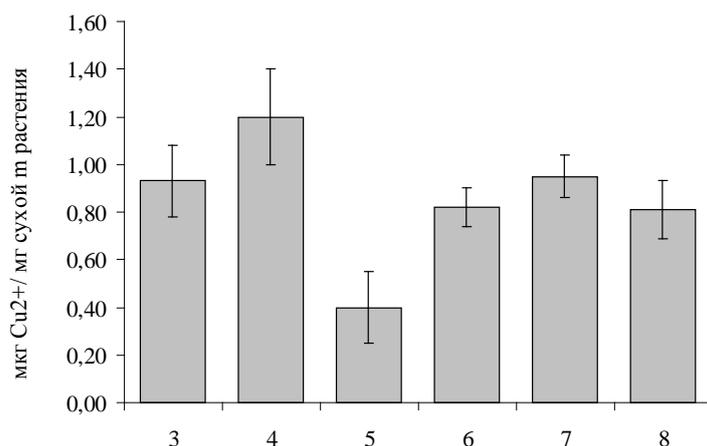


Рис. 4. Содержание меди в растительных образцах, выращенных в присутствии загрязнителей. Варианты эксперимента приведены в табл. 1

Результаты ААС анализа содержания атомов меди, поглощённой растениями представлены на рис. 4. Обработка результатов показала, что в случае присутствия в среде культивирования только меди бактеризованные растения накапливали ее больше, чем не инокулированные: в 1,29 раза при 0,5 мМ и в 2 – при 1 Мм. Этот эффект не проявлялся в вариантах с комплексом поллютантов. В присутствии глифосата

инокуляция достоверно не увеличивала накопление меди растением (варианты 7 и 8, рис. 4). Но поглощение металла в случае комплекса было выше, чем только меди в той же концентрации: варианты 5 и 7 достоверно различались.

Таким образом, исследуемый штамм оказывал положительное влияние на приживаемость и развитие боковых корней проростков *M. sativa* L., на фитоэкстракцию катионов меди. Установлено, что количество меди, поглощённой в случае комплекса с глифосатом было выше и не зависело от инокуляции. Возможно, связанная с гербицидом медь является более доступной для растения. Полученные данные могут быть полезны при создании биотехнологии очистки сельскохозяйственных территорий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Sessitsch A., Kuffner M., Kidd P., Vangronsveld J., Wenzel W.W., Fallmann K., Puschenreiter M. The role of plant-associated bacteria in the mobilization and phytoextraction of trace elements in contaminated soils // *Soil Biol. Biochem.* – 2013. – V. 60. – P. 182–194.
2. Weyens N., van der Lelie D., Taghavi S., Vangronsveld J. Phytoremediation: plant-endophyte partnerships take the challenge // *Curr. Opin. Biotechnol.* 2009 V. 20. P. 248-254.
3. Subramaniam V., Hoggard P.E. Metal complexes of glyphosate // *J. Agric. Food Chem.* – 1988. – Vol. 36. – № 6. – P. 1326–1329.
4. Kryuchkova Y.V., Burygin G.L., Gogoleva N.E., Gogolev Y.V., Chernyshova M.P., Makarov O.E., Fedorov E.E., Turkovskaya O.V. Isolation and characterization of a glyphosate-degrading rhizosphere strain, *Enterobacter cloacae* K7 // *Microbiol. Res.* – 2014. – V. 169. Iss. I. – P. 99–105.

УДК 579.64

**М.Т. Лутфуллин, Г.Ф. Хадиева, Д.А. Кабанов, Д.С. Баранова,
Л.И. Шагимарданова, С.Г. Вологин, А.М. Марданова**

Казанский федеральный университет, г. Казань, Республика Татарстан

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МИКРОБИОМА РИЗОСФЕРЫ И РИЗОПЛАНЫ КАРТОФЕЛЯ

Введение. В околокорневой зоне растений присутствует наибольшее количество микроорганизмов и именно почва является резервуаром микробов для формирования ризосферы [1]. Ризосфера представляет собой особую нишу, состоящую из сложного микробного сообщества, специфически формируемого для каждого вида растений [2; 3]. Микробиота ризосферы играет огромную роль в продуктивности растений [4]. Структура микробного сообщества регулируется составом растительных экссудатов (органических веществ, выделяемых в процессе жизнедеятельности корневой системы растений), которые являются для них субстратом [5]. Микроорганизмы околокорневой зоны разделяют на две группы: населяющие саму поверхность корня – микрофлора ризопланы и обитающие в почве, непосредственно прилегающем к корню участке, – микрофлора ризосферы. Микрофлора ризопланы отличается по количественному и качественному составу от микрофлоры ризосферы [6]. Так, например, показано, что в ризоплане преобладает видовое разнообразие бактерий рода *Pseudomonas*, но слабо представлены бактерии рода *Azotobacter* и целлюлозоразлагающие микроорганизмы, которых значительно больше в ризосфере [7; 8]. Современные молекулярно-генетические методы, использующие методы секвенирования, позволяют более детально изучить микробиомы ризосферы и ризоплана различных растений, установить весь спектр не только культивируемых, но и некультивируемых представителей сообщества. Знание закономерностей формирования микробиома растений важно для понимания роли микроорганизмов в росте, развитии и защите растений, а также для повышения

продуктивности практически важных культур. Таким образом, актуальным является исследование и характеристика ризосферы и ризопланы сельскохозяйственных культур с применением высокопроизводительного секвенирования.

Целью данной работы являлась сравнительная характеристика микробиома ризосферы и ризопланы картофеля.

Материалы и методы. В работе использовали образцы корней картофеля сорта Жуковский, предоставленные сотрудниками ТатНИИСХ «НИВА» (Татарстан, координаты точки отбора – 55°38' с.ш. и 49°18' в.д.).

Образцы ризосферы и ризопланы картофеля для выделения суммарной ДНК были подготовлены по методу, описанному в работе [8]. Для выделения бактерий из ризосферы картофеля неризосферную почву с корнями удаляли встряхиванием. Отделенные от почвы корни (5 г) помещали в стерильный PBS буфер (50 мл) и интенсивно встряхивали в течение 1 мин до получения однородной почвенной суспензии. Отбирали 2 мл почвенной суспензии, которые центрифугировали при 12 000 об/мин в течение 2 мин. Надосадочную жидкость сливали, а осадок использовали для выделения суммарной ДНК из ризосферы картофеля. Для выделения ДНК ризопланы оставшуюся почвенную суспензию выливали, и корни промывали 3 раза стерильным PBS буфером. Для снятия всех плотно прилегающих микроорганизмов (ризопланы) с поверхности корней картофеля использовали трехкратную ультразвуковую обработку (Branson Ultrasonics) в течение 30 сек при 4 °С при 50–60 Гц. Полученную суспензию микроорганизмов фильтровали через стерильный мембранный фильтр с диаметром пор 0.22 мкм (CAMEO®, GVS, Италия). Затем фильтры гомогенизировали для выделения суммарной ДНК из ризопланы картофеля. ДНК выделяли с помощью коммерческих наборов FastDNA® SPIN Kit for Soil согласно протоколу. ДНК использовали в качестве матрицы в реакции ПЦР с универсальными праймерами к консервативному участку гена 16S рРНК (For: 5'-GAGTTTGATCCTGGCTCAG, Rev: 5'-ACGGTTACCTTGTTCAGACTT) с добавлением олигонуклеотидных идентификаторов для каждой пробы. Подготовку проб и секвенирование проводили на приборе Illumina MiSeq согласно рекомендациям производителя по методу paired-end. Дальнейший анализ полученных по результатам секвенирования нуклеотидных последовательностей гена 16S рРНК производился с использованием программы QIIME (версия 13_8).

Результаты. Таксономический анализ микробиома ризосферы картофеля выявил представителей 16 бактериальных фил, среди которых в основном доминировали представители 3 фил: *Proteobacteria* (60.53 %), *Bacteroidetes* (24.89 %) и *Actinobacteria* (9.26 %). В ризоплане были идентифицированы представители 13 бактериальных фил, основными среди которых также были *Proteobacteria* (58.52 %), *Bacteroidetes* (37.57 %) и *Actinobacteria* (2.29 %).

Хотя различие в общем количестве представителей филы *Proteobacteria* в микробиомах ризосферы и ризопланы было незначительным, обнаружили существенные различия в составе представителей этого таксона. В ризосфере в основном были идентифицированы представители классов *Alphaproteobacteria* и *Betaproteobacteria*, на долю которых приходилось 27.33 % и 16.7 % от общего числа протеобактерий соответственно (рис. 1). В то же время, количество представителей данных классов в ризоплане было ниже и составляло 6.62 % и 10.92 % от общего количества представителей филы *Proteobacteria*. В ризоплане в основном преобладали представители класса *Gammaaproteobacteria* (40.07 %). Их доля была в 2.7 раз выше, чем в ризосфере.

В ризоплане картофеля наблюдалось повышение доли представителей класса *Flavobacteria* филы *Bacteroidetes* (27.67 %) по сравнению с ризосферой (9.03 %). Существенные различия обнаружены в представленности бактерий филы *Actinobacteria* класса *Actinobacteria*, на долю которого приходится 9.04 % в микробиоме ризосферы и 2.25 % в микробиоме ризопланы.

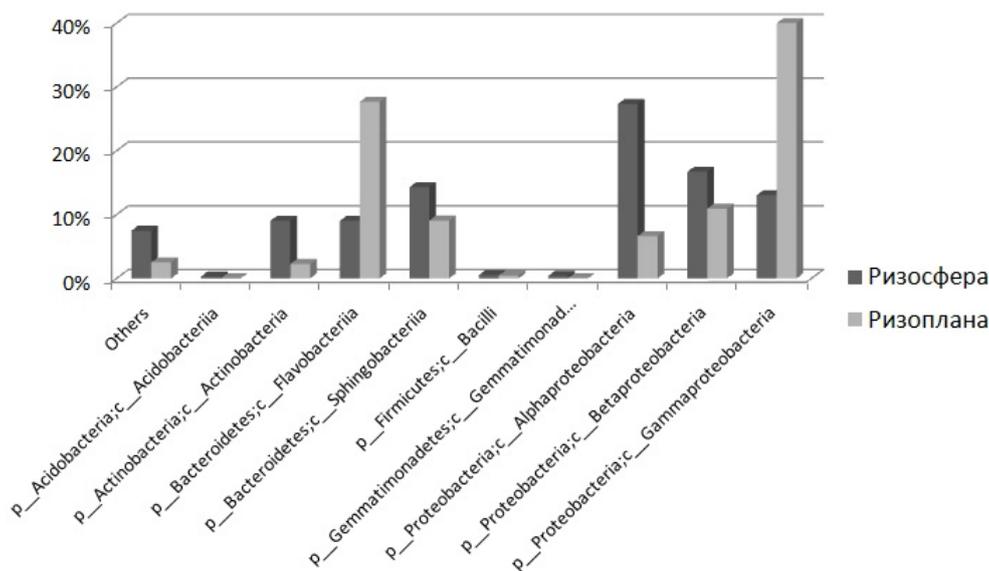


Рис. 1. Относительная частота встречаемости основных классов бактерий в микробиоме ризосферы и ризопланы картофеля

Как видно из диаграммы, количество представителей класса *Bacilli* (фила *Firmicutes*) невысоко в микробиоме и ризосфере (0.53 %), и ризопланы (0.44 %). Хотя при классическом микробиологическом методе из ризосферы и ризопланы в большом количестве выделяются бациллы разных видов. Таким образом, метагеномный анализ показывает, что состав микробиоты ризосферы и ризопланы значительно сложнее, чем может быть определен с помощью посевов на различные среды. Показано, что в состав микробиома корней растений входит большое число некультивируемых форм бактерий [9; 10].

Таким образом, метагеномный анализ показал, что в микробиом ризосферы и ризопланы картофеля входят бактерии 16 и 13 фил соответственно. Основными являются филы *Proteobacteria*, *Bacteroidetes* и *Actinobacteria*. Установлено, что качественный состав бактерий в ризосфере и ризоплане существенно различается.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ и Правительства Республики Татарстан в рамках научного проекта № 17-44-160481.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Lopes L.D., Pereira E., Silva Mde C., Andreote F.D. Bacterial Abilities and Adaptation Toward the Rhizosphere Colonization / *Front. Microbiol.* – 2016 – V. 7. – P. 1341.
2. Philippot L., Raijmakers J.M., Lemanceau P., vander Putten W.H. Going back to the roots: the microbial ecology of the rhizosphere / *Nat. Rev. Microbiol.* – 2013. – V. 11, № 11. – P. 789–799.
3. Mendes L.W., Kuramae E.E., Navarrete A.A., van Veen J.A., Tsai S.M. Taxonomical and functional microbial community selection in soybean rhizosphere / *ISME* – 2014. – V. 8, № 8. – P. 1577–1587.
4. Tkacz A., Poole P. Role of root microbiota in plant productivity / *J. Exp. Bot.* – 2015. – V. 66, № 8. – P. 2167–2175.
5. Badri D.V., Chaparro J.M., Zhang R., Shen Q., Vivanco J.M. Application of natural blends of phytochemicals derived from the root exudates of *Arabidopsis* to the soil reveal that phenolic-related compounds predominantly modulate the soil microbiome / *J. Biol. Chem.* – 2013. – V. 288. – P. 4502–4512.
6. Емцев В. Т., Мишустин Е.Н. Микробиология. – М.: Дрофа, 2006. – 448 с.
7. Lundberg D.S., Lebeis S.L., Paredes S.H., Yourstone S., Gehrin G. J., Malfatti S., Tremblay J., Engelbrektson A., Kunin V., del Rio T.G., Edgar R.C., Eickhorst T., Ley R.E., Hugenholtz P., Tringe S.G., Dangl J.L. Defining the core *Arabidopsis thaliana* root microbiome. *Nature*. – 2012. – V. 488 (7409). – P. 86–90.

8. Edwards J., Johnson C., Santos-Medelli'n C., Lurie E., Podishetty N.K., Bhatnagar S., et al. Structure, variation, and assembly of the root-associated microbiomes of rice // Proc Natl Acad Sci USA. – 2015. – V. 112, №8. – P. 11–20.

9. Nicol G.W., Webster G., Glover L.A., Prosser J.I. Differential response of archaeal and bacterial communities to nitrogen inputs and pH changes in upland pasture rhizosphere soil / Environ. Microbiol. – 2004. – V. 6. – P. 861–867.

10. Schreiter S., Ding G.C., Heuer H., Neumann G., Sandmann M., Grosch R., Kropf S., Smalla K. Effect of the soil type on the microbiome in the rhizosphere of fieldgrown lettuce / Front. Microbiol. – 2014. – V. 5. – P. 144.

УДК 579.835+579.236+004.942

Л.Ю. Матора^{1,2}, А.А. Широков¹, А.А. Буданова¹, С.Ю. Щеголев^{1,2}

¹ Институт биохимии и физиологии растений и микроорганизмов
Российской академии наук, г. Саратов, Россия

² Саратовский национальный исследовательский государственный университет
имени Н.Г. Чернышевского, г. Саратов, Россия

БЕЛКОВЫЕ АНТИГЕНЫ КЛЕТОЧНОЙ ПОВЕРХНОСТИ АССОЦИАТИВНЫХ ДЛЯ РАСТЕНИЙ БАКТЕРИЙ РОДА АЗОСПИРИЛЛ *IN VITRO* И *IN SILICO*

Аннотация. Методом электронной микроскопии с использованием антител, меченых наночастицами золота, в составе клеточной поверхности *Azospirillum brasilense* Sp245 обнаружены детерминанты флагеллина полярного жгутика, исходно экранированные у данных бактерий от окружающей среды липополисахаридным чехлом. На поверхности дикого типа Sp245 и его Fla⁻ Swa⁻ Omegon-Km мутанта SK048 выявлены пилеподобные структуры, предположительно, вовлечённые в процесс микроколониального распространения этих бактерий. С помощью гомологичного моделирования исследованы 3D структуры белков, аннотированных в геноме штамма *A. brasilense* Sp245 как флагеллин полярного жгутика и пилиноподобные белки. Оценена возможность их экспрессии в клетках с учетом результатов экспериментальных исследований клеточных препаратов методами электрофореза и иммуноблоттинга.

Ключевые слова: *Azospirillum brasilense*, флагеллин, пилеподобные структуры, пили, 3D структура белка, гомологичное моделирование.

Бактериальная поверхность играет ключевую роль в установлении растительно-микробных ассоциаций. У многих грам-отрицательных бактерий процесс закрепления на корнях растений опосредуется жгутиками, фимбриями или пилиями [1, 2]. У азоспирилл, поддерживаемых в жидких средах, имеется один полярно расположенный жгутик, обуславливающий подвижность и хемотаксис, изолированный от окружающей среды липополисахаридным чехлом [3, 4]. В ряде работ отмечено образование фибриллярного материала при закреплении азоспирилл на корнях растений, но природа этого материала остается невыясненной [2].

Целью настоящей работы была иммуномикроскопическая визуализация и биоинформатический анализ флагеллиновых детерминант и поверхностных белков, вовлеченных в установление микробно-растительных взаимодействий, в составе поверхности бактерий штамма *Azospirillum brasilense* Sp245.

Для электронно-микроскопического выявления детерминант очехленного флагеллина среди поверхностных антигенов были подобраны условия пробоподготовки. В частности, отработана процедура освобождения бактериальных клеток от капсульного и очехляющего жгутик материала, при которой потеря (отрыв) флагелл оказывалась минимальной. Установлено, что трёхкратная обработка бактериальных суспензий забуференным физиологическим раствором в сочетании с деликатным ресуспендированием и

центрифугированием при 3000 об/мин обеспечивает наилучшее взаимодействие с клетками меченых коллоидным золотом родоспецифичных антител на флагеллин. Электронно-микроскопический анализ с использованием данных антител (рис. 1 А) позволил обнаружить в составе клеточной поверхности *A. brasilense* Sp245 детерминанты флагеллина полярного жгутика, исходно экранированные от окружающей среды липополисахаридным чехлом. Необходимо подчеркнуть, что визуализация этих детерминант в настоящей работе осуществлена в составе поверхности целой клетки (с неотделенной флагеллой).

С применением родоспецифичных антител на белковые детерминанты азоспирилл на поверхности дикого типа Sp245 и его Fla⁻ Swa⁻ Omegon-Km мутанта SK048 были выявлены также пилеподобные структуры (рис. 1Б, В), предположительно, вовлечённые в процесс микроколониального распространения этих бактерий. Заметим, что в известной нам литературе отсутствовали сведения о выявлении методами иммуноэлектронной микроскопии в составе поверхности азоспирилл пилей или подобных им структур.

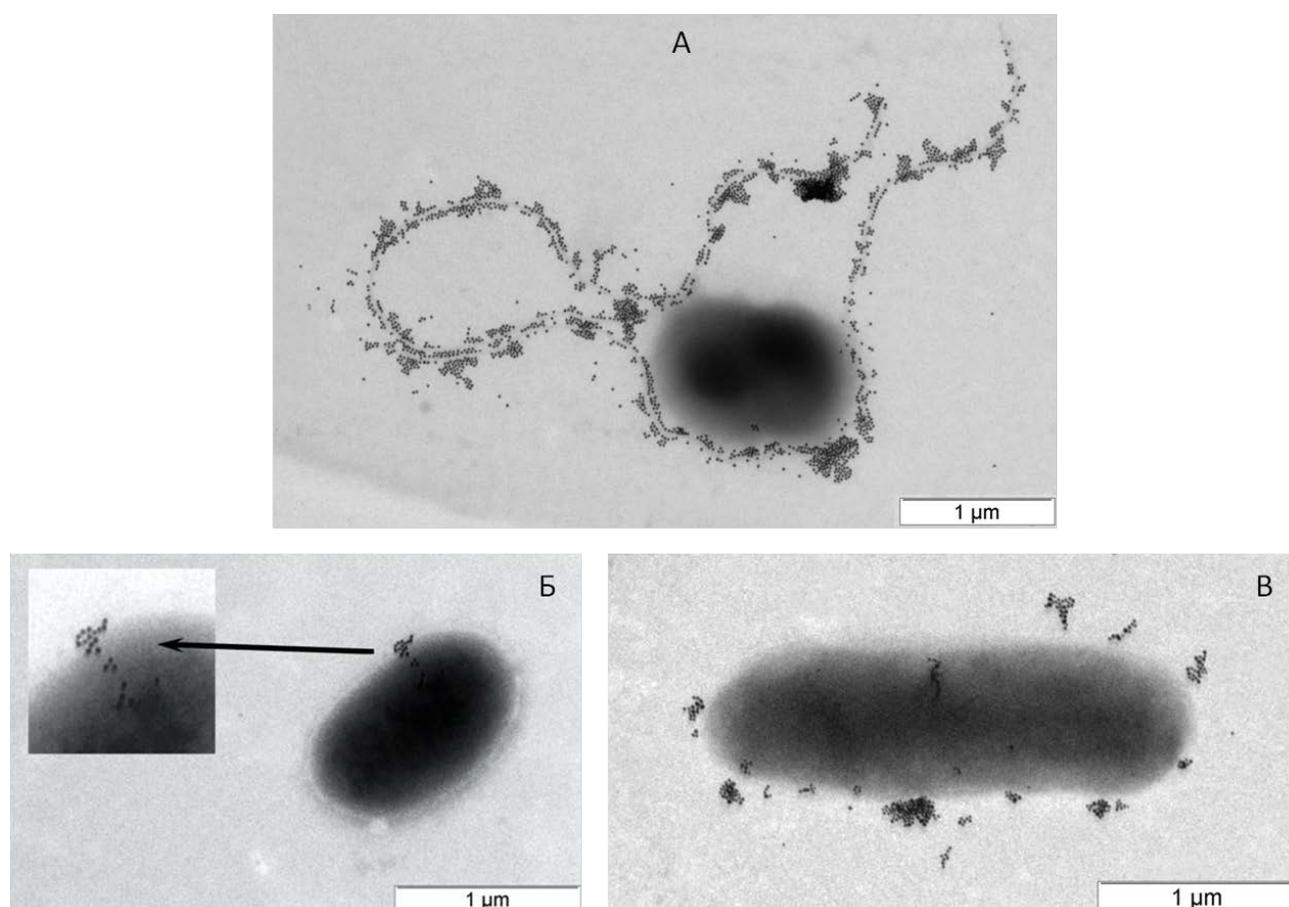


Рис. 1. Иммуноэлектронная микроскопия клеток штамма *A. brasilense* Sp245, его дикого типа (Б) и Gri⁺ мутанта *A. brasilense* SK048 (В) с использованием конъюгатов золотых наносфер диаметром 15 нм с антителами на флагеллин (А) и родоспецифичными антителами на поверхностные белковые детерминанты (Б, В)

Нами проведено биоинформатическое исследование 3D структур флагеллина и пилиноподобных белков с использованием результатов полногеномного секвенирования ДНК штамма *A. brasilense* Sp245 [5]. Для этого применяли программное обеспечение и веб-ресурс (I-TASSER), реализующие метод молекулярного моделирования по шаблону [6] и обеспечивающие высококачественное предсказание пространственной структуры и некоторых функций белка по его аминокислотной последовательности.

В качестве исходных данных использовали последовательности, аннотированные в геноме штамма *A. brasilense* Sp245 [5] как флагеллин полярного жгутика (Fla) и пилиноподобные белки (Flp family type IVb, CpaB, CpaC, CpaD, CpaF, TadG). В зависимости от локализации в конкретном репликоне (хромосома, плазмиды), флагеллин штамма *A. brasilense* Sp245 представлен в трех вариантах, отличающихся молекулярной массой M и степенью развитости вариабельной части (β -структуры и петли), располагающейся между высоко консервативными N- и C-концевыми доменами (α -спирали) в аминокислотной последовательности белка. Полученные 3D изображения всех трех вариантов представлены на рис. 2. Флагеллины данных изоформ длиной 274, 414 и 621 ао содержатся также в геномах азоспирилл других видов.

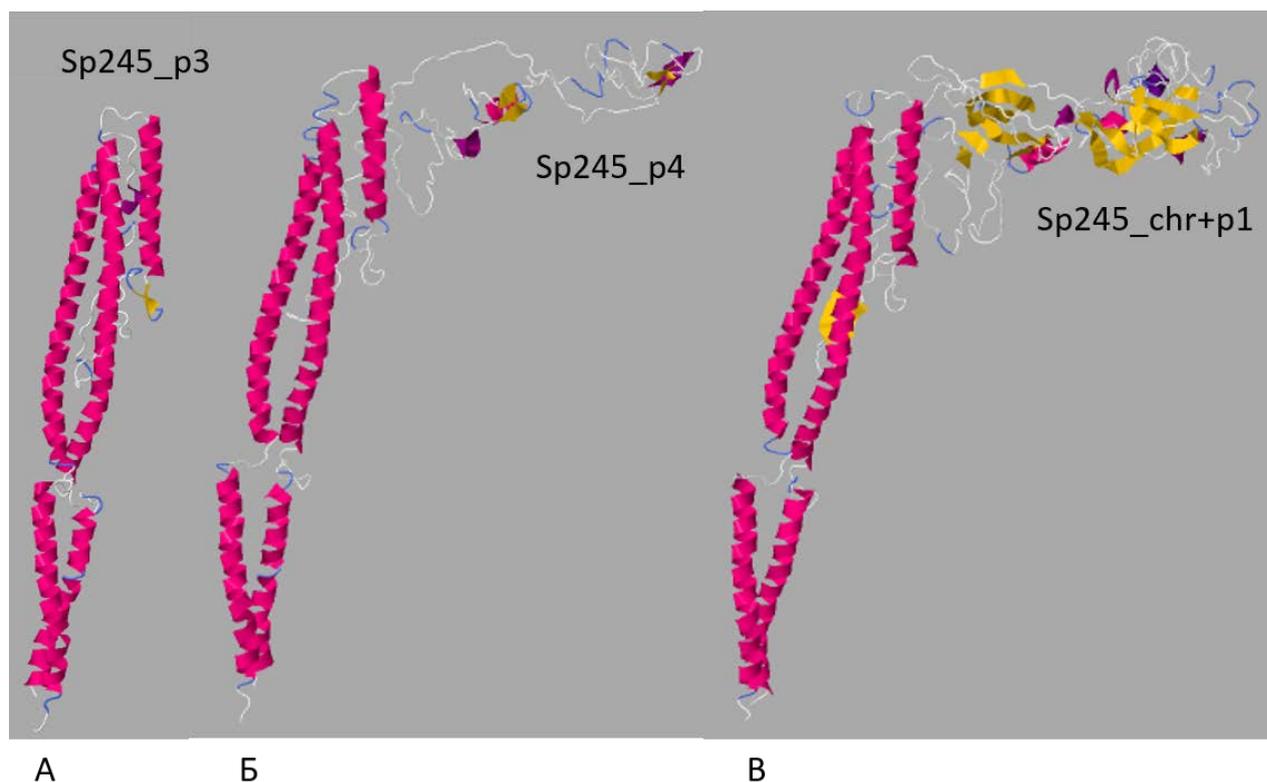


Рис. 2. 3D структура флагеллинов штамма *A. brasilense* Sp245 с длиной последовательности (ао)/молекулярной массой (кДа) 274/28,3 (А), 414/43,6 (Б) и 621/65,2 (В). Символы p1, p3, p4 и chr обозначают локализацию белка, соответственно, на плаزمидах p1, p3, p4 и хромосоме

Внутригеномную и внутривидовую в пределах *A. brasilense* изменчивость флагеллинов на примере белка длиной 621 ао (рис. 2 В) характеризует филогенетическая конструкция, приведенная на рис. 3.

Внутригеномная (между хромосомой и плазмидами) и внутривидовая (между штаммами *A. brasilense*) гетерогенность последовательностей флагеллина, характеризуемая значениями их попарной идентичности, практически мало отличаются и варьируют в диапазоне 90,5-92,6% (хромосомы-плазмиды) и 89,2-93,1% (штаммы). Судя по значениям молекулярной массы флагеллинов, выделенных из штамма *A. brasilense* Sp245 и охарактеризованных методом денатурирующего электрофореза в ПААГ, по крайней мере один из них длиной 621 ао с рассчитанным по последовательности значением $M=65,2$ КДа (рис. 1В) экспрессируется в клетках.

Часть комплекта полученных нами 3D изображений шести пилиноподобных белков из генома штамма *A. brasilense* Sp245 [5] (см. выше) представлена на рис. 4. Заметим, что все они локализованы на плазмиде p4 этого штамма.

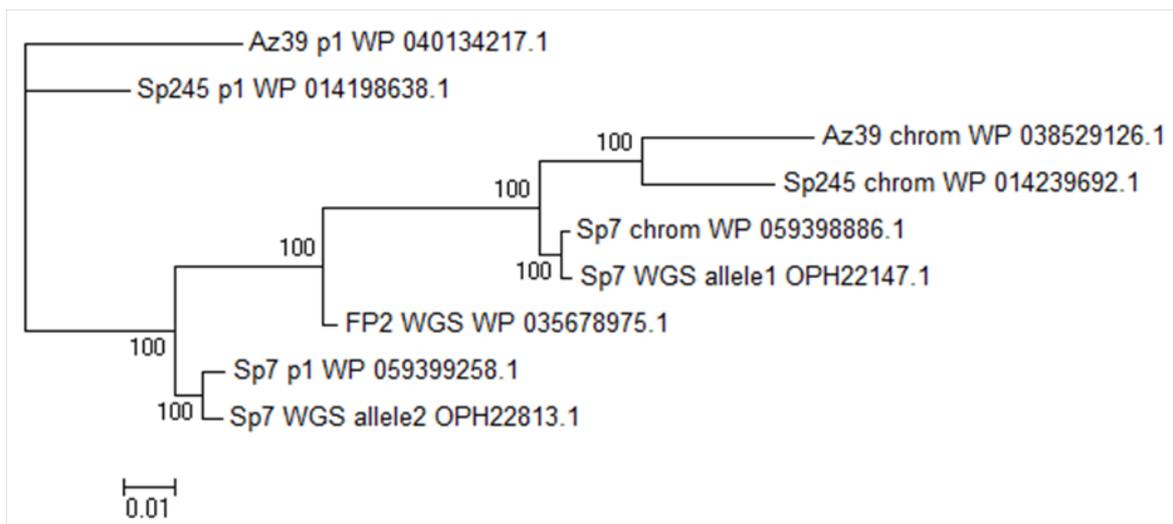


Рис. 3. Филограмма последовательностей флагелинов штаммов вида *A. brasilense*. Символы *p* и *chrom* обозначают локализацию белка, соответственно, на плаزمиде и хромосоме. *WGS* обозначает черновую (на уровне контигов) сборку генома. Цифры 100 – статистическая поддержка узлов (%)

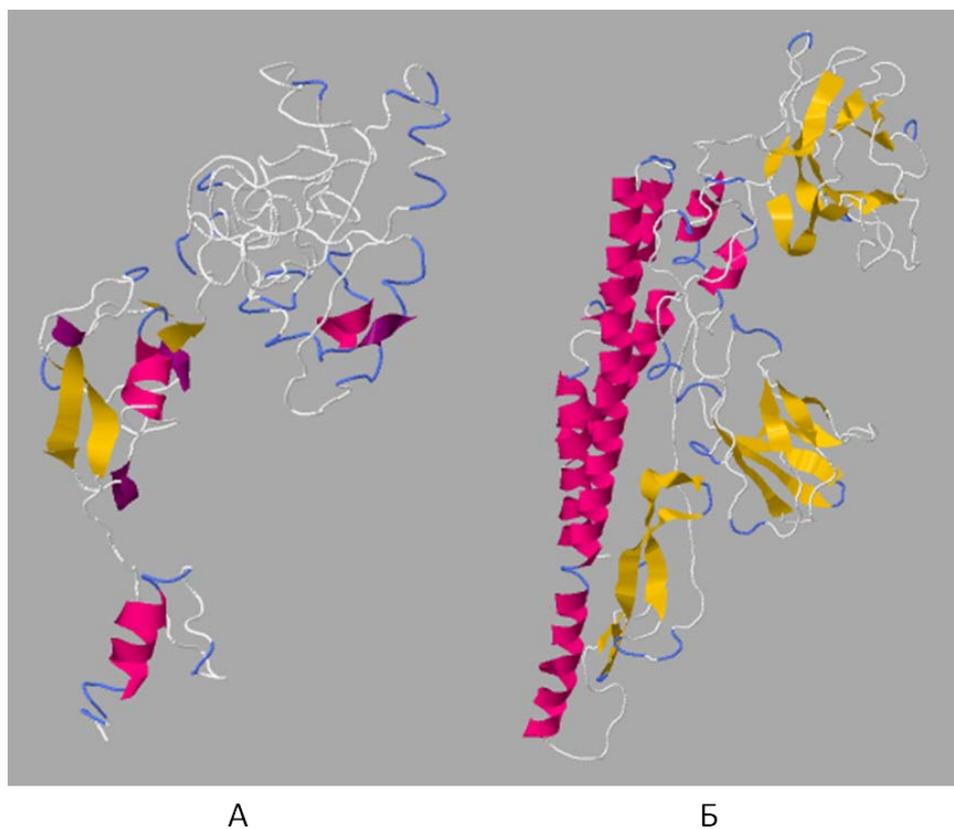


Рис. 4. 3D структура белков CraV (А) и TadG (Б) штамма *A. brasilense* Sp245 с длиной последовательности (ао)/молекулярной массой (кДа) 288/30,2 (А) и 485/51,7 (Б)

Как и для флагелинов, для CraV и TadG характерно наличие высоко консервативных и переменных (петли) областей. Рассчитанные значения молекулярной массы белков CraV (30,2 кДа) и TadG (51,7 кДа) близки к значениям для их предполагаемых реализаций (соответственно, 30 и 45 кДа), выделенных и охарактеризованных нами с

помощью электрофореза в ПААГ и иммуноблоттинга с родоспецифическими антителами на поверхностные белковые детерминанты азоспирилл.

Учитывая наличие в составе белка СраВ доменов, определяющих адгезивные свойства белков и участвующих в сборке пилей, а также результаты работы [5], показавшие утрату способности *A. brasilense* Sp245 образовывать биопленки вследствие мутации в гене СраВ, можно предположить его существенную роль в образовании пилей у данной бактерии. Это справедливо также и для доменной структуры белка TadG, в которой предполагается, кроме того, наличие трансмембранных областей, способствующих образованию мембранных пор для экскреции во внешнюю среду (и обмена с другими организмами) разнообразных клеточных компонентов, в том числе и посредством бактериальных пилей. В работе [7] отмечается, что наличие ТАД пилей, играющих важную роль в формировании биопленок, процессах колонизации и патогенезе у разнообразных родов микробов, является среди азоспирилл исключительной характеристикой вида *A. brasilense*.

Подтверждение приведенных выше предположений, как и выяснение роли остальных моделированных нами пилиноподобных белков *A. brasilense* Sp245, требует проведения дополнительных исследований.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Croes C.L. The polar flagellum mediated *Azospirillum brasilense* adsorption to wheat roots / S. Moens, E. van Bastelaere, J. Vanderleyden, K.W. Michiels // J. Gen. Microbiol. 1993. – 139. – № 9. – P. 2261–2269.
2. De Troch P. Surface properties and motility of *Rhizobium* and *Azospirillum* in relation to plant root attachment / J. Vanderleyden // Microb. Ecol. – 1996. – 32. № 2. – P. 149–169.
3. Бурьгин Г.Л. Выявление чехла на поверхности полярного жгутика *Azospirillum brasilense* / А.А. Широков, А.В. Шелудько, Е.И. Кацы, С.Ю. Щеголев, Л.Ю. Матора // Микробиология. – 2007. – 76. – № 6. – С. 822–829.
4. Широков А.А. Иммуноэлектронно-микроскопическое исследование поверхности клеток штаммов *Azospirillum brasilense* / А.А. Буданова, А.М. Буров, Б.Н. Хлебцов, А.И. Красов, С.Ю. Щеголев, Л.Ю. Матора // Микробиология. – 2017. – 86. – № 4. – С. 476–482.
5. Wisniewski-Dye F. *Azospirillum* genomes reveal transition of bacteria from aquatic to terrestrial environments / K. Borziak, G. Khalsa-Moyers, G. Alexandre, L.O. Sukharnikov, K. Wuichet, G.B. Hurst, W. H. McDonald, J.S. Robertson, V. Barbe, A. Calteau, Z. Rouy, S. Mangenot, C. Prigent-Combaret, P. Normand, M. Boyer, P. Siguier, Y. Dessaux, C. Elmerich, G. Condemine, G. Krishnen, I. Kennedy, A.H. Paterson, V. Gonzalez, P. Mavingui, I.B. Zhulin // PLoS Genetics, – 2011. – 7. – № 12. e1002430.
6. Yang J. The I-TASSER Suite: Protein structure and function prediction / R. Yan, A. Roy, D. Xu, J. Poisson, Y. Zhang // Nature Methods. – 2015. – 12. – № 1. P. 7-8.
7. Wisniewski-Dye F. Genome sequence of *Azospirillum brasilense* CBG497 and comparative analyses of *Azospirillum* core and accessory genomes provide insight into niche adaptation / L. Lozano, E. Acosta-Cruz, S. Borland, B. Drogue, C. Prigent-Combaret, Z. Rouy, V. Barbe, A.M. Herrera, V. Gonzalez, P. Mavingui // Genes (Basel). – 2012. – 3. – № 4. – P. 576–602.

Д.И. Мокеев, Ю.А. Филипьевичева, Е.М. Телешева, Л.П. Петрова, А.В. Шелудько, Е.И. Кацы

Институт биохимии и физиологии растений и микроорганизмов
Российской академии наук, г. Саратов, Россия

О ВЛИЯНИИ ПРЕДПОЛАГАЕМОГО ГЕНА

mmsB1 3-ГИДРОКСИИЗОБУТИРАТДЕГИДРОГЕНАЗЫ НА ЖГУТИКОВАНИЕ, ПОДВИЖНОСТЬ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ФОРМИРОВАНИЯ БИОПЛЕНОК БАКТЕРИИ *AZOSPIRILLUM BRASILENSE* Sp245

Почвенные альфапротеобактерии *Azospirillum brasilense* существуют в различных природных средах, в том числе в ризосфере [1]. Они способны образовывать конститутивный полярный (Fla) и индуцибельные латеральные жгутики, обеспечивающие их подвижность в жидкостях, а также роение в вязких средах и на влажных поверхностях [1]. Фундаментальный интерес представляет выяснение молекулярных механизмов, обеспечивающих довольно необычное смешанное жгутикование *A. brasilense*.

Полярный жгутик используется азоспириллами не только для движения, но и для адсорбции на корнях растений, с которыми эти бактерии формируют взаимовыгодные ассоциации [1]. Вследствие этого важно выявление ранее неизвестных генов, оказывающих влияние на сборку и работу двигательных органелл азоспирилл. Это достигается, в частности, посредством анализа мутантов бактерий с остаточной способностью к образованию жгутиков.

У использованного в данной работе мутанта SK039 штамма *A. brasilense* Sp245 вставкой омегона поврежден ген *mmsB1* предполагаемой 3-гидроксиизобутиратдегидрогеназы (accession nos. HM776586 и ADT80774) [2]. О функциональной значимости этого гена свидетельствуют существенные изменения в фенотипе мутанта по сравнению с родительским штаммом Sp245. В культурах мутанта SK039 ~21% клеток имеют длинный Fla, а ~1.6 % клеток – укороченную полярную органеллу; при этом практически все бактерии обездвижены. Биопленки данного штамма, сформированные на гидрофобной и гидрофильной поверхности, содержали меньшее количество биомассы и были менее стабильны по сравнению с биопленками родительского штамма Sp245. При этом значимых различий в жизнеспособности, скорости роста, среднем размере клеток и содержании детектируемых жирных кислот в экстрактах общих клеточных липидов у штамма Sp245 и его *mmsB1* мутанта не было обнаружено [2, 3].

В настоящей работе получены новые данные о том, какое влияние на жгутикование и формирование биопленок мутанта SK039 оказывает введение в его клетки генетической конструкции, несущей ген *mmsB1* штамма *A. brasilense* Sp245 под контролем *lac*-промотора плазмиды широкого круга хозяев pRK415. Обнаружено восстановление у полученного штамма SK039 (pRK415-*mmsB1*) подвижности в жидких средах и увеличение количества биомассы в зрелых биопленках, что подтверждает значимость предполагаемого гена липидного метаболизма *mmsB1* для названных процессов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Baldani J.I., Videira S.S., Teixeira K.R.D.S., Reis V.M., Oliveira A.L.M., Schwab S., de Souza E.M., Pedraza R.O., Baldani V.L.C.D., Hartmann A. The family Rhodospirillaceae // In: Rosenberg E., DeLong E.F., Lory S., Stackebrandt E., Thompson F. (eds.). The Prokaryotes: Alphaproteobacteria and Betaproteobacteria. – Berlin: Springer, 2014. – P. 533–618.

2. Ковтунов Е.А., Шелудько А.В., Чернышова М.П., Петрова Л.П., Кацы Е.И. Мутанты бактерии *Azospirillum brasilense* Sp245 со вставкой омегона в генах липидного метаболизма *mmsB*

или *fabG* дефектны по подвижности и жгутикованию // Генетика. – 2013. – Т. 49. – № 11. – С. 1270–1275.

3. Шумилова Е.М., Шелудько А.В., Филипьевичева Ю.А., Евстигнеева С.С., Пономарева Е.Г., Петрова Л.П., Кацы Е.И. Изменение свойств клеточной поверхности и эффективности формирования биопленок у мутантов бактерии *Azospirillum brasilense* Sp245 по предполагаемым генам липидного метаболизма *mtsB1* и *fabG1* // Микробиология. – 2016. – Т. 85. – № 2. – С. 162–170.

УДК 579.258

**Л.П. Петрова, Ю.А. Филипьевичева, Е.М. Телешева, А.В. Шелудько,
Г.Л. Бурыгин, Е.И. Кацы**

Институт биохимии и физиологии растений и микроорганизмов
Российской академии наук, г. Саратов, Россия

ПОЛУЧЕНИЕ И СВОЙСТВА МУТАНТОВ АССОЦИАТИВНЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ *AZOSPIRILLUM BRASILENSE* С НАРУШЕНИЯМИ В СИНТЕЗЕ ПОЛИСАХАРИДОВ

Бактерии рода *Azospirillum* колонизируют корни зерновых культур и трав и способствуют росту растений благодаря многим механизмам, в частности синтезу фитогормонов, биоконтролю фитопатогенов [1, 2]. В формировании растительно-микробных ассоциаций большую роль играют бактериальные полисахариды. Целью данной работы было получение мутантов *A. brasilense* Sp245 с нарушениями в синтезе полисахаридов методом сайт-направленного мутагенеза и дальнейшее изучение влияния мутаций на свойства азоспирилл, значимые при их взаимодействии с растениями.

На основании проведенной ранее нами работы по выявлению предполагаемых генов биосинтеза полисахаридов у штаммов *Azospirillum brasilense* [3] в качестве сайта-мишени был выбран ген АТР-связывающего белка АВС-транспортера липополисахарида (ЛПС), находящийся в плазмиде AZOBR_p6. Был сконструирован вектор, после мобилизации которого в дикий штамм Sp245 произошло встраивание Km-кассеты предположительно в соответствующий ген. Проверка нескольких отобранных клонов методами ПЦР-анализа с праймерами к гену-мишени и гибридизацией с меченым геном устойчивости к канамицину подтвердила наше предположение.

Для дальнейшего изучения были отобраны несколько мутантных клонов. Методом двойной радиальной иммунодиффузии в 1 % агарозном геле с поликлональными антителами к ЛПС *A. brasilense* Sp245 у мутантов было обнаружено отсутствие одной из полос преципитации, соответствующей одному из двух ЛПС, присутствующих у дикого штамма [4]. В качестве контроля использовали родительский штамм Sp245 и его мутант КМ018, полученный ранее, синтезирующий только одну форму ЛПС [5].

Биомасса биопленок, сформированных мутантными штаммами на гидрофобной поверхности (полистирол), уступает показателям родительского штамма примерно в 2 раза, что согласуется с полученными ранее данными на примере штамма КМ018 [6]. На гидрофильной поверхности (стекло) значимых различий в биомассе биопленок полученных мутантов и Sp245 не наблюдали.

Методом электронной микроскопии видимых отличий в продукции двигательных органелл у мутантных штаммов не обнаружено. Но наблюдаются изменения в скорости их коллективной подвижности на полужидких средах. В дальнейшем планируется исследовать изменения, происшедшие в структуре ЛПС мутантных штаммов, а также провести эксперименты по анализу взаимодействия мутантов с растениями.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Fibach-Paldi S., Burdman S, Okon Y.* Key physiological properties contributing to rhizosphere adaptation and plant growth promotion abilities of *Azospirillum brasilense* // *FEMS Microbiol. Lett.* 2012. – V. 326. – № 2. – P. 99–108.
2. *Lugtenberg B., Kamilova F.* Plant-growth-promoting rhizobacteria // *Annu. Rev. Microbiol.* – 2009. – V. 63. – P. 541–556.
3. *Петрова Л.П., Прилипов А.Г., Кацы Е.И.* Выявление предполагаемых генов биосинтеза полисахаридов у штаммов *Azospirillum brasilense* из серогрупп I и II // *Генетика.* – 2017. – Т. 53. – № 1. – С. 31–42.
4. *Бойко А.С., Смолькина О. Н., Федоненко Ю. П., Здоровенко Э. Л., Качала В. В., Коннова С. А., Игнатов В. В.* Особенности структуры О-полисахаридов азоспирилл серогруппы I // *Микробиология.* – 2010. – Т. 79. – С. 197–205.
5. *Katzy E.I., Matora L.Yu., Serebrennikova O.B., Scheludko A.V.* Involvement of a 120-MDa plasmid of *Azospirillum brasilense* Sp245 in production of lipopolysaccharides // *Plasmid.* – 1998. – V. 40. – P. 73–83.
6. *Шелудько А.В., Кулибякина О.В., Широков А.А., Петрова Л.П., Матора Л.Ю., Кацы Е.И.* Влияние мутаций в синтезе липополисахаридов и полисахаридов, связывающих калькофлуор, на формирование биопленок *Azospirillum brasilense* // *Микробиология.* – 2008. – Т. 77. – № 3. – С. 358–363.

УДК 579.64:577.175.122

И.А. Попова¹, А.А. Белимов², Я.В. Пухальский², Г.Л. Бурыгин^{1,3}

¹ФГБУН Институт биохимии и физиологии растений и микроорганизмов РАН, г. Саратов, Россия

²ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной микробиологии, г. Санкт-Петербург, Россия

³ФГБОУ ВО «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова», г. Саратов, Россия

PGPR-СВОЙСТВА БАКТЕРИАЛЬНОГО ШТАММА *AZOSPIRILLUM THIOPHILUM BV-S*

Аннотация. В данной работе было проведено сравнение азотфиксирующей и ауксин-подобной активностей для культур неризосферного штамма *A. thiophilum BV-S* и ризосферных штаммов азоспирилл. Методом измерения ацетилен-редукции установлена более высокая активность нитрогеназы штамма *A. thiophilum BV-S* по сравнению со штаммами *A. brasilense* Sp7 и Sp245. Методом ВЭЖХ была детектирована продукция ИУК культурой штамма *A. thiophilum BV-S*, уровень которой оказался средним среди разных штаммов азоспирилл. По влиянию на растяжение coleoptile проростков пшеницы выявлена более высокая ауксин-подобная активность штамма *A. thiophilum BV-S*, чем у ризосферных штаммов азоспирилл. Данный феномен может быть объясним возможной АЦК-деаминазной активностью клеток *A. thiophilum BV-S*. Таким образом, для штамма *A. thiophilum BV-S* характерна высокая активность изученных нами PGPR-свойств, что позволяет рекомендовать эти бактерии к использованию в агробиотехнологии.

Ключевые слова: ризосферные бактерии, *Azospirillum thiophilum*, азотфиксация, ауксин, АЦК-деаминаза.

Ризобактерии рода *Azospirillum* являются признанной моделью в изучении ассоциативного растительно-микробного симбиоза и способны значительно повышать урожайность различных агропромышленных культур. В последнее десятилетие описано несколько видов рода, природным местом обитания которых являются нехарактерные для ризосферных бактерий биотопы [1]. Например, типовой штамм *Azospirillum thiophilum*

BV-S выделен из бактериального мата *Sphaerotilus natans* в серном источнике [2]. Несомненный научный интерес представляет изучение сохранения бактериями рода *Azospirillum* способности к ростстимуляции растений при попадании в среду обитания отличную от ризосферы. Целью данной работы было изучение PGPR-свойств, таких как азотфиксация и продукция фитогормонов, штамма *A. thiophilum* BV-S в сравнении с ризосферными штаммами рода *Azospirillum*.

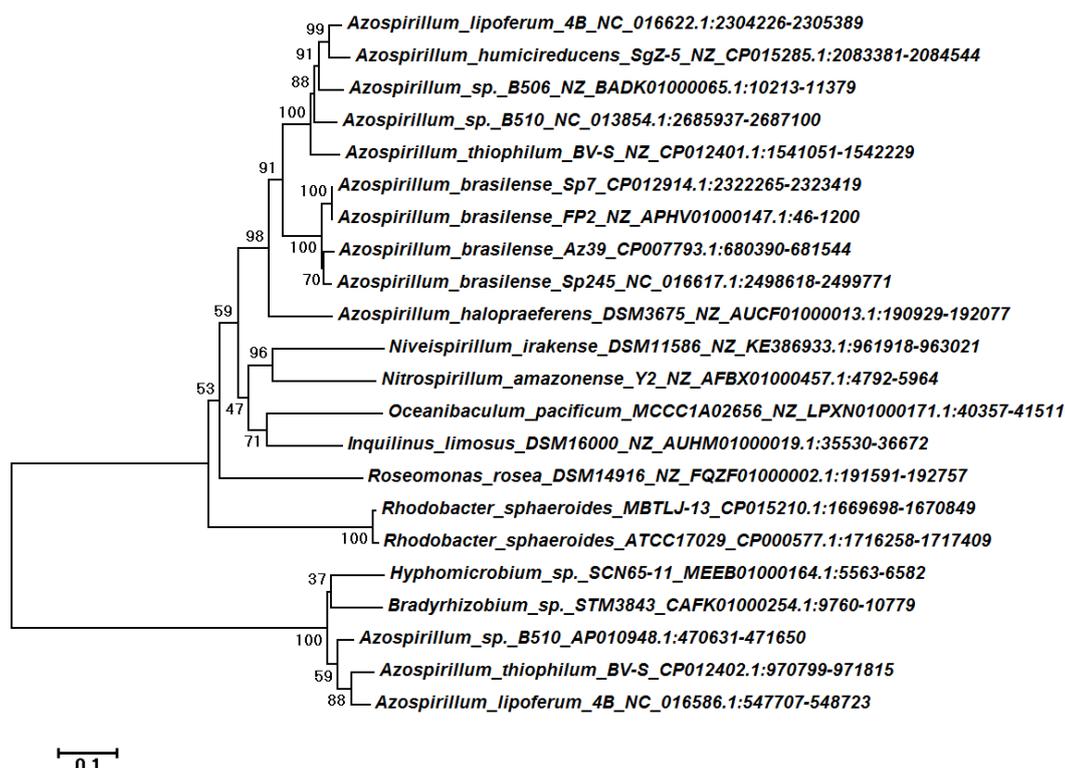
Азотфиксацию оценивали по активности ацетилен-редукции 5-суточной бактериальной суспензией. Активность нитрогеназы определяли по количеству образовавшегося этилена, детектированного на газовом хроматографе GC-2010 (Shimadzu, Япония). Ранее [2] при культивировании на сукцинате для штамма *A. thiophilum* BV-S была показана высокая активность ацетилен-редукции, сопоставимая с наивысшей активностью ризосферных штаммов азоспирилл при культивировании на малате [3]. Для сравнения нитрогеназной активности нами была изучена активность ацетилен-редукции штамма *A. thiophilum* BV-S и модельных ризосферных штаммов *A. brasilense* Cd, Sp7, Sp245 и S27 в одинаковых условиях.

Анализ полученных результатов ацетилен-редукции показал, что в пересчёте на 1 мл бактериальной суспензии количество выделенного этилена штаммом *A. thiophilum* BV-S ($15,3 \pm 2,5$ нмоль C_2H_2 /сутки мл) было сопоставимо со штаммом *A. brasilense* Cd ($22,7 \pm 6,9$ нмоль C_2H_2 /сутки мл), и в 2–3 раза выше, чем для штаммов *A. brasilense* Sp7, Sp245 и S27. А в пересчёте на 10^{10} клеток нитрогеназная активность штамма *A. thiophilum* BV-S относительно ризосферных штаммов азоспирилл была значительно выше (в 3–12 раз). Такое расхождение результатов мы связываем с большим размером клеток штамма *A. thiophilum* BV-S, чем у других азоспирилл, что сказывается на уровне метаболизма клеток и расчётах биохимической активности.

Продукция ауксина из триптофана на стационарной фазе роста культуры была оценена методом ВЭЖХ. Присутствие в препарате культуральной жидкости пика по времени удерживания, соответствующего ИУК, указало на способность к биохимическому превращению триптофана в это соединение. В экспериментах было определено, что культура *A. thiophilum* BV-S за 5 дней инкубирования из 200 мкг/мл триптофана продуцирует 34 мкг/мл ИУК. Данный уровень продукции ИУК был ниже, чем у модельных штаммов *A. brasilense* Sp245 (90 мкг/мл ИУК) и *A. brasilense* Sp7 (64 мкг/мл ИУК), но сопоставим с уровнем синтеза ауксина такими ризосферными штаммами, как *Niveispirillum irakense* KBC1 и *A. brasilense* SR88. При этом в геноме *A. thiophilum* BV-S [4] ген *ipdC*, функционирующий у штаммов *A. brasilense*, не аннотирован, что предполагает отличный от описанного для *A. brasilense* Sp245 путь синтеза ИУК.

Проявление ауксин-подобного эффекта на растения нами был изучено по влиянию бактериальной инокуляции проростков пшеницы сорта Саратовская 29 на растяжение колеоптиле. Экспериментально установлено, что у 5-суточных проростков пшеницы, инокулированных бактериальной суспензией *A. thiophilum* BV-S (10^8 кл/мл), длина колеоптиле была на 15–20% выше, чем у растений, инокулированных *A. brasilense* Sp245 и *A. oryzae* СОС8. Более сильное ауксин-подобное действие при инокуляции культурой *A. thiophilum* BV-S возможно связано с наличием активности АЦК-дезаминазы, препятствующей синтезу в растениях этилена в ответ на повышение концентрации ауксина [5].

Биоинформатический анализ геномов бактерий рода *Azospirillum*, представленных в GenBank, показал присутствие гена АЦК-дезаминазы (*acdS*) в нуклеоиде всех представителей данного рода. Для штаммов *A. thiophilum* BV-S, *A. lipoferum* 4В и *Azospirillum* sp. B510 выявлено дополнительно присутствие ещё по одному гену *acdS* на мегаплазмидах. Филогенетический анализ (рис.) показал расхождение 2-х групп генов *acdS* (хромосомной и плазмидной локализации – 53,2 % идентичности) штаммов *A. thiophilum* BV-S, *A. lipoferum* 4В, *Azospirillum* sp. B510.



Филогенетическое древо по последовательностям гена *acdS*, извлечённых из аннотированных полных геномов бактерий рода *Azospirillum* и близкородственных родов, а также штаммов *Bradyrhizobium* sp. STM3843 и *Hyphomicrobium* sp. SCN65-11

Гены *acdS*, локализованные на хромосоме, филогенетически близки подобным генам других видов азоспирилл (идентичность выше 80 %) и других родственных родов бактерий (Lavrinenko et al., 2010). Можно предположить появление этого гена у далекого предка этой группы бактерий. С другой стороны гены *acdS*, локализованные на плаزمиде (идентичность внутри группы составляет 91–95 %), имеют высокую гомологию с генами бактерий родов *Bradyrhizobium* и *Hyphomicrobium* порядка *Rhizobiales*. Скорее всего, попадание в геномы азоспирилл этих генов произошло благодаря горизонтальному переносу генов у общего предка *A. lipoferum* и *A. thiophilum* уже после расхождения с предками других видов азоспирилл. При этом следует заметить, что экспериментально АЦК-деаминазная активность среди азоспирилл была зафиксирована только у штаммов *A. lipoferum*, имеющих *acdS* плазмидной локализации. И соответственно, присутствие гена *acdS* на плазмиде у штамма *A. thiophilum* BV-S позволяет предположить возможное проявление АЦК-утилизирующей активности у этих бактерий.

Таким образом, для штамма *A. thiophilum* BV-S выявлена высокая активность изученных нами PGPR-свойств (азотфиксация и ауксин-подобное действие на проростки пшеницы), что позволяет рекомендовать этот штамм для использования в агробиотехнологии наравне с ризосферными штаммами рода *Azospirillum*.

Работа по определению ацетилен-редукции выполнена при поддержке РНФ (проект 14-16-00137-П).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Mehnaz, S. *Azospirillum*: a biofertilizer for every crop // Plant Microbes Symbiosis: Applied Facets. – Springer India, 2015. – P. 297–314.
2. Lavrinenko, K. *Azospirillum thiophilum* sp. nov., a diazotrophic bacterium isolated from a sulfide spring / K. Lavrinenko, E. Chernousova, E. Gridneva, G. Dubinina, V. Akimov, J. Kuever, A. Lysenko, M. Grabovich // Int. J. Syst. Evol. Microbiol. – 2010. – Vol. 60 (12). – P. 2832–2837.

3. *Haahrtela, K.* Nitrogenase activity (acetylene reduction) of root-associated, cold-climate *Azospirillum*, *Enterobacter*, *Klebsiella*, and *Pseudomonas* species during growth on various carbon sources and at various partial pressures of oxygen / K. Haahrtela, K. Kati, V. Sundman // Appl Environ. Microbiol. – 1983. – P. 563–570.

4. *Fomenkov, A.* Complete genome sequence of a strain of *Azospirillum thiophilum* isolated from a sulfide spring / A. Fomenkov, T. Vincze, M. Grabovich, B.P. Anton, G. Dubinina, M. Orlova, E. Belousova, R.J. Roberts // Genome Announc. – 2016. – 4.1.

5. *Белимов, А.А.* АЦК-деаминаза и растительно-микробные взаимодействия / А.А. Белимов, В.И. Сафронова // Сельскохозяйственная биология. – 2011. – №. 3. – С. 23–28.

УДК 579.8: 575.113

**П.А. Потанина¹, В.И. Сафронова², А.А. Белимов², К.Ю. Каргаполова³,
О.В. Ткаченко³, Г.Л. Бурьгин^{3,4}**

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

²ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной микробиологии, г. Санкт-Петербург, Россия

³ФГБОУ ВО «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова», г. Саратов, Россия

⁴ФГБУН Институт биохимии и физиологии растений и микроорганизмов РАН, г. Саратов, Россия

ВИДОВАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ РОСТСТИМУЛИРУЮЩИХ БАКТЕРИЙ, ВЫДЕЛЕННЫХ С КОРНЕЙ КАРТОФЕЛЯ В САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация. В данной работе было определено таксономическое положение трёх бактериальных штаммов, для которых было показано ростстимулирующее действие на микрорастения картофеля и проростки пшеницы. Штаммы были выделены из корней картофеля сорта Кондор, произраставшего в полевых условиях на каштановых (Марксовский район) и чернозёмных (Красноармейский район) почвах Саратовской области. Были секвенированы и получены последовательности генов 16S рДНК и межгенного (16S-23S) транскрибируемого спейсера ITS, а также изучены биохимические свойства штаммов с помощью системы мультисубстратного тестирования Biolog. Анализ полученных данных позволил идентифицировать штаммы следующим образом: *Ensifer adhaerens* T1Ks14 (= RCAM04487), *Kocuria rosea* T1Ks19 (= RCAM04488) и *Acinetobacter guillouiae* K2Kn02 (= RCAM04485).

Ключевые слова: картофель, ризосферные бактерии, идентификация, секвенирование гена 16S рРНК и ITS региона, мультисубстратное тестирование Biolog.

Ризобактерии, стимулирующие рост и развитие растений (PGPR), хорошо зарекомендовали себя в качестве биоудобрений, благодаря способности значительно повышать урожайность сельскохозяйственных культур [1, 2]. Большинство ризосферных бактерий вступают с растениями в ассоциативный симбиоз без формирования специфических морфологических структур, подобных клубенькам ризобий или галлам агробактерий [2]. Тем не менее, ризобактерии являются важным компонентом среды, окружающей растения, обеспечивая макроорганизм доступными для него соединениями азота и фосфора, регулируя уровень фитогормонов и осморегуляторов, а также защищая от фитопатогенных бактерий и грибов [2, 3]. Таким образом, бактерии позволяют растению более полно реализовать заложенный в них потенциал, что наиболее ярко проявляется в стрессовых для растений условиях [4]. Одной из важнейших составных частей характеристики новых штаммов ризосферных бактерий является их видовая идентификация в связи с тем, что для агробиотехнологического применения бактерий

должны быть непатогенными для человека и животных, а патогенность является видовым признаком микроорганизмов.

В связи с этим целью данной работы была идентификация трёх бактериальных изолятов, выделенных из корней растений картофеля (*Solanum tuberosum* L.) сорта Кондор, произраставших в полевых условиях на каштановых (Марксовский район) и чернозёмных (Красноармейский район) почвах Саратовской области. Идентификацию бактерий проводили путём определения последовательности генов 16S рРНК и межгенного (16S-23S) транскрибируемого спейсера ITS, а также изучением биохимических свойств штаммов с помощью системы мультисубстратного тестирования микроорганизмов Biolog.

Методы. В конце мая 2016 г. из гомогената поверхностно стерилизованных корней картофеля, произраставшего в полевых условиях на тёмно-каштановой почве в Марксовском районе Саратовской области (N 51°61'34", E 46°54'21") и находившегося на стадии активного укоренения и начала роста побега, были выделены два бактериальных изолята T1Ks14 и T1Ks19. А также в конце июня 2016 г. из гомогената отмытых корней картофеля сорта Кондор, произраставшего в полевых условиях на чернозёме южном солонцеватом в Красноармейском районе Саратовской области (N 51°18'83", E 45°51'24") и находившегося на стадии цветения, был выделен бактериальный изолят K2Kn02. Бактерии выделяли на твердой безазотистой малатной среде NFb следующего состава (г/л): яблочная кислота – 3,8; K₂HPO₄×3H₂O – 0,4; KH₂PO₄ – 0,4; MgSO₄×6H₂O – 0,2; NaCl – 0,1; Na₂MoO₄×12H₂O – 0,002; FeSO₄ (в хелатном комплексе с EDTA) – 0,02; агар-агар – 15 (рН доводили NaOH до 7,0), на которой в дальнейшем культуры поддерживали периодическим пересевом. Для всех трёх изолятов была выявлена рост-стимулирующая активность по отношению к проросткам пшеницы и микроклонам картофеля в условиях *in vitro* (данные Каргаполовой К.Ю. – готовятся к печати).

Штаммы депонированы в Ведомственной коллекции полезных микроорганизмов сельскохозяйственного назначения ВКСМ. Для амплификации 16S рДНК (около 1500 bp) использовали праймеры fD1 (5'-AGAGTTTGATCCTGGCTCAG-3') и rD1 (5'-AAGGAGGTGATCCAGCC-3'), для амплификации ITS региона (около 800 bp) – праймеры FGPS1490-72(5'-TGCGGCTGGATCCCCTCCTT-3') и FGPL-132 (5'-CCGGGTTTCCCCATTTCGG-3').

Полученные ПЦР-продукты были секвенированы на генетическом анализаторе ABI PRISM 3500xl (Applied Biosystems, США). По полученным нуклеотидным последовательностям с использованием методики, основанной на технологии BLASTN, определялись наиболее близкородственные для исследуемых изолятов типовые штаммы бактерий, для которых строились филогенетические деревья с помощью функции «One Click»

Интернет-ресурса http://www.phylogeny.fr/simple_phylogeny.cgi, использующей множественное выравнивание MUSCLE и филогенетический анализ PhyML с вычислением максимального правдоподобия. Достоверность расхождения ветвей на филогенетическом древе оценивали по уровню бутстрэппинга, который должен был быть >70%. Мультисубстратное тестирование и компьютерная обработка полученных данных были проведены с помощью системы GENIII MicroPlate (BioLog, США) в соответствии с рекомендациями производителя.

Результаты и их обсуждение. При секвенировании гена 16S рРНК были получены нуклеотидные последовательности длиной 910 п.о. для изолята T1Ks14 и 1437 п.о. для изолята T1Ks19. BLASTN анализ позволил установить принадлежность штамма T1Ks14 к таксономической группе *Sinorhizobium/Ensifer* с 99 % и выше идентичности последовательности с представителями 10 бактериальных видов. Филогенетический анализ (рис. 1) позволил идентифицировать штамм как *Ensifer adhaerens* T1Ks14 (99,9 % идентичности с типовым штаммом LMG20216^T).

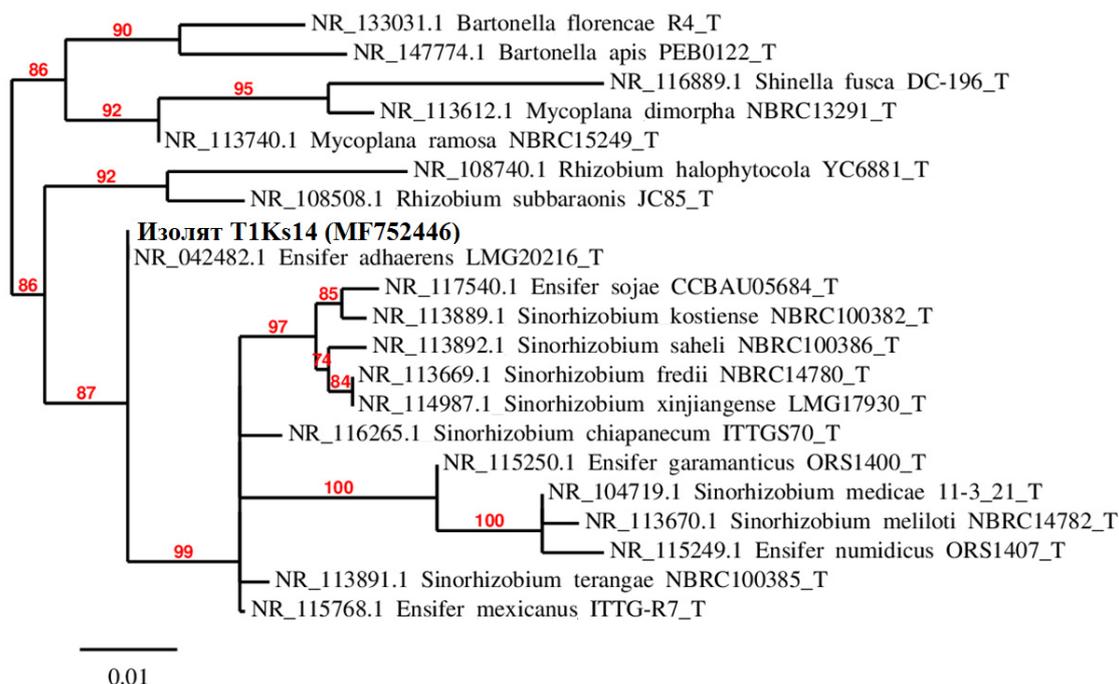


Рис. 1. Филогенетическое древо по последовательностям генов 16S рРНК, демонстрирующее эволюционную близость штамма T1Ks14 с типовым штаммом *Ensifer adhaerens* LMG20216^T

Анализ последовательности ITS региона этого штамма (688 п.о.) подтвердил принадлежность штамма T1Ks14 к виду *E. adhaerens*: выявлена 98,7% идентичность последовательности ITS *E. adhaerens* LMG20216^T, при этом идентичность со штаммами других видов составляла менее 90 % (табл. 1). Мультисубстратное тестирование показало, что штамм *E. adhaerens* T1Ks14 обладает высокой биохимической активностью и способностью использовать в качестве источника углерода разнообразные сахара, аминокислоты и карбоновые кислоты, что соответствует видовым характеристикам этих бактерий. С типовым штаммом *E. adhaerens* LMG20216^T изолят T1Ks14 сближает также низкая каталазная активность и неспособность расти при 4 % NaCl.

Таблица 1

Результаты попарного сравнения нуклеотидных последовательностей гена 16S рДНК и ITS региона изолята T1Ks14 и типовых штаммов близкородственных видов группы *Sinorhizobium/Ensifer*

Участок генома	<i>E. adhaerens</i> LMG 20216 ^T	<i>S. fredii</i> NBRC14780 ^T	<i>E. mexicanus</i> ITTG-R7 ^T	<i>S. xinjiangense</i> LMG 17930 ^T	<i>S. terangae</i> NBRC100385 ^T
16S рДНК	99,89 %	98,90 %	98,90 %	98,90 %	98,68 %
ITS регион	98,7 %	89,0 %	-	84,3 %	66,8 %

Анализ последовательности 16S рРНК изолята T1Ks19 выявил её идентичность выше 99 % с представителями 2-х видов рода *Kocuria* (грам-положительные бактерии порядка *Actinobacteria* семейства *Micrococcaceae*): *K. rosea* и *K. polaris*, – типовые штаммы которых имеют 99,9 % и 99,6 % идентичности последовательностей генов 16S рРНК, соответственно. Филогенетический анализ (рис. 2) показал нахождение штамма T1Ks19 (по последовательности 16S рРНК) в одной монофилитической ветви с типовым штаммом *K. rosea* DSM20447^T.

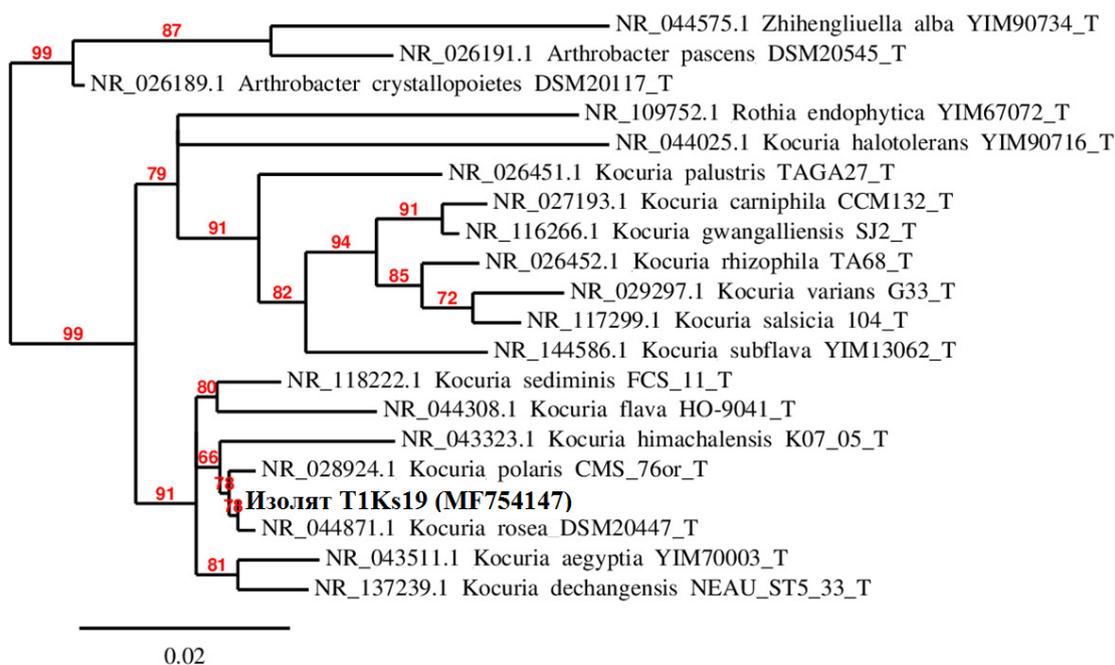


Рис. 2. Филогенетическое древо по последовательностям генов 16S рРНК, демонстрирующее эволюционную близость штамма T1Ks19 с типовым штаммом *Kocuria rosea* DSM20447^T

Последовательность межгенного (16S-23S) транскрибируемого спейсера ITS для штамма T1Ks19 (672 п.о.) не может быть пока использована в таксономических целях, в виду отсутствия в базах данных нуклеотидных последовательностей этого участка генома для типовых штаммов *K. rosea* DSM20447^T и *K. polaris* CMS 76or^T. Анализ данных биохимических свойств с помощью системы Biolog подтвердила высокую вероятность отнесения штамма T1Ks19 к виду *K. rosea* (99,9 %), однако при сравнении отсутствовали данные для *K. polaris* CMS 76or^T. Сравнение биохимических данных для видов *K. rosea* и *K. polaris* по литературным источникам [5] показал наличие признаков как объединяющих штамм T1Ks19 с видом *K. rosea*, так и с видом *K. polaris*. От представителей обоих видов штамм T1Ks19 отличает способность использовать в качестве источника углерода L-аланин. Совокупность полученных данных по штамму T1Ks19 позволяет идентифицировать его как представителя вида *K. rosea*, отличающегося от типового штамма *K. rosea* DSM2047^T способностью использовать в качестве единственного источников углерода мальтозу, целлобиозу, L-аланин, аспарагиновую и глутаминовую кислоты.

BLASTN анализ нуклеотидной последовательности гена 16S рРНК бактериального изолята K2Kn02 (1440 п.о.) позволил установить принадлежность этого штамма к роду *Acinetobacter* с более чем 99 % идентичностью последовательности с типовыми штаммами 2-х бактериальных видов: *A. guillouiae* ATCC11171^T и *A. bereziniae* ATCC17924^T (табл. 2).

Филогенетический анализ по последовательности гена 16S РНК позволил предположить принадлежность изолята K2Kn02 к виду *A. guillouiae*. Анализ последовательности участка ITS региона (643 п.о.) подтвердил большую филогенетическую близость штамма K2Kn02 к типовому штамму *A. guillouiae* ATCC11171^T (рис. 3), с которым он образовал единый кластер с высоким уровнем поддержки (96 %). Таким образом, изолированный с корней картофеля штамм K2Kn02 был идентифицирован нами как *A. guillouiae*.

Результаты попарного сравнения нуклеотидных последовательностей гена 16S рДНК и ITS региона изолята K2Kn02 и типовых штаммов близкородственных видов рода *Acinetobacter*

Участок генома	<i>A. guillouiae</i> ATCC 11171 ^T	<i>A. bereziniae</i> ATCC 17924 ^T	<i>A. johnsonii</i> ATCC 17909 ^T	<i>A. haemolyticus</i> ATCC 17906 ^T	<i>A. albensis</i> ANC 4874 ^T
16S рДНК	99,65 %	99,24 %	97,57 %	97,23 %	97,16 %
ITS регион	98,9 %	89,5 %	70,8 %	75,5 %	74,5 %

Мультисубстратный анализ Biolog ожидаемо показал идентичность биохимических профилей изолята K2Kn02 и обоих типовых штаммов *A. guillouiae* ATCC11171^T и *A. bereziniae* ATCC17924^T, поскольку по изученным биохимическим свойствам представители этих 2-х видов практически не различаются [6].

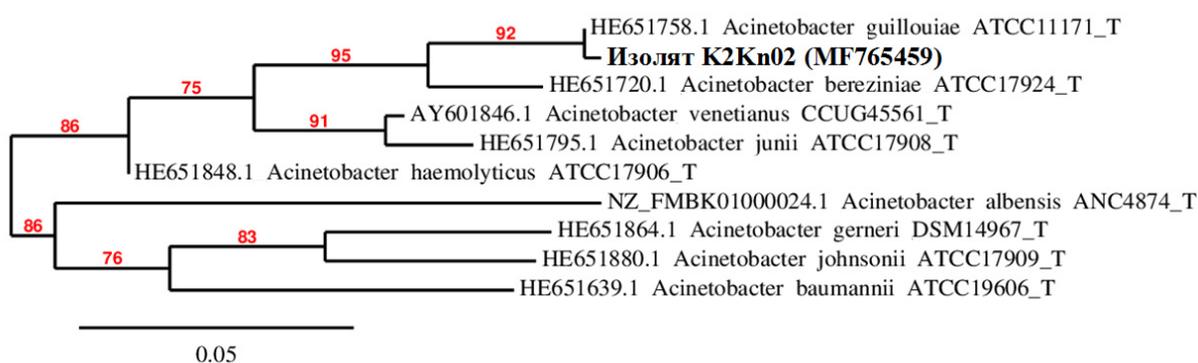


Рис. 3. Филогенетическое древо по нуклеотидным последовательностям межгенного (16S-23S) транскрибируемого спейсера ITS, демонстрирующее эволюционную близость штамма K2Kn02 с типовым штаммом *Acinetobacter guillouiae* ATCC11171^T

В результате проделанной работы по совокупности данных при анализе нуклеотидных последовательностей гена 16S рДНК и межгенного (16S-23S) транскрибируемого спейсера ITS, а также биохимических свойств (система мультисубстратного тестирования Biolog) ризосферные ростстимулирующие штаммы, выделенные нами с корней картофеля сорта Кондор, были идентифицированы как *Ensifer adhaerens* T1Ks14 (= RCAM04487), *Kocuria rosea* T1Ks19 (= RCAM04488) и *Acinetobacter guillouiae* K2Kn02 (= RCAM04485).

Долгосрочное поддержание изолированных штаммов осуществляется в рамках Программы ФАНО России по развитию и инвентаризации биоресурсных коллекций научными организациями.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Bashan, Y. Azospirillum-plant relationships: physiological, molecular, agricultural, and environmental advances (1997-2003) / Y. Bashan, G. Holguin, L.E. de-Bashan // Can. J. Microbiol. – 2004. – Vol. 50 (8). – P. 521–577.*
2. *Bhattacharyya, P.N. Plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR): emergence in agriculture / P.N. Bhattacharyya, D.K. Jha // World J. Microbiol. Biotechnol. – 2012. – Vol. 28. (4). – P. 1327–1350.*
3. *Kloepper, J.W. Effects of rhizosphere colonization by plant growth-promoting rhizobacteria on potato plant development and yield / J.W. Kloepper, M.N. Schroth, T. D. Miller // Phytopathology. – 1980. – Vol. 70 (11). – P. 1078–1082.*
4. *Nemec, A. Acinetobacter bereziniae sp. nov. and Acinetobacter guillouiae sp. nov., to accommodate Acinetobacter genomic species 10 and 11, respectively / A. Nemec, M. Musílek, O. Sedo,*

T. De Baere, M. Maixnerová, T.J. van der Reijden, Z. Zdráhal, M. Vanechoutte, L. Dijkshoorn // Int. J. Syst. Evol. Microbiol. – 2010. – Vol. 60 (4). – P. 896–903.

5. Reddy, G.S.N. *Kocuria polaris* sp. nov., an orange-pigmented psychrophilic bacterium isolated from an Antarctic cyanobacterial mat sample / G.S. Reddy, J.S. Prakash, V. Prabakar, G.I. Matsumoto, E. Stackebrandt, S. Shivaji // Int. J. Syst. Evol. Microbiol. – 2003. – Vol. 53 (1). – P. 183–187.

6. Yang, J. Rhizosphere bacteria help plants tolerate abiotic stress / J. Yang, J.W. Kloepper, C.M. Ryu // Trends in plant science. – 2009. – Vol. 14 (1). – P. 1–4.

УДК 339.13.012

Н.И. Старичкова¹, Л.Н.Злобина², М.А. Ханадеева³, Л.П. Антонюк³

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

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

³ ФГБУН Институт биохимии и физиологии растений и микроорганизмов РАН, г. Саратов, Россия

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РИЗОБАКТЕРИЙ *AZOSPIRILLUM BRASILENSE* В ПОЛЕВЫХ ЭКСПЕРИМЕНТАХ СО ЗЛАКОВЫМИ КУЛЬТУРАМИ

Получение стабильных урожаев при снижении темпов антропогенной деградации природной среды остается важной задачей практического земледелия как для Поволжья, так и для других регионов нашей страны и зарубежья. Мировая практика использования интенсивных агротехнологий, неотъемлемым элементом которой явилась химизация сельского хозяйства, выявила целый ряд негативных последствий этой стратегии землепользования. В будущем, с ростом потребления продуктов сельского хозяйства, успехи биотехнологии могут стать жизненно важными для сохранения высоких урожаев и повышения качества продукции. Считается, что прогресс в этой области связан, в том числе, и со снижением уровня внесения агрохимикатов при одновременном использовании биопрепаратов.

В последние годы в нашей стране и за рубежом при возделывании пшениц используют микробные препараты, содержащие бактерии родов *Azospirillum*, *Bacillus*, *Pseudomonas*, относящиеся к группе ростстимулирующих ризобактерий. Колонизируя корневую систему растения, бактерии усиливают его минеральное питание.

Замена агрохимикатов на биопрепараты – перспективное как в экологическом, так и в экономическом отношении направление. Создание комплексных биопрепаратов и их широкое использование позволило бы обеспечить качественно иной уровень сельскохозяйственного производства.

В настоящее время на основе ассоциативных бактерий, выделенных из корней растений, создан ряд бактериальных удобрений, рекомендованных для использования как для зерновых культур, так и для овощных, кормовых и технических культур (Тихонович, Круглов, 2005).

К числу наиболее известных и хорошо изученных симбионтов растений относятся бактерии рода *Azospirillum* – естественные обитатели корневой системы многих хозяйственно значимых злаков, обладающие выраженной способностью к стимуляции роста и развития растения-хозяина. Хотя в препаратах, используемых в современном растениеводстве, азоспириллы используются реже, чем другие ростстимулирующие ризобактерии – представители этого рода, и прежде всего *A. brasilense*, являются важными модельными объектами, с использованием которых фундаментальная наука выясняет

закономерности такого сложного и динамичного явления как симбиоз растения и его ризобактерий.

Перспективным направлением сельскохозяйственной биотехнологии является разработка биопрепаратов растительно-бактериальной природы, одним из возможных компонентов которых может быть лектин – агглютинин зародышей пшеницы (АЗП). Этот белок обнаруживается не только в зародыше, но и в корнях, в местах скопления ризобактерий. Считается, что АЗП способствует колонизации растения полезными для него микробами, а также формированию устойчивых и эффективных симбиозов. Предполагается, что уровень лектина в семенах и проростках пшеницы важен для отзывчивости растений на предпосевную микробную обработку семян (Антонюк с соавт., 2001, 2006).

В течение нескольких лет проводились исследования, включающие лабораторные и полевые испытания с целью оценить влияние предпосевных микробных обработок семенного материала сортов яровой мягкой пшеницы, различающихся по содержанию лектина в зерне, выведенных в Саратовском селекционном центре, культурой *Azospirillum brasilense* на продуктивность и качество зерна. В эксперименте 2010 года, который был аномально жарким и засушливым, урожайность трех сортов – Альбидум 28, Альбидум 29 и Саратовская 64, семена которых были обработаны культурой *A. brasilense* Sp245 с концентрацией 10^6 бактериальных клеток на зерновку, выросла по сравнению с контрольным посевом на 37 %, 91 % и 77 % соответственно по сортам (Старичкова с соавт., 2011).

Наибольшее количество сортов было протестировано в экспериментах 2011 и 2012 годов, лабораторные исследования по определению качества зерна проводились в 2013 году. Важно отметить, что научных исследований по оценке влияния инокуляции посевного материала на качество зерна недостаточно, что предопределило одно из направлений настоящего исследования.

Материалы и методы. Биохимическая оценка зерна и получение культуры *Azospirillum brasilense* Sp245 проводились в лаборатории биохимии Института биохимии и физиологии растений и микроорганизмов РАН (ИБФРМ РАН г. Саратов).

Оценка включала определение количества лектина (АЗП) в зерне. Содержание АЗП оценивали по его способности агглютинировать эритроциты крови кролика в реакции гемагглютинации (РГА).

Анализировали экстракты, полученные из шрота семян пшеницы, используя 2 % суспензию нативных эритроцитов кролика в фосфатно-солевом буфере (ФСБ) следующего состава: NaCl – 8,5 г; $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$ – 1,34 г; $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$ – 0,39 г дистиллированная вода – до 1 л. РГА проводили в иммунологических планшетах с U-образными лунками. Во все лунки вносили по 50 мкл ФСБ. Затем в 1-ю лунку вносили 50 мкл анализируемого экстракта, после чего проводили серию последовательных двухкратных разведений экстракта, отбирая из предыдущей лунки планшета 50 мкл смеси «экстракт + ФСБ» и внося их в следующую лунку. Затем в каждую лунку добавляли по 50 мкл 2-процентной суспензии кроличьих эритроцитов. Результаты РГА оценивали визуально после 2-х часов инкубации планшетов при комнатной температуре. Контролем являлись лунки без анализируемого экстракта. О лектиновой активности судили по конечному разведению экстракта, вызывающему гемагглютинацию. Определялось максимальное разведение экстракта, дающее РГА. Результат оценивали в виде среднего из трех повторностей.

Культуру *A. brasilense* Sp245 выращивали при $t = 31\text{--}32$ °С на малатной синтетической среде следующего состава (г/л): Na_2HPO_4 – 3,6; NaH_2PO_4 – 2,4; $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ – 0,2; $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ – 0,02; NaCl – 0,1; $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ – 0,002; дрожжевой экстракт – 0,1; NH_4Cl – 0,5; $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ – 0,02; яблочная кислота – 3,76; NaOH – 2,24 (указанные количества яблочной кислоты и NaOH соответствуют 5 г малата Na). Значение pH довели до 6,8 перед автоклавированием, используя 10 М NaOH. Возраст культуры – 12 дней, из которых 8 дней она инкубировалась при вышеуказанной температуре и 4 дня

хранилась в холодильнике. Обработке подвергали 375 семян каждого сорта. Исходную плотность 12-дневной культуры определяли по стандарту мутности, она была равной 2×10^9 кл./мл. При выборе оптимального уровня инокуляции учитывали, что число жизнеспособных клеток при культивировании на малатной синтетической среде после 10 дней *A. brasilense* Sp245 снижается примерно 10-кратно. Опытные варианты обрабатывались суспензией культуры *A. brasilense* Sp245 в двух вариантах концентрации рабочей суспензии: 2011 г. – 10^5 бактериальных клеток и 2012 г. – 10^6 бактериальных клеток на одну зерновку.

Полевой опыт проводился на базе ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока», г. Саратов. Эксперимент состоял из контрольного посева (семена не обрабатывались) и опытных посевов, включающих предпосевную микробиологическую обработку культурой *A. brasilense* Sp245.

Опытный и контрольный варианты высевали рендомизировано трехрядковыми деланками в трехкратной повторности на поле лаборатории селекции яровых пшениц, предшественник – черный пар.

Качество зерна оценивали в лаборатории качества зерна НИИСХ Юго-Востока методом SDS-седиментации, который имеет высокую положительную корреляцию с физическими свойствами теста и используется для тестирования мягких пшениц. Метод SDS-седиментации основан на способности белков клейковины набухать в слабокислой среде с добавлением додецилсульфата натрия (SDS), образуя осадок в пробирке, величина которого измеряется в мл и является показателем SDS-седиментации. В эксперименте использовалась модификация метода SDS-седиментации, разработанная в НИИСХ Юго-Востока для оценки качества зерна мягких пшениц (Бебякин, Крупнова, 1990).

Статистическую обработку полученных данных проводилась с помощью однофакторного дисперсионного анализа с использованием пакета программ AGROS для 95 % уровня значимости.

Результаты и их обсуждение. В начале эксперимента изучали сортовую вариабельность по содержанию лектина в зерне у двадцати пяти сортов яровой пшеницы саратовской селекции. По результатам эксперимента, у сортов мягкой пшеницы (*Triticum aestivum*) было выделено три группы – с высоким, низким и средним содержанием лектина. Первая группа включала 2 сорта: Саратовская 64, Саратовская 60 (титры 1:96 и 1:178 соответственно). Наименьший уровень содержания лектина был выявлен у Альбидум 28, Альбидум 29 и сорта Лебедушка (титры от 1:4 до 1:11). Остальные сорта: Саратовская 38, Саратовская 42, Саратовская 52, Саратовская 58, Саратовская 66, Саратовская 68, Саратовская 70 занимали промежуточное положение по содержанию АЗП в семенах (титры от 1:21 до 1:64). Отмечено отсутствие резких границ между группой сортов со средним уровнем АЗП, с одной стороны, и группами с низким или высоким содержанием лектина с другой. Из них для изучения в 2011 и 2012 годах выбрали восемь сортов яровой мягкой пшеницы: Альбидум 28 (А28), Альбидум 29 (А29), Саратовская 60 (С60), Саратовская 64 (С64), Саратовская 66 (С66), Саратовская 68 (С68), Саратовская 70 (С70), Лебедушка. Сорта подбирались таким образом, чтобы были охвачены все группы.

Климатические условия в период вегетации в 2011 и 2012 году приведены в таблице 1. Средние многолетние климатические данные, полученные на метеостанции НИИСХ Юго-Востока, использовались для сравнения и были условно приняты за норму.

Проводя анализ климатических условий, можно исключить данные августа каждого года, так как уборка в течение указанных лет проводилась в период с 1 по 4 августа и климатические условия этого месяца не оказывали существенного влияния на формирование качественных и количественных показателей урожая.

Как видно из данных, приведенных в таблице 1, наибольшее отклонение от нормы по температурным параметрам отмечено в июле 2011, в мае и июне 2012 года. За веге-

тационный период 2011 и 2012 годов выпало по 79,9 мм осадков, что составляет 54,5 % от нормы. Так как климат на территории Саратовской области считается умеренно засушливым, можно констатировать, что климатические условия во время вегетации по сравнению с многолетними данными изменялись незначительно.

Таблица 1

Климатические условия весенне-летнего периода

Месяц	Температура воздуха, °С			Осадки, мм		
	Фактически	Норма	Отклонение	Фактически	Норма	Отклонение
2011 год						
Май	17,1	15,0	+2,1	12,3	43,0	-30,7
Июнь	19,5	19,4	+0,1	62,7	45,0	+17,7
Июль	26,2	21,4	+4,8	4,9	51,0	-46,1
Август	21,7	19,9	+1,8	19,9	44,0	-24,1
2012 год						
Май	19,3	15,0	+4,3	6,0	43	-37
Июнь	23,0	19,4	+3,6	46,7	45	+1,7
Июль	23,9	21,4	+2,5	27,2	51	-23,8
Август	22,2	19,9	+2,3	94,8	44	+50,8

В 2011 году опытные варианты обрабатывались суспензией культуры *A. brasilense* Sp245 в концентрации 10^5 бактериальных клеток на зерновку. Урожайность изучаемых сортов определялась по показателю «масса зерна с делянки», исходные данные приведены в таблице 2.

Таблица 2

Масса зерна с делянки (г) сортов яровой мягкой пшеницы

Сорт	2011 год			2012 год		
	Контроль	Опыт	Средняя	Контроль	Опыт	Средняя
A28	110,93	101,77	106,35	77,33	96,21	86,77
A29	122,33	98,61	110,47	90,39	75,89	83,14
C60	100,83	101,45	101,14	79,50	74,81	77,15
C64	133,48	110,36	121,92	83,72	84,48	84,10
C66	-	-	-	128,76	94,91	111,83
C68	132,98	111,40	122,19	-	-	-
C70	-	-	-	110,32	85,89	98,10
Лебедушка	129,40	114,55	121,97	-	-	-

Анализ вариабельности признака «масса зерна с делянки» приведен в таблице 3.

Из данных, представленных в таблице 3 видно, что значимых различий между контрольным и опытными посевами в эксперименте в 2011 году не было выявлено. После анализа результатов, полученных после уборки и оценки урожая, были внесены изменения в эксперимент 2012 года: частично поменяли набор сортов и увеличили концентрацию рабочей суспензии культуры *A. brasilense* Sp245 до 10^6 бактериальных клеток на зерновку. В 2012 году статистически значимых различий по урожайности между опытным и контрольным посевами не было.

**Дисперсионный анализ вариабельности признака
«масса зерна с делянки»**

Источник	SS	df	ms	F	НСР
2011 год					
Общее	1793,372	11			
Блоки	702,423	1	702,423	15,174	
Варианты	859,496	5	172,899	3,713	
Остат.	231,453	5	46,291		
2012 год					
Общее	2765,065	11			
Блоки	278,692	1	278,692	1,571	
Варианты	1599,122	5	319,824	1,802	
Остат.	887,250	5	177,450		

В таблице 4 приведены исходные данные показателя SDS-седиментации изучаемых сортов яровой пшеницы.

Таблица 4

Показатель SDS-седиментации (мм)

Сорт	2011 год			2012 год		
	Контроль	Опыт	Средняя	Контроль	Опыт	Средняя
A28	42,70	40,00	41,35	56,70	57,70	57,20
A29	42,00	38,70	40,35	57,00	56,00	56,50
C60	39,30	36,70	38,00	56,70	56,00	56,35
C64	39,70	42,70	41,20	53,70	56,30	55,00
C66	-	-	-	62,00	65,30	63,65
C68	37,30	40,00	38,65	-	-	-
C70	-	-	-	61,30	60,30	60,80
Лебедушка	39,70	42,30	41,00	-	-	-

Результаты статистической обработки изменения признака «показатель SDS-седиментации» в ходе эксперимента приведены в таблице 5.

Таблица 5

**Дисперсионный анализ вариабельности признака
«показатель SDS-седиментации»**

Источник	SS	df	ms	F	НСР
2011 год					
Общее	44,309	11			
Блоки	0,007	1	0,007	0,002	
Варианты	20,314	5	4,063	0,847	
Остат.	23,988	5	4,798		
2012 год					
Общее	118,570	11			
Блоки	1,470	1	1,470	0,808	
Варианты	108,001	5	21,600	11,870*	3,468
Остат.	9,099	5	1,820		

Из данных, приведенных в таблице 5 видно, что статистически доказанные различия в изменении показателя качества зерна в опытном и контрольном посевах были установлены в эксперименте в 2012 году. При этом достоверное увеличение показателя SDS-седиментации наблюдалось у сорта Саратовская 66, который относился к группе

сортов со средним содержанием лектина в зерне, в отличие от ожидаемого положительного результата у высоколектиновых сортов. Можно предположить, что изменение качества зерна пшеницы в ответ на предпосевную обработку семян бактериями зависело, наряду с другими факторами, и от генотипа анализируемого сорта.

Полученные данные согласуются с общепринятыми представлениями о нестабильности результатов инокуляции и их зависимости от климатических условий года, а также других факторов, часть из которых остается неизвестной. Результаты, полученные в ходе полевых и лабораторных экспериментов, отражают сложную систему растительно-бактериального взаимодействия. Использование бактериальных препаратов далеко не всегда дает положительный результат, в большинстве проведенных нами экспериментов положительного эффекта инокуляции в отношении показателей урожайности и качества зерна не выявлено (статистически значимые различия отсутствовали). Доказано, что применение культуры *A. brasilense* не оказывает негативного влияния на показатель SDS-седиментации у изученных сортов и, соответственно, на качество зерна.

Полученные результаты указывают на необходимость дальнейшего изучения симбиотического взаимодействия зерновых культур с ризобактериями. В условиях Саратовской области использование бактерий *A. brasilense* для увеличения продуктивности, применительно к определенным сортам яровой пшеницы, можно будет рекомендовать после дополнительных исследований, проведенных в лабораторных и полевых условиях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Антонюк Л.П., Игнатов В.В. О роли агглютинина зародышей пшеницы в растительно-бактериальном взаимодействии: гипотеза и экспериментальные данные в ее поддержку // Физиология растений. – 2001. – Т. 48. – № 3. – С. 427–433.
2. Антонюк Л.П., Евсеева Н.В. Лектин пшеницы как фактор растительно-микробной коммуникации и белок стрессового ответа // Микробиология. – 2006. – Т. 75. – № 4. – С. 544–549.
3. Бебякин В.М., Крупнова О.В. Генетическая обусловленность SDS-показателя у яровой мягкой пшеницы // Цитология и генетика. – 1990. – Т. 24. – №4. – С. 61–65.
4. Старичкова Н.И., Кушнерук М.А., Злобина Л.Н., Антонюк Л.П. Динамика отзывчивости яровой мягкой пшеницы на обработку ростстимулирующими ризобактериями. Вавиловские чтения – 2011: Материалы международн. науч.-практ. конф.– Саратов. Изд-во «КУБиК», 2011.– С.63–65. (310 с.)
5. Тихонович, И.А., Круглов, Ю.В. Биопрепараты в сельском хозяйстве (Методология и практика применения микроорганизмов в растениеводстве). М.: Изд.во Россельхозакадемии, 2005. – 154 с.

УДК 581.557: 633.358

А.С. Сулима, В.А. Жуков, А.Ю. Борисов, И.А. Тихонович
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт
сельскохозяйственной микробиологии», г. Санкт-Петербург, Пушкин, Россия

РАСШИФРОВКА МЕХАНИЗМОВ СПЕЦИФИЧНОСТИ БОБОВО-РИЗОБИАЛЬНОГО СИМБИОЗА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ КОЛЛЕКЦИИ КУЛЬТУРНОГО ГОРОХА ВИР

Горох посевной (*Pisum sativum* L.) является одной из древнейших сельскохозяйственных культур, насчитывающей уже более 8 тыс. лет (Elzebroek, Wind, 2008). Подобно большинству представителей семейства Бобовые (Fabaceae), горох вступает в симбиоз с почвенными бактериями, способными к фиксации атмосферного азота (ризобиями), образуя на корнях особые органы – азотфиксирующие клубеньки. При установлении

бобово-ризобиального симбиоза между партнёрами происходит молекулярный «диалог», целью которого является специфичное взаимное распознавание (Geurts, Bisseling, 2002). Известно, что ключевую роль в этом диалоге играют бактериальные низкомолекулярные сигналы хитиновой природы (т.н. Nod-факторы, от англ. Nodulation factors – факторы клубенькообразования) (Denarie et al., 1996) и воспринимающие их растительные рецепторы из группы рецептороподобных LysM-киназ (Broghammer et al., 2012).

Хотя в целом у бобовых растений наблюдается тенденция к ограничению круга возможных симбионтов (Тихонович, Проворов, 2009), в пределах вида *Pisum sativum* может проявляться уникальная симбиотическая избирательность, не имеющая известных аналогов у других бобовых. В 30-х годах прошлого века в Передней Азии (регион Афганистана) были обнаружены особые, т.н. «афганские» формы гороха, которые не образуют клубеньков со штаммами типичных симбионтов гороха *Rhizobium leguminosarum* bv.viciae, выделенными их почв Европы (Говоров, 1928; Разумовская, 1937). Известно, что специфичность ризобий к «афганским» формам связана с модификацией структуры Nod-фактора: ацелированием редуцирующего конца пентаглюкозаминовой цепи, определяемым бактериальным геном *nodX* (Davis et al., 1988). Не имеющие подобной модификации сигнальные молекулы не могут быть распознаны рецепторами растений с «афганским» фенотипом.

Ген, отвечающий за повышенную симбиотическую избирательность гороха, был назван *Sym2* и впоследствии локализован в I группе сцепления генома (Kozik et al., 1996; Lie, 1971), однако до настоящего момента его нуклеотидная последовательность и функции кодируемого им белка остаются неизвестными. Продуктом *Sym2* предположительно является рецепторная LysM-киназа, распознающая структуру молекулы Nod-фактора и запускающая сигнальный каскад, который в конечном итоге приводит к проникновению бактерий в ткани корня (Zhukov et al., 2008). В настоящее время наиболее вероятным кандидатом на роль *Sym2* является обнаруженный авторами ген *LykX*. Данный ген расположен в регионе локализации *Sym2* в I группе сцепления, кодирует продукт, структурно соответствующий LysM-киназе, и демонстрирует разное аллельное состояние у высокоизбирательных «афганских» линий и линий, не обладающих повышенной избирательностью к микросимбионту (т.н. «европейских»).

Изучение гена *Sym2* осложняется, в частности, малым количеством известных генетических линий гороха, обладающих «афганским» фенотипом. Источником новых «афганских» линий может послужить уникальная Коллекция мировых генетических ресурсов культурных растений ВИР, начало которой было положено экспедициями под руководством Н.И. Вавилова в 1920-40х годах. В настоящее время коллекция насчитывает порядка 43700 образцов зерновых бобовых культур, включая так называемые «местные сорта» (landraces) (Вишнякова, 2005). Для подтверждения роли *LykX* по просьбе авторов из Коллекции зерновых бобовых культур ВИР было отобрано 124 формообразца гороха, происходящих из Передней Азии. Анализ симбиотического фенотипа при взаимодействии с *nodX*⁺ и *nodX* штаммами ризобий позволил выявить пять дополнительных линий, демонстрирующих «афганскую» специфичность симбиоза (табл. 1). Секвенирование первого экзона гена *LykX* показало, что две из выявленных линий, К-3821 и К-3374, характеризуются уникальной нуклеотидной последовательностью данного участка, которая на уровне белка приводит к замене аминокислоты на пролин. Эти линии получили название «таджикских», по месту происхождения линии К-3821 (Таджикистан).

При помощи теста на аллелизм была доказана тождественность генов, определяющих фенотип у «афганских» и «таджикских» линий: потомство F₁, полученное от их скрещивания, не образовывало клубеньков с *nodX* штаммами ризобий, как и растения родительских линий. Таким образом, гипотеза о соответствии гена *LykX* гену *Sym2* получила ещё одно косвенное подтверждение. При этом сам феномен «афганского» фенотипа как проявления повышенной требовательности растений к качествам симбиотиче-

ского партнёра может оказаться значительно сложнее, чем представлялось раньше; не исключено, что подобный признак возникал у разных экотипов гороха неоднократно и независимо друг от друга.

Таблица 1

Формообразцы из коллекции ВИР, продемонстрировавшие «афганскую» специфичность симбиоза

Номер по каталогу ВИР	Кол-во клубеньков, образованных со штаммом <i>R. leguminosarum</i> RCAM1026 (<i>nodX</i>)	Кол-во клубеньков, образованных со штаммом <i>R. leguminosarum</i> A1 (<i>nodX</i> ⁺), ср	Место происхождения
К-1878	0	58,0±5,8	Афганистан
К-3374	0	61,6±7,9	Туркменистан
К-3821	0	65,6±4,9	Таджикистан
К-4902	0	50,8±3,5	Узбекистан
К-6559	0	75,4±8,9	Афганистан
К-6566	0	94,2±6,2	Афганистан

Ещё одним направлением данной работы стало изучение полиморфизма первого экзона гена *LykX*, кодирующего рецепторную часть белковой молекулы, на выборке из 99 формообразцов коллекции ВИР, которые представляют всё мировое генетическое разнообразие гороха (Борисов и др., 2002). Анализ показал высокую полиморфность данного участка, ведущую к вариабельности аминокислотного состава соответствующего белка. По характеру аминокислотных замен в продукте гена *LykX* вся выборка была разделена на 13 гаплогрупп, 7 из которых оказались представлены единственной уникальной последовательностью (рис. 1). Важно отметить, что «афганский» вариант *LykX* попал в отдельную немногочисленную группу. Таким образом, данные указывают на то, что при дальнейшем увеличении размера выборки есть вероятность обнаружить новые минорные варианты гена *LykX*, которые могут быть ассоциированы с различным проявлением признака специфичности бобово-ризобиального симбиоза. Вероятно, мы имеем дело с активно эволюционирующим геном, функция которого может несколько отличаться у различных экотипов гороха посевного.

Буквами А-Г обозначены отдельные гаплогруппы. В качестве внешней группы (outgroup) использована последовательность гена *LYK4* люцерны слабоусечённой (*Medicago truncatula* Gaertn.) линии Jemalong.

Таким образом, полученные в исследовании результаты подтверждают гипотезу о тождественности гена гороха *LykX* гену *Sym2*, и позволяют связать проявление признака специфичности азотфиксирующего симбиоза с определенными аминокислотными заменами в пределах рецепторной части белка *LykX*. Понимание молекулярно-генетических процессов, лежащих в основе взаимодействия гороха с бактериальными симбионтами, имеет как фундаментальное, так и прикладное значение, поскольку эффективный клубеньковый симбиоз является сельскохозяйственно-ценным признаком, влияющим на качество и количество урожая. Мировые коллекции генетических ресурсов, в том числе коллекции ВИР, содержащие большое количество образцов из разных точек земного шара, являются ценным источником уникального биологического материала для изучения специфичности растительно-микробного симбиоза и эволюции симбиотических систем.

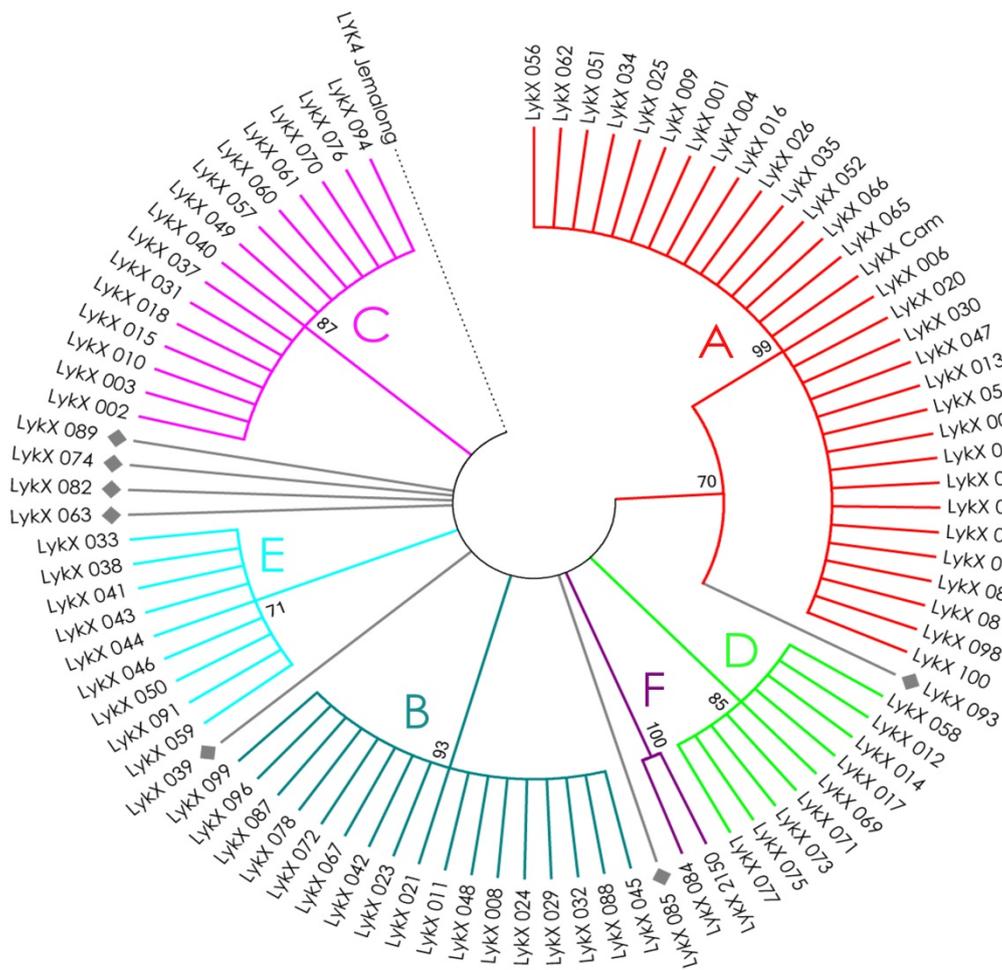


Рис. 1. Филогенетическое древо, представляющее варибельность гена *LykX*

Авторы выражают благодарность зав. Отделом генетических ресурсов зернобобовых культур ВИР доктору биологических наук М.А. Вишняковой и куратору генетической коллекции гороха доктору биологических наук Е.В. Семеновой за оказанную помощь в подборе формообразцов гороха посевного.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Борисов, А. Ю., Цыганов, В. Е., Штарк, О. Ю., Якоби, Л. М., Наумкина, Т. С., Сердюк, В.П. (2002). Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 728. Горох (Симбиотическая эффективность)/Ред. ИА Тихонович, МА Вишнякова.
2. Вишнякова, М. А. (2005). Коллекция зерновых бобовых культур ВИР как источник исходного материала для актуальных и перспективных направлений селекции. Селекция і насінництво. Міжвідомчий тематичний науковий збірник. Харків, 75–83.
3. Говоров, Л. И. (1928). Горох Афганистана. Тр. по прикл. ботан., генет. и селекции 19, 497–522.
4. Разумовская, З. Г. (1937). Образование клубеньков у различных сортов гороха. микробиология 6, 321–328.
5. Тихонович, И. А., Проворов, Н. А. (2009). Симбиозы растений и микроорганизмов: молекулярная генетика агроэкологического будущего.
6. Broghammer, a., Krusell, L., Blaise, M., Sauer, J., Sullivan, J. T., Maolanon, N., et al. (2012). Legume receptors perceive the rhizobial lipochitin oligosaccharide signal molecules by direct binding. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 109, 13859–13864. doi:10.1073/pnas.1205171109.
7. Davis, E. O., Evans, I. J., and Johnston, A. W. B. (1988). Identification of nodX, a gene that allows *Rhizobium leguminosarum* biovar *viciae* strain TOM to nodulate Afghanistan peas. *Mol. Gen. Genet.* MGG 212, 531–535.

8. Denarie, J., Debelle, F., and Prome, J.-C. (1996). Rhizobium lipo-chitoooligosaccharide nodulation factors: signaling molecules mediating recognition and morphogenesis. *Annu. Rev. Biochem.* 65, 503–535.
9. Izebroek, A. T. G., Wind, K. (2008). Guide to Cultivated Plants. CABI. Wallingford, UK.
10. Geurts, R.E., Bisseling, T. (2002). Rhizobium Nod factor perception and signalling. *Plant Cell* 14, S239–S249.
11. Kozik, A., Matvienko, M., Scheres, B., Paruvangada, V. G., Bisseling, T., van Kammen, A., et al. (1996). The pea early nodulin gene PsENOD7 maps in the region of linkage group I containing sym2 and leghaemoglobin. *Plant Mol. Biol.* 31, 149–156
12. Lie, T. A. (1971). Symbiotic nitrogen fixation under stress conditions. *Plant Soil* 35, 117–127.
13. Zhukov, V., Radutoiu, S., Madsen, L. H., Rychagova, T., Ovchinnikova, E., Borisov, A., et al. (2008). The Pea *Sym37* Receptor Kinase Gene Controls Infection-Thread Initiation and Nodule Development. *Mol. Plant-Microbe Interact.* 21, 1600–1608. doi:10.1094/MPMI-21-12-1600.

УДК 577.122

И.А. Тарчевский, А.М. Егорова, Н.В. Петрова, М.В. Агеева, А.Н. Акулов
ФГБУН «Казанский институт биохимии и биофизики»,
Казанский Научный центр Российской академии наук,
г. Казань, Республика Татарстан

ЦИКЛОГЕКСИМИД КАК ФАКТОР РЕГУЛЯЦИИ ВЗАИМООТНОШЕНИЙ РАСТЕНИЙ И ПОЧВЕННЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ

Сотрудниками группы белкового метаболизма нашего института в последние годы проводился протеомный анализ влияния на листья и корни растений салициловой кислоты (СК) – ключевого фактора иммунитета против биотрофных патогенов. Был идентифицирован ряд салицилат-индуцируемых белков, которые ранее не относились к этой категории. Среди них – компоненты гетероолигомерных белковых комплексов, участники компартментации новообразованных белков, защитные и другие белки [2, 5–7].

Для определения вклада синтеза в содержание СК-зависимых белков мы использовали антибиотик циклогексимид (ЦГ), блокирующий работу цитоплазматических 80S рибосом. Было обнаружено, что ЦГ полностью ингибировал в корнях гороха образование салицилат-индуцируемых белков, отсутствовавших в контрольном варианте, а также снижал содержание около 30 белков, участвующих, главным образом, в белковом метаболизме [1, 4].

Неожиданным было открытие существенного повышения под влиянием ЦГ содержания халконредуктазы, халконизомеразы, халкон-флавоноизомеразы, софолорредуктазы и других ферментов, принимающих участие в синтезе фитоалексинов. Повышалось также содержание кофеил-КоА-метилтрансферазы, катализирующей синтез лигнина, затрудняющего преодоление патогенами клеточных стенок растений [4]. По-видимому, имеется кластер генов этих ферментов фенилпропаноидного метаболизма, сходным образом отвечающих на действие ЦГ. Существованию таких кластеров, расшифровке их структуры и особенностям экспрессии в последнее время уделяется большое внимание [11]. ЦГ повышал также содержание изопентенилпирофосфат-изомеразы (участвующей в синтезе антипатогенных стеролов и терпеноидов) и пролин-иминопептидазы, катализирующей отщепление от белков N-концевого пролина. В связи с этим представляют интерес данные о повышении под влиянием ЦГ в листьях в 18 раз содержания свободного пролина [9], как известно, обладающего защитными свойствами.

ЦГ вызывал у корней гороха не только индукцию ферментов фенилпропаноидного метаболизма, но и повышение суммарного содержания и обогащение спектра растворимых фенольных соединений [3]. Конфокальная микроскопия, проведенная в лабора-

тории проф. В.В.Сальникова, показала, что их накопление происходит в клетках эндодермы корней, а усиление отложения лигнина – в клеточных стенках ксилемы проводящих пучков корней гороха [3].

Можно сделать вывод о различной восприимчивости к ЦГ клеток различных тканей корней. По всей вероятности, в клетках эндодермы и ксилемы ЦГ не ингибирует синтез белков, наоборот, в них активируется синтез ферментов, катализирующих иммунные реакции. В то же время, в клетках паренхимы корней ЦГ блокирует функционирование 80 S рибосом и синтез ими белков (в том числе СК-индуцируемых).

В качестве наиболее вероятных могут рассматриваться две основные причины обнаруженного нами ЦГ-индуцируемого «фенольного взрыва» в клетках эндодермы и ксилемы корней:

1. Ингибирование синтеза белков 80 рибосомами в клетках паренхимы корня может привести к их сверхчувствительности и связанному с этим образованию ими «сигналов бедствия» – транспортабельных сигналов (перекиси водорода и NO), которые вызывают в менее чувствительных к действию ЦГ клетках эндодермы и ксилемы синтез ферментов, катализирующих образование фенольных антипатогенных соединений.

В случае существования такого механизма «фенольный взрыв» должен наблюдаться как неспецифический ответ при действии на корни любых ингибиторов синтеза белков 80S рибосомами.

2. В клетках проводящих пучков и эндодермы существует неизвестная до сих пор «ЦГ-сигнализация». В этом случае молекулы ЦГ играют роль первичного сигнала, который воспринимается специфическими рецепторами, расположенными в плазмалемме и вызывают репрограммирование экспрессии генов и синтез защитных белков, главным образом ферментов, катализирующих образование антипатогенных соединений. В этом случае сродство ЦГ с рецептором должно быть большим, чем с 80S рибосомами (иначе в этих клетках не происходила бы индукция синтеза защитных белков). Доказательством такого механизма была бы регистрация «фенольного взрыва» при таких низких концентрациях ЦГ, которые еще не вызывают ингибирования синтеза белков.

Доводом в пользу второго механизма может считаться также очень специфичный набор ЦГ-индуцируемых белков, которые синтезируются в клетках устойчивых к ЦГ тканей. Главным образом это ферменты фенилпропаноидного синтеза фитоалексинов и лигнина. Если бы дело было в передаче от клеток паренхимы в устойчивые к ЦГ ткани коры и ксилемы таких «сигналов бедствия», как перекись водорода и NO, то ответ на них не был бы настолько специфичным.

Накопления в корнях фенольных соединений отмечалось ранее при исследовании влияния на растения различных патогенов. Гистологическая картина влияния патогенов на накопление в корнях фенольных соединений, в том числе лигнина, [12], сходна с обнаруженным нами влиянием ЦГ на корни гороха.

Необходимо иметь в виду, что антибиотик ЦГ в природных условиях образуется фитопатогенными почвенными бактериями *Streptomyces griseum* [8]. В ряде работ было показано, что стрептомицеты могут выступать в роли модуляторов защитного ответа растений, индуцируя устойчивость против патогенов [10, 13].

Механизмы такого влияния остаются невыясненными, но мы нечаянно обнаружили, что одним из ключевых факторов такого влияния является антибиотик ЦГ, «включающий» эффективный иммунный ответ растений. Интересно, что стратегия такого ответа отличается в клетках эндодермы и сосудов ксилемы. В первых накапливаются растворимые антимикробные фенольные соединения (химическая защита), способные подавлять патогены, атакующие корни извне, а в клеточных стенках вторых повышается содержание лигнина (физическая защита), препятствующего развитию обитающих в них бактерий, грибов и оомицетов. Ксилема в последнее время привлекает все большее внимание как «поле битвы» между растениями и патогенами [14].

Полученные нами данные позволяют сделать вывод, что в природной обстановке ЦГ, синтезируемый *Streptomyces griseum*, может как непосредственно подавлять развитие почвенных грибов, блокируя их 80S рибосомы, так и оказывать опосредованное растениями воздействие на бактерии и грибы (патогенные, симбиотические и др.) ризосферы с помощью выделяемых корнями ЦГ-индуцируемых антимикробных соединений. Известно, что низкомолекулярные фенольные соединения (phenolics), экстрагируемые в ризосферу, могут существенно повлиять на структуру популяции почвенных бактерий и грибов.

ЦГ и другие антибиотики около 500 видов стрептомицетов являются лишь частью сигнальных молекул, воздействующих на растения. Этим определяется сложность и неоднозначность как ответов различных видов растений на контакт со стрептомицетами, так и изменений в структуре почвенных сообществ микроорганизмов, вызываемых образованием растениями соединений, ингибирующих и стимулирующих развитие бактерий, грибов и оомицетов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Егорова А.М., Тарчевский И.А. Антипатогенный феномен циклогексимида. // Доклады РАН. – 2015. – С. 461, 468–471.
2. Тарчевский И.А. Компартиментация салицилат-индуцируемых белков (обзор). // Прикладная биохимия и микробиология. – 2014. – № 50 – С. 374–382.
3. Тарчевский И.А., Агеева М.В., Петрова Н.В., Акулов А.Н., Егорова А.М. Циклогексимид-индуцируемый «фенольный взрыв» в корнях гороха. // Прикладная биохимия и микробиология. – 2017. – № 53. – С. 497–501.
4. Тарчевский И.А., Егорова А.М. Протеомный анализ влияния циклогексимида на корни гороха. // Физиология растений. – 2015. – № 62. – С. 893–899.
5. Тарчевский И.А., Яковлева В.Г., Егорова А.М. Протеомный анализ салицилат-индуцированных белков листьев гороха (*Pisum sativum* L.). // Биохимия. – 2010. – № 75. – С. 689–697.
6. Тарчевский И.А., Яковлева В.П., Егорова А.М. Салицилат-индуцированная модификация протеомов у растений. // Прикладная биохимия и микробиология. – 2010. – № 46. – С. 263–275.
7. Тарчевский И.А., Яковлева В.Г., Егорова А.М. Индукция салициловой кислотой компонентов олигомерных белковых комплексов. // Физиология растений. – 2012. – № 59. – С. 532–542.
8. Schlatter D., Fubuh A., Xiao K., Hernandez D., Hobbie S., Kinkel L. Resource amendments influence density and competitive phenotypes of *Streptomyces* in soil. // Microb. Ecol. – 2009. – № 57. – P. 413–420.
9. Skutnik E., Rabiza-Swider J., Jedrzejuk A., Musial D. The effect of cycloheximide and growth regulators on the senescence of cut leaves in *Hosta* sp. and *Zantedeschia aethiopica*. J. // Polish Soc. Hortic. Sci. – 2015. – № 27. – P. 175–182.
10. Takka M.T., Lehr N-A., Hampp R., Schrey S.D. Plant behavior upon contact with *Streptomyces*. // Plant Signal Behav. – 2008. – № 3. – P. 917–919.
11. Topfer N., Fuchs L.M., Aharoni A. The PhytoClust tool for metabolic gene clusters discovery in plant genomes. // Nucleic Acids Res. – 2017. – № 45. – P. 7049–7063.
12. Van Buyten E., Hofte M. Pythium species from rice roots differ in virulence, host colonization and nutritional profile. // BMC Plant Biol. – 2013. – 13:203. doi: 10.1186/1471-2229-13-203.
13. Van Leeuwenhoek A. Friends and foes: streptomycetes as modulators of plant disease and symbiosis. – 2008. – 94. – P. 11–19.
14. Yadeta K.A., Thomma B.P.H.J. The xylem as battleground for plant hosts and vascular wilt pathogens. // Front Plant Sci. – 2013. – № 4. – P. 1–12.

Е.М. Телешева, А.В. Шелудько, Ю.А. Филипьевичева, Л.П. Петрова, Е.И. Кацы
Институт биохимии и физиологии растений и микроорганизмов
Российской академии наук, г. Саратов, Россия

РОЛЬ В СТАБИЛИЗАЦИИ БИОПЛЕНОК БАКТЕРИЙ *AZOSPIRILLUM BRASILENSE* Sp245 СТРУКТУР, ЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ К ПРОТЕИНАЗНОЙ ОБРАБОТКЕ

Бактерии рода *Azospirillum* распространены в разнообразных местообитаниях и вступают в ассоциативное взаимодействие с широким кругом растений [1], при котором не происходит образования каких-либо специализированных структур, наподобие клубеньков, характерных для бобово-ризобияльного симбиоза [2]. Определенное значение в успешном функционировании растительно-микробной ассоциации может иметь формирование биопленок азоспирилл на поверхности корней растений [3–5]. Бактериальные биопленки – это пространственно и метаболически структурированные сообщества заключенных в матрикс микроорганизмов [5, 6].

На сегодняшний день имеется не так много данных о роли структур клеточной поверхности в процессе образования и стабилизации биопленок азоспирилл. Сохранение полярного жгутика (Fla) на клетках *A. brasilense* Sp245 способствует поддержанию целостности биопленок и повышает их устойчивость в условиях гидродинамического сдвига. Известно, что по сравнению со штаммом *A. brasilense* Sp245, его мутанты по предполагаемым генам 3-гидроксиизобутиратдегидрогеназы (*mmsB1*) и 3-оксоацил-[ацил-переносающий белок]-редуктазы (*fabG1*) с дефектами в образовании латеральных жгутиков (Laf) и/или Fla и, соответственно, в роении и активном плавании [7] хуже формируют биопленки [8, 9]. Однако они являются удобной моделью для изучения роли других структур белковой природы, участвующих в организации матрикса биопленок.

Мы предположили, что белковые компоненты поверхности азоспирилл, отличные от жгутиков и чувствительные к действию протеолитических ферментов (проназа, трипсин и т.д.), необходимы для осуществления прочного межклеточного контакта бактерий в биопленках. Возможно, такими компонентами клеточной поверхности белковой природы являются гемагглютинины азоспирилл [10, 11].

Целью данной работы стало исследование роли белковых структур, чувствительных к протеазной обработке, в стабилизации биопленок азоспирилл.

После инкубации с проназой биомасса биопленок штаммов Sp245 или SK039 (*mmsB1*), сформированных под LB на стекле, убывала на 20–30 % и на 46 % в случае штамма Sp245.1610 (*fabG1*). В случае биопленок Sp245, Sp245.1610 и SK039 на полистироле уменьшение биомассы составило 65, 69 и 28 % соответственно.

Устойчивость образованных под MSM биопленок всех исследованных штаммов к действию протеазы оказалась одинаковой как на стекле, так и на полистироле. После обработки проназой в концентрации 100 мкг/мл биомасса биопленок снижалась на стекле примерно на 21–31 %, а на полистироле – на 25–35 %. Исключение из MSM источника связанного азота не влияло на чувствительность биопленок к действию проназы на стекле; однако на полистироле биомасса биопленок Sp245 и Sp245.1610 снижалась в большей степени – до показателей (27.4 ± 5.5) % и (45.3 ± 8.8) % от контрольных значений.

После инкубации с протеазой нарушается единство клеток, образующих биопленку как на стекле, так и на полистироле. Часть бактерий из биопленок становятся либо свободными, либо находятся в составе агрегатов. Формированию контактов между клет-

ками наряду с другими структурами способствуют продуцируемые азоспириллами гемагглютинины.

Биопленки штаммов Sp245, Sp245.1610 и SK039, сформированные на стекле под LB, после обработки трипсином в концентрации 100 мкг/мл, как и в случае проназы, сохраняли лишь $(78.6 \pm 7.4) \%$, $(71.0 \pm 13.3) \%$ и $(76.0 \pm 8.3) \%$ биомассы. По-видимому, снижение биомассы пленок является следствием разрушения протеазами, среди прочих, и поверхностных биополимеров, обуславливающих гемагглютинацию и участвующих в образовании межклеточных контактов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Fibach-Paldi S., Burdman S., Okon Y.* Key physiological properties contributing to rhizosphere adaptation and plant growth promoting abilities of *Azospirillum brasilense* // FEMS Microbiol. Lett. – 2012. – V. 326, № 2. – P. 99–108.

2. *Pedrosa F.O.* Physiology, biochemistry and genetics of *Azospirillum* and other root-associated nitrogen-fixing bacteria // Crit. Rev. Plant Sci. 1988. V. 6, № 4. P. 345–384.

3. *Петрова Л.П., Шелудько А.В., Кацы Е.И.* Плазмидные перестройки и изменения в формировании биопленок *Azospirillum brasilense* // Микробиология. – 2010. – Т. 79, № 1. – С. 129–132.

4. *Шелудько А.В., Широков А.А., Соколова М.К., Соколов О.И., Петрова Л.П., Маторы Л.Ю., Кацы Е.И.* Колонизация корней пшеницы бактериями *Azospirillum brasilense* с различной подвижностью // Микробиология. – 2010. – Т. 79, № 5. – С. 696–704.

5. *Ramey B.E., Koutsoudis M., von Bodman S.B., Fuqua C.* Biofilm formation in plant–microbe associations // Curr. Opin. Microbiol. – 2004. – V. 7, № 6. – P. 602–609.

6. *López D., Vlamakis H., Kolter R.* Biofilms // Cold Spring Harb. Perspect. Biol. – 2010. – V. 2, № 7. – P. a000398.

7. *Ковтунов Е.А., Шелудько А.В., Чернышова М.П., Петрова Л.П., Кацы Е.И.* Мутанты бактерии *Azospirillum brasilense* Sp245 со вставкой омегона в генах липидного метаболизма *tmsB* или *fabG* дефектны по подвижности и жгутикованию // Генетика. – 2013. – Т. 49, № 11. – С. 1270–1275.

8. *Шелудько А.В., Филипьева Ю.А., Шумилова Е.М., Хлебцов Б.Н., Буров А.М., Петрова Л.П., Кацы Е.И.* Изменения в формировании биопленок у *flhB1* мутанта бактерии *Azospirillum brasilense* Sp245, лишённого жгутиков // Микробиология. – 2015. – Т. 84, № 2. – С. 175–183.

9. *Шумилова Е.М., Шелудько А.В., Филипьева Ю.А., Евстигнеева С.С., Пономарева Е.Г., Петрова Л.П., Кацы Е.И.* Изменение свойств клеточной поверхности и эффективности формирования биопленок у мутантов бактерии *Azospirillum brasilense* Sp245 по предполагаемым генам липидного метаболизма *tmsB1* и *fabG1* // Микробиология. – 2016. – Т. 85, № 2. – С. 162–170.

10. *Никитина В.Е., Пономарева Е.Г., Аленькина С.А., Коннова С.А.* Участие бактериальных лектинов клеточной поверхности в агрегации азоспирилл // Микробиология. – 2001. – Т. 70, № 4. – С. 471–476.

11. *Шелудько А.В., Пономарева Е.Г., Варшаломидзе О.Э., Ветчинкина Е.П., Кацы Е.И., Никитина В.Е.* Гемагглютинирующая активность и подвижность бактерий *Azospirillum brasilense* в присутствии разных источников азота // Микробиология. – 2009. – Т. 78, № 6. – С. 749–756.

**О.В. Ткаченко¹, Н.В. Евсеева², Г.Л. Бурыгин², Ю.В. Лобачев¹,
Л.Ю. Матора², С.Ю. Щеголев²**

¹Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов, Россия

²Институт биохимии и физиологии растений и микроорганизмов РАН,
г. Саратов, Россия

ВЛИЯНИЕ АССОЦИАТИВНЫХ БАКТЕРИЙ РОДА *AZOSPIRILLUM* ИЛИ КОМПОНЕНТОВ ИХ КЛЕТОК НА МОРФОГЕНЕЗ ПШЕНИЦЫ В КУЛЬТУРЕ СОМАТИЧЕСКИХ ТКАНЕЙ *IN VITRO*

Аннотация. Способ оптимизации процесса морфогенеза в культуре клеток и тканей растений *in vitro* с использованием бактерий или компонентов их клеток в настоящее время изучен недостаточно. В настоящем исследовании определялось влияния клеток бактерий рода *Azospirillum*, а также их липополисахаридов и флагеллинов на морфогенетический потенциал соматических тканей мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) в культуре соматических тканей *in vitro*. Установлено, что живые клетки бактерий не пригодны для использования в данной методике. Но убитые клетки или компоненты клеточной стенки позволяют успешно стимулировать вторичную дифференциацию клеток данного растения.

Ключевые слова: морфогенез, культура клеток и тканей растений *in vitro*, пшеница, бактерии рода *Azospirillum*, липополисахарид, флагеллин.

Метод культуры клеток и тканей растений *in vitro* широко применяется в современных агробиотехнологиях для повышения эффективности селекционного процесса и семеноводства сельскохозяйственных растений. Основным условием культивирования растительных объектов *in vitro* является реализация клетками их морфогенетического потенциала, в первую очередь регенерации целых растений. Для многих культур, в том числе для злаков, проблема получения растений-регенерантов из любых генотипов остается не решенной. Традиционно для оптимизации методики культивирования клеток и тканей растений *in vitro* используют физические и химические факторы. Однако, показано, что стимулировать морфогенез и рост растений *in vitro* могут биологические объекты, например, ассоциированные с тканевыми культурами бактерии (Каляева, 2001; 2003; Волкогон и др., 2006; Tkachenko et al., 2015).

Возможность инокуляции растений целыми бактериальными клетками в культуре *in vitro* носит противоречивый характер (Ильчуков, 2012; Quambusch, 2016). В этой связи представляется целесообразным оценить воздействие на экспланты отдельных компонентов бактериальной клетки, участвующих во взаимодействии бактерий с растением, таких как липополисахариды (ЛПС) и флагеллины.

Целью настоящей работы являлось определение влияния клеток бактерий рода *Azospirillum*, а также их ЛПС и флагеллинов на морфогенетический потенциал соматических тканей мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) в культуре соматических тканей *in vitro*.

Культуру каллусных тканей пшеницы двух модельных линий, созданных в генофоне сорта Саратовская 29 и являющихся почти изогенными сестринскими линиями, альтернативными по гену короткостебельности *RHT-1/c*, получали из незрелых 14-ти суток зародышей на питательной среде Линсмайера-Скуга с содержанием 2,4-Д 2 мг/л. На этапе вычленения зародыши инокулировали суспензией живых бактерий рода *Azospirillum*, а также и убитых нагреванием. В других вариантах зародыши высаживали на питательную среду, содержащую ЛПС или флагеллины азоспирилл. Контролем служил вариант без инокуляции на среде стандартного состава. Культивирование проводилось в темноте при 25°C. После анализа на 30 сутки культивирования каллусы с

очагами морфогенной активности переносили на питательную среду того же состава без 2,4-Д с ИУК и кинетином по 0.5 мг/л.

Анализ полученных результатов показал, что живые бактерии ингибировали пролиферацию клеток зародышей. Каллус из тканей зародыша не образовывался, а к 30 суткам культивирования наблюдался некроз растительных тканей. В остальных вариантах опыта эффективность процесса каллусогенеза не отличалась от контроля. Напротив, бактериальные клетки убитые нагреванием не только не вызывали некроза, но стимулировали формирование морфогенных каллусов. При изучении влияния бактериального липополисахарида на морфогенетический потенциал каллусных клеток пшеницы было установлено, что эти молекулы не только стимулируют, но и регулируют морфогенетические процессы в соматических тканях пшеницы, повышая эффективность культивирования генотипов с низким эмбриогенным потенциалом. Флагеллин полярных жгутика не оказывал достоверного влияния на морфогенез каллусных клеток короткостебельной линии, но стимулировал данный процесс у линии-сиба в 2 раза.

Таким образом, живые бактерии рода *Azospirillum* не могут быть использованы для совместного культивирования с каллусными клетками пшеницы в культуре *in vitro*, но убитые клетки или компоненты клеточной стенки позволяют успешно стимулировать вторичную дифференциацию клеток данного растения. Полученные данные могут быть использованы для оптимизации морфогенетических процессов в культуре *in vitro* яровой пшеницы и совершенствования агробиотехнологий на этой основе.

Работа выполнена при частичной поддержке гранта РФФИ 16-04-01444.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Волкогон В.В., Димова С.Б., Мамчур А.Е. Особенности взаимоотношений бактерий рода *Azospirillum* с растениями картофеля, культивируемыми *in vitro* // Сельскохозяйственная микробиология. – 2006. – № 3. – С. 19–25.
2. Ильчуков В.В. Культивирование каллусной ткани пшеницы с азотфиксирующими бактериями рода *Azospirillum* // Вестник саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. – 2012. – №6. – С. 28–29.
3. Каляева М.А., Захарченко Н.С., Доронина Н.В., Рукавцова Е.Б., Иванова Е.Г., Алексеева В.В., Троценко Ю.А., Бурьянов Я.И. Стимуляция роста и морфогенеза растений *in vitro* ассоциативными мегилотрофными бактериями // Физиология растений. – 2001. – Т. 48., № 4. – С. 595–599.
4. Каляева М.А., Иванова Е.Г., Доронина Н.В., Захарченко Н.С., Троценко Ю.А., Бурьянов Я.И. Влияние аэробных метиловобактерий на морфогенез пшеницы мягкой (*Triticum aestivum*) *in vitro* // Физиология растений. – 2003. – Т. 50., № 3. – С.354–359.
5. Tkachenko O. V., Evseeva N. V., Boikova N. V., Matora L. Yu., Burygin G. L., Lobachev Y. V., Shchyogolev S. Yu. Improved potato microclonal reproduction with the plant-growth promoting rhizobacteria *Azospirillum* // Agron. Sustain. Develop. – 2015. – V. 35. – P. 1167–1174.
6. Quambusch M., Brummer J., Haller K., Winkelmann T., Bartsch M. Dynamics of endophytic bacteria in plant *in vitro* culture: quantification of three bacterial strains in *Prunus avium* in different plant organs and *in vitro* culture phases // Plant Cell Tiss. Organ. Cult. – 2016. – V. 126. – P. 305–317.

К.В. Трегубова, И.В. Егоренкова, В.В. Игнатов

Институт биохимии и физиологии растений и микроорганизмов
Российской академии наук, г. Саратов, Россия

ИССЛЕДОВАНИЕ АКТИВНОСТИ ЛИТИЧЕСКИХ ФЕРМЕНТОВ РЯДА ШТАММОВ БАКТЕРИЙ *PAENIBACILLUS POLYMUХА*, ОБРАЗУЮЩИХ АССОЦИИ С РАСТЕНИЯМИ

В заметной степени мировую тенденцию сокращения доз минеральных удобрений и химических пестицидов может обеспечить внедрение высокоэффективных микробиологических препаратов, в том числе на основе полезных эндофитных и ризосферных бактерий [1]. Ризобактерии *Paenibacillus polymyxa*, продуцирующие широкий спектр вторичных метаболитов и хорошо адаптированные к стрессовым условиям окружающей среды, рассматриваются как одни из наиболее перспективных для использования в составе биопрепаратов. Современная стратегия биоконтроля при выборе бактерий для инокуляции растений сосредоточена на синергидном действии антибиотиков и ферментов, разрушающих клеточную стенку фитопатогенов [2]. В этом контексте интересны бактерии *P. polymyxa*, поскольку они способны к синтезу и большой группы антибиотиков, и ряда литических ферментов: амилаз, протеаз, целлюлаз, глюканаз, хитиназ, пектиназ и др. [2, 3].

Цель данной работы – провести скрининг штаммов *P. polymyxa*: ССМ 1459^T, ССМ 1460, ССМ 1465, 88А и 92, по активности некоторых литических ферментов. По нашим данным, некоторые из этих штаммов активно колонизировали корни проростков пшеницы, образовывали биопленки и продуцировали ЭПС [4]. Тестируемые штаммы *P. polymyxa* засеивали уколом или штрихом на поверхность сред, чашки инкубировали при 30°C в течение 7-и суток, анализ проводили в динамике через 3, 5 и 7 суток. Для изучения активности литических ферментов использовали соответствующие среды: для амилаз – с растворимым крахмалом, протеаз – с казеином, целлюлаз – с кристаллической целлюлозой, хитиназ – с коллоидным хитином, пектиназ – с цитрусовым или яблочным пектином. Интенсивность синтеза ферментов рассчитывали по величине отношения диаметра зоны просветления среды вокруг колонии к диаметру колонии (после обработки пластин соответствующими растворами). Все исследуемые штаммы *P. polymyxa* обладали способностью к продукции ряда литических ферментов (рис. 1). Выявлены межштаммовые и временные различия в активности ферментов. К примеру, штамм ССМ 1465 проявил наименьшую протеазную активность, а штамм *P. polymyxa* 92 (VNIISHM 92), выделенный из корней пшеницы, был более активным в продукции амилаз, целлюлаз и протеаз (рис. 1).

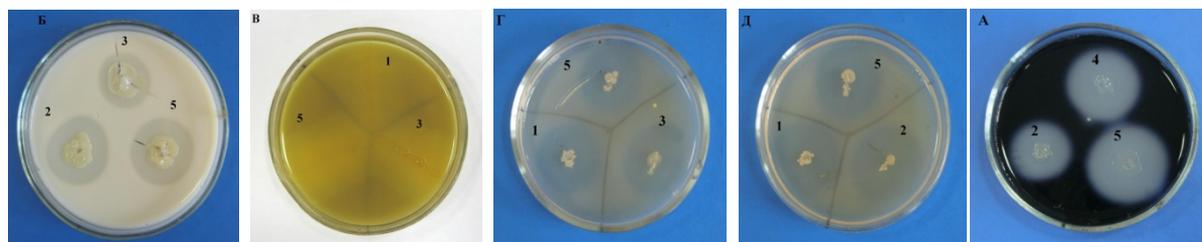


Рис. 1. Чашечный тест на способность штаммов *P. polymyxa*: ССМ 1459^T(1), ССМ 1460 (2), ССМ 1465 (3), 88А (4) и 92 (5), продуцировать литические ферменты: амилазы (А), протеазы (Б), целлюлазы (В), пектиназы (Г - среда содержит цитрусовый пектин, Д - яблочный пектин)

На основании полученных результатов, протестированные штаммы *P. polymyxa* могут представлять интерес для использования их в качестве компонентов микробных препаратов для сельскохозяйственной практики.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чеботарь В.К., Петров В.Б., Шапошников А.И., Кравченко Л.В. Биохимические критерии оценки агрономически значимых свойств бацилл, используемых при создании микробиологических препаратов // Сельскохозяйств. биология. – 2011. – № 3. – С. 119–122.
2. Nielsen P., Sorensen J. Multi-target and medium-independent fungal antagonism by hydrolytic enzymes in *Paenibacillus polymyxa* and *Bacillus pumilus* strains from barley rhizosphere // FEMS Microbiol. Ecol. – 1997. – V. 22. – P. 183–192.
3. Raza W., Yang W., Shen Q.-R. *Paenibacillus polymyxa*: antibiotics, hydrolytic enzymes and hazard assessment // J. Plant Pathol. – 2008. – V. 90. – P. 419–430.
4. Yegorenkova I.V., Tregubova K.V., Matora L.Yu., Burygin G.L., Ignatov V.V. Biofilm formation by *Paenibacillus polymyxa* strains differing in the production and rheological properties of their exopolysaccharides // Curr. Microbiol. – 2011. – V. 62, N 5. – P. 1554–1559.

УДК 575.224:579.23.236

Ю.А. Филипьева, А.В. Шелудько, Е.М. Телешева, Л.П. Петрова, Е.И. Кацы
Институт биохимии и физиологии растений и микроорганизмов
Российской академии наук, г. Саратов, Россия

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ БИОПЛЕНОК БАКТЕРИЯМИ *AZOSPIRILLUM BRASILENSE* С ДЕФЕКТАМИ В ПОДВИЖНОСТИ И ЖГУТИКОВАНИИ

Бактерии рода *Azospirillum* являются примером микроорганизмов, вступающих в ассоциативные взаимодействия с растениями, то есть способствуют их росту и развитию без образования видимых специфических структур [1].

В настоящее время установлено, что большинство микроорганизмов находятся в природе не в свободном состоянии, а в составе биопленок. В том числе, они формируются и на корнях растений. В образовании и дальнейшей стабилизации биопленки участвуют различные структуры клеточной поверхности. Одной из таких структур являются бактериальные жгутики. У азоспирилл помимо полярной флагеллы (Fla), в определенных условиях синтезируются дополнительные латеральные жгутики (Laf) [2].

В работе использовали штамм *A. brasilense* Sp245 [3] и его инсерционные мутанты, дефектные по жгутикованию, подвижности в жидких средах (Mot) и роению по поверхности полужидких сред (Swa): Fla⁻ Laf⁻ Sp245.1063 (*flhB1::Omegon-Km*), leaky Fla⁻ Mot⁻ Swa⁻ SK039 (*mmsB1::Omegon-Km*) и leaky Fla⁻/Mot⁻ Laf⁻ Swa⁻ Sp245.1610 (*fabG1::Omegon-Km*) [4, 5].

Основными этапами формирования биопленки являются адсорбция и адгезия клеток, прирост и стабилизация биомассы. В процессе формирования биопленок адсорбция и адгезия клеток всех исследованных штаммов *A. brasilense* к твердой поверхности, находящейся под жидкой средой, происходила на 2–3-и сутки культивирования. Вероятно, оба процесса протекают независимо от способности азоспирилл синтезировать жгутики. Однако отсутствие полярного жгутика может влиять на продолжительность адгезии бактериальных клеток к модельной поверхности.

При культивировании в LB на 2-е сутки степень агрегации планктонных культур мутантов превышала таковую у родительского штамма. У штамма Sp245 степень агрегации планктонных клеток возрастала к 6-м суткам до показателей мутантов, у которых

изменений не происходило. Вероятно, активная агрегация бактерий уже в планктонной культуре способствовала их прикреплению к твердой поверхности, особенно в случае мутантов без полноценного полярного жгутика, опосредующего адсорбцию клеток.

При культивировании в MSM клетки всех штаммов агрегировали сильнее, чем при культивировании в LB. Возможно, данное обстоятельство способствовало накоплению к 6–м суткам инкубации большего количества биомассы в биопленках на гидрофобной поверхности под MSM, по сравнению с таковым под LB. Максимальный прирост и стабилизация биомассы в биопленках наблюдался к 5–6-м суткам у всех исследованных штаммов. Тем не менее, и в MSM, и в LB, сохранялись различия в толщине биопленок мутантов и родительского штамма.

Таким образом, прирост биомассы биопленок азоспирилл в значительной степени определяется плотностью популяции бактерий, закрепившихся на субстрате, и не зависит от скорости роста планктонных клеток. Дальнейшее развитие биопленок во многом обуславливают поверхностные структуры бактериальных клеток.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Fibach-Paldi S., Burdman S., Okon Y.* Key physiological properties contributing to rhizosphere adaptation and plant growth promoting abilities of *Azospirillum brasilense* // FEMS Microbiol. Lett. – 2012. – V. 326. – № 2. – P. 99–108.
2. *Scheludko A.V., Katsy E.I., Ostudin N.A., Gringauz O.K., Panasenko V.I.* Novel classes of *Azospirillum brasilense* mutants with defects in the assembly and functioning of polar and lateral flagella // Молекул. генет. микробиол. вирусол. – 1998. – № 4. – С. 33–37.
3. *Baldani V.L.D., Baldani J.I., Döbereiner J.* Effects of *Azospirillum* inoculation on root infection and nitrogen incorporation in wheat // Can. J. Microbiol. – 1983. – V. 29. – № 8. – P. 924–929.
4. *Ковтунов Е.А., Петрова Л.П., Шелудько А.В., Кацы Е.И.* Инсерция транспозона в хромосомную копию гена *flhB* сопровождается дефектами в образовании полярного и латеральных жгутиков у бактерий *Azospirillum brasilense* Sp245 // Генетика. – 2013. – Т. 49, № 8. – С. 1013–1016.
5. *Ковтунов Е.А., Шелудько А.В., Чернышова М.П., Петрова Л.П., Кацы Е.И.* Мутанты бактерии *Azospirillum brasilense* Sp245 со вставкой омегона в генах липидного метаболизма *tmsB* или *fabG* дефектны по подвижности и жгутикованию // Генетика. – 2013. – Т. 49. – № 11. – С. 1270–1275.

УДК 579.222 + 632.3:633.491+547.822.1

О.М. Цивилева¹, А.И. Перфильева², Я.Б. Древо³, Д.Н. Ибрагимова⁴, О.В. Кофтин¹

¹Институт биохимии и физиологии растений и микроорганизмов

Российской академии наук, г. Саратов, Россия

²Сибирский институт физиологии и биохимии растений

Сибирского отделения Российской академии наук, г. Иркутск, Россия

³Саратовский государственный аграрный университет

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

⁴Саратовский национальный исследовательский государственный университет

имени Н.Г. Чернышевского, г. Саратов, Россия

СЕЛЕНСОДЕРЖАЩИЕ БИОКОМПОЗИТЫ ГРИБНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ – НОВЫЕ «ЗЕЛЕННЫЕ» АГЕНТЫ ПОДАВЛЕНИЯ БАКТЕРИАЛЬНОГО ЗАРАЖЕНИЯ КАРТОФЕЛЯ

Аннотация. Изучена антибактериальная активность Se-содержащих биоконпозитов, полученных на основе культур макробазидиомицетов и соединений-производных 4-гидроксикумарина, в отношении возбудителя кольцевой гнили картофеля *Clavibacter*

michiganensis ssp. *sepedonicus* и фитопатогенных бактерий родов *Micrococcus*, *Pectobacterium*, *Pseudomonas*, *Xanthomonas*.

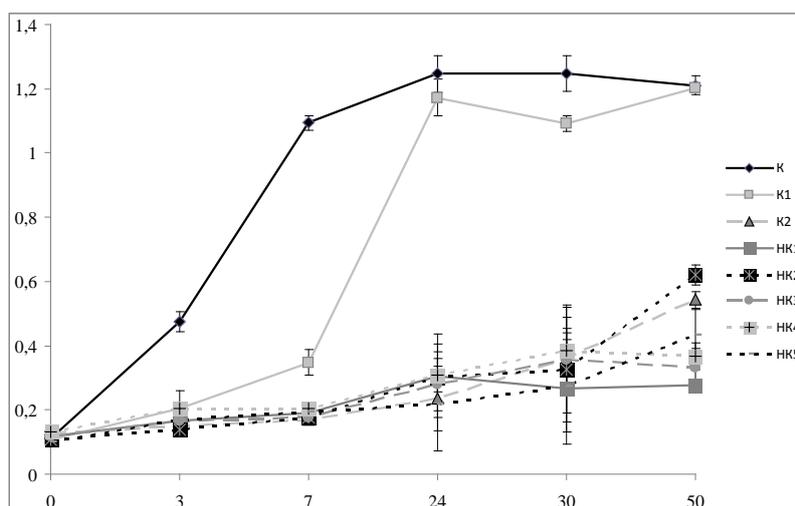
Ключевые слова: фитопатогенны, *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus*, *Micrococcus*, *Pectobacterium*, *Pseudomonas*, *Xanthomonas*, *Ganoderma*, селен, оксопропил-4-гидроксихроменоны, биокомпозиты, антибактериальная активность, биопленкообразование.

Изучение антагонистического потенциала бактериальных патогенов *Solanum tuberosum* L. важно не только для биотехнологических применений, в частности, оздоровления картофеля как пищевой культуры мирового значения, но и для понимания экологической роли микроассоциантов. Широко распространенное заболевание кольцевая гниль картофеля вызывается грамположительной бактерией *Clavibacter michiganensis* ssp. *sepedonicus* (*Cms*) [1]. Среди бактериальных патогенов, выделенных из микроокружения растений и из клубней картофеля, выявлены также *Micrococcus luteus*, *Pseudomonas fluorescens*, *Pseudomonas viridiflava*, *Xanthomonas campestris*, *Pectobacterium carotovorum* (*Erwinia carotovora*), *Pectobacterium atrosepticum* (*Erwinia carotovora* subsp. *atrosepticum*).

Представляется перспективным связать разработку эффективных и безопасных способов оздоровления картофеля от бактериальных фитопатогенов с применением «зеленых» препаратов на основе природных веществ. Полномасштабному практическому использованию лекарственных макробазидиомицетов как источника веществ с антибактериальными свойствами [2] зачастую препятствует низкое содержание искомым субстанций. Актуальным является поиск индукторов повышения уровня антимикробных агентов в культурах высших грибов. Особый интерес представляют гибридные биокомпозиты потенциально антимикробного элементного селена [3]. Нами исследована возможность их получения на основе внеклеточных метаболитов высших грибов. Установлены и оптимизированы условия элиминирования селена в грибных культурах [4] под влиянием диацетофенонилселенида (1,5-дифенилселенопентандион-1,5, бис(бензоилметил)селенид, препарат ДАФС-25) [5]. Путем варьирования внешних условий культивирования грибов разработана методика управления биовосстановлением селенорганического субстрата с образованием *in vivo* бионанокомпозитов элементного селена.

Известны доказательства широкого спектра биологического действия хро-мен-2-онов (кумаринов) природного и синтетического происхождения как основы малотоксичных и высокоэффективных лекарственных препаратов [6]. Ранее нами было показано, что некоторые кумарины при включении в состав биокомпозитов грибного происхождения проявляют антимикробную активность [7]. Одно из потенциальных назначений таких биокомпозитов – регуляция численности бактериальных фитопатогенов.

Исследовано влияние биокомпозитов селена, полученных с использованием культур макробазидиомицетов *Ganoderma applanatum*, *G. cattienensis*, *G. colossus*, *G. lucidum*, *G. neojaponicum*, *G. valesiacum*, *Grifola umbellata*, *Laetiporus sulphureus*, *Lentinula edodes*, *Pleurotus ostreatus* на жизнеспособность фитопатогенных бактерий *Cms*, *Micrococcus luteus*, *Pectobacterium atrosepticum*, *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum*, *Pseudomonas fluorescens*, *Xanthomonas campestris*. Показано снижение жизнеспособности бактериальных клеток в результате инкубации с биокомпозитами. Установлено определяющее влияние селенового компонента композитов на изучаемую биологическую активность. Селенсодержащие агенты обладали гораздо более выраженным антибактериальным эффектом по сравнению с биополимерными субстанциями, полученными из того же гриба (рис.).



Влияние биокомпозитов (в скобках указана концентрация Se, масс.%) на *Cms*. K – бактериальная культура без добавок грибного происхождения; K1 – *Lentinula edodes* (0); K2 – *Ganoderma lucidum* (0); HK1 – *Ganoderma lucidum* (0.002); HK2 – *Grifola umbellata* (0.004); HK3 – *Pleurotus ostreatus* (0.003); HK4 – *Lentinula edodes* (0.003); HK5 – *Laetiporus sulphureus* (0.003). По оси абсцисс – время инкубации, ч; по оси ординат – оптическое поглощение, λ_{595}

Полученные данные позволили судить о том, что наблюдаются видоспецифические особенности проявления антибактериального эффекта селеновых биокомпозитов, полученных на основе грибов разных видов. Имеет место зависимость от уровня селена в составе композита, однако при этом ясно, что само по себе увеличение массовой доли Se не приводит к усилению эффекта.

Композиты на основе внеклеточных метаболитов *G. cattienensis* SIE1302 с 4-гидрокси-3-(3-оксо-1,3-дифенилпропил)-хромен-2-оном (соединение I) и *G. lucidum* SIE1303 с 4-гидрокси-3-(3-оксо-1-(3-нитрофенил)-3-фенилпропил)-хромен-2-оном (соединение II) обладали наиболее выраженным антибактериальным действием против *Cms*. Композиты на основе изолятов *G. valesiacum* 120702 с (II) проявили максимальную антибактериальную активность в отношении *Xanthomonas campestris* B-610. Выявлен высокий антимикробный эффект *G. lucidum* 1315 с (II) и *G. colossus* SIE1301 против *Xanthomonas campestris* B-610 и *Pseudomonas fluorescens* EL-2.1 соответственно.

Получив вышеизложенные данные о значительной чувствительности фитопатогена *Cms* к селенсодержащим биокомпозитам на основе *Ganoderma lucidum*, при изучении биопленкообразования возбудителя кольцевой гнили картофеля мы решили дополнительно включить в состав подобного агента 3-замещенный (4-гидрокси)-2Н-хромен-2-он и, возможно, выявить наличие синергетического действия компонентов антимикробного биокомпозита. Биополимерные образцы изготавливали на основе культур *G. lucidum* SIE1303, в состав питательных сред глубинного выращивания которых вводили 4-гидрокси-3-(3-оксо-1-(3-нитрофенил)-3-фенилпропил)-хромен-2-он (II).

Исследование антибиопленкообразующей активности гибридных биокомпозитов селена в отношении фитопатогенов картофеля при условиях использования соединения II в качестве компонента питательных сред *G. lucidum* SIE1303 выявило существенное ослабление биопленкообразования *Cms* под влиянием изготовленного таким способом селенсодержащего биокомпозита. Внесение в бактериальную суспензию биокомпозита, при получении которого использовали и препарат ДАФС-25 как органический прекурсор элементного селена, и кумарин (соединение II), гораздо более негативно сказывалось на процессе биопленкообразования *Cms* (ингибирование на 69 %), чем эффект биокомпозитов, изготовленных при исключении одного из указанных агентов. Наблю-

дали ингибирование на 56 % без **II**, на 10 % без ДАФС-25. То есть производное кумарина действительно обладало синергетическим эффектом с диацетофенонилселенидом при их использовании для получения биокомпозитов из *G. lucidum* SIE1303. Снижение биопленкообразующей способности *Cms* можно связать с наличием существенного антибактериального эффекта тестируемых композитов из *G. lucidum* SIE1303.

Новые данные об антибактериальной активности культур макробазидиомицетов способствуют осуществлению выделения и очистки в дальнейшем антимикробных продуктов грибного происхождения, что может являться альтернативой многостадийному синтезу известных препаратов. Представленные результаты можно рассматривать как первую информацию об антибиопленкообразующей активности селенсодержащих субстанций грибного происхождения, позволяющую предполагать целесообразность дальнейших исследований биокомпозитов селена в качестве агентов для оздоровления сельскохозяйственных культур от бактериальных патогенов.

Работа выполнена с использованием Специализированной научной коллекции ИБФРМ РАН (WFCC номер 975, WDCM номер 1021) (СМ IBPPM) и коллекций ЦКП «Биоресурсный центр» СИФИБР СО РАН. Работа частично поддержана грантом РФФИ (проект № 16-08-01170-а).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Lee I.M., Lukaesko L.A., Maroon C.J.M. // Plant disease. – 2001. – V. 85, № 3. – P. 261–266.
2. Erjavec J., Ravnikar M., Brzin J., Grebenc T. Blejec A., Gosak M.Z. // Plant Disease. – 2016. – V. 100, № 2. – P. 453–464.
3. Khiralla G.M., El-Deeb B.A. // LWT-Food Science and Technology. – 2015. – V. 63, № 2. – P. 1001–1007.
4. Tsvileva O.M., Perfilova A.I. // Current Nutrition & Food Science. – 2017. – V. 13, № 2. – P. 82–96.
5. Древо Б.И., Древо Р.И., Антипов В.А., Чернуха Б.А., Яковлев А.Н. Пат. 2171110 Российская Федерация. МПК 7 А 61 К 33/04 / Заявл. 26.05.1999, № 99111064/13; Оpubл. 27.07.2001. – 16 с. // Изобретения. Полезные модели. – 2001. Бюл. № 21 (II ч.). С. 219.
6. Шкель А.А., Мажукина О.А., Федотова О.В. // Химия гетероциклических соединений. – 2011. – № 5. – С. 789–791.
7. Цвилева О.М., Перфильева А.И., Древо Я.Б., Мальшина М.С., Кофтин О.В., Ибрагимова Д.Н., Федотова О.В. // Успехи медицинской микологии. – 2016. – Т. XVI. – С. 181–186.

УДК 581.557: 576.6

В.Е. Цыганов, А.Б. Китаева, А.В. Цыганова

Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной микробиологии, г. Пушкин, Санкт-Петербург, Россия

КЛЕТОЧНЫЕ МЕХАНИЗМЫ ДИФФЕРЕНЦИРОВКИ СИМБИОТИЧЕСКОГО КЛУБЕНЬКА

Закон гомологических рядов Н.И. Вавилова является основой для исследований в области сравнительной генетики. Активное развитие сравнительной генетики бобовых растений, направленное на выявление генов, контролирующих симбиотические отношения с клубеньковыми бактериями и эндомикоризными грибами, началось с 90-ых годов прошлого столетия. Значительные успехи в исследованиях были связаны с привлечением двух модельных видов бобовых растений: *Lotus japonicus*, формирующего детерминированные клубеньки (с ограниченной активностью клубеньковой меристемы), и *Medicago truncatula*, формирующей клубеньки недетерминированного типа (с

продолжительной активностью клубеньковой меристемы) и характеризующихся рядом преимуществ для проведения молекулярно-генетических исследований, таких как сравнительно небольшой размер генома и легкость проведения трансформации. Анализ геномной синтении и микросинтении между модельными и сельскохозяйственными бобовыми растениями привел к идентификации ортологичных генов хозяйственно важных бобовых растений, в частности, гороха (Borisov et al., 2003; Zhukov et al., 2008; Dolgikh et al., 2011). В наших исследованиях было показано, что идеи синтении продуктивны не только на уровне поиска и анализа ортологичных генов, но и при анализе клеточных структур.

В основе развития симбиотического клубенька лежит сигнальный диалог между партнерами. Бобовые секретируют флавоноиды, которые индуцируют у ризобий экспрессию *nod* генов, в результате чего синтезируются липохитоолигосахаридные молекулы, называемые Nod-факторами, которые в наномолярных концентрациях запускают программу развития симбиоза (Jones et al. 2007). В рецепции Nod-факторов участвуют гетеродимерные комплексы с LysM богатыми мотивами, которые стабилизируются с участием реморинов и флотиллинов (Oldroyd, 2013). В дальнейшем сигнал передается в ядро, где он вызывает кальциевые осцилляции, улавливаемые кальций/кальмодулин зависимой киназой, которая при взаимодействии с транскрипционным фактором CYCLOPS и DELLA белками ведет к активации последующих транскрипционных факторов, что приводит к развитию инфекции и процессу органогенеза клубенька (Zipfel, Oldroyd, 2017). Важную роль в развитии симбиоза играют ризобияльные экзополисахариды, для которых недавно был выявлен специфичный растительный рецептор (Kawaharada et al. 2015).

Следует отметить, что развитие клубенька под действием Nod-факторов начинается с деформаций корневых волосков, в основе которых лежат изменения в организации актинового и тубулинового цитоскелета, приводящих к остановке роста кончика корневого волоска, формированию вздутия и возобновлению роста (Timmers, 2008). В результате кончик корневого волоска оказывается скрученным, а в месте скручивания оказывается заключенной ризобия, которая делится, формируя микроколонию (Fournier et al. 2015). После формирования микроколонии ризобии проникают вглубь корневого волоска через специальную туннелеподобную структуру, формируемую растением – инфекционную нить (Brewin, 2004). Инфекционная нить проникает в подлежащие слои коры корня. Параллельно с индукцией деформации и скручивания корневых волосков во внутренней коре корня и перицикле в случае недетерминированных клубеньков, либо во внешних слоях коры – в случае детерминированных клубеньков – активируются клеточные деления, которые приводят к формированию клубенькового примордия. Инфекционная нить достигает примордия, и ризобии высвобождаются в цитоплазму растительной клетки через специальные выросты инфекционной нити, лишенные стенки, так называемые инфекционные капли (Brewin, 2004).

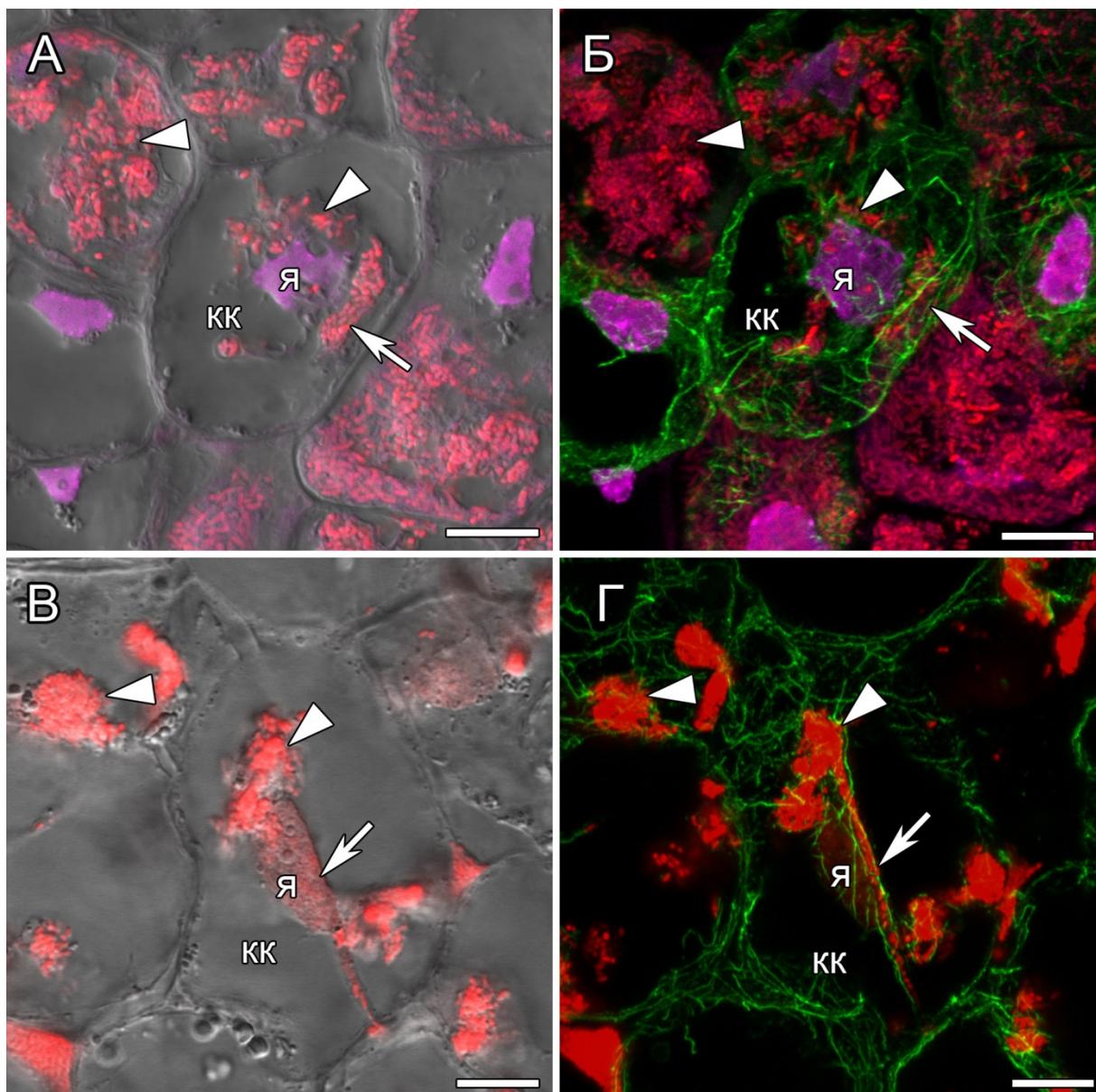
Ризобии остаются при этом окруженными плазматической мембраной растительного происхождения, называемой перибактероидной мембраной. Высвобожденные из инфекционной капли бактерии активно делятся, при этом происходит их дифференцировка в специализированную для азотфиксации форму – бактериоиды. Бактериоиды значительно увеличиваются в размерах, по сравнению с бактериями, у них просветляется электронно-плотный матрикс. Бактероид, перибактероидная мембрана, и перибактероидное пространство между ними формируют новую структуру, которая называется симбиосомой (Tsyganova et al., 2017). Перибактероидную мембрану в последнее время также принято называть симбиосомной мембраной. Она модифицируется за счет включения в свой состав белков, синтезируемых бактериоидами. В недетерминированных клубеньках в симбиосоме содержится один бактериоид, в то время как в детерминированных клубеньках несколько бактериоидов окружены общей симбиосомной мембраной (Tsyganova et al., 2017). Важную роль в дифференцировке бактериоидов в недетермини-

рованных клубеньках играют клубенек-специфичные цистеин-богатые пептиды (NCR-пептиды) (Tsyganova et al., 2017).

В ходе дифференцировки число симбиосом в инфицированной клетке растет и может достигать 50000 в одной клетке. При этом увеличивается объем и самой инфицированной клетки, который может отличаться от исходного в 80 раз (Maróti, Kondorosi 2014). Подобное увеличение объема клетки достигается за счет последовательных раундов эндоредупликации, когда количество ДНК в клетке может достигать 64С (Kondorosi, Kondorosi 2004). Возникают вопросы: как растительная клетка оказывается способной к размещению тысяч симбиосом, как при этом изменяется поведение органелл в клетке и как симбиосомы распределяются по клетке? Очевидно, что реорганизация элементов цитоскелета – тубулиновых микротрубочек и актиновых микрофиламентов – играет ключевую роль в распределении симбиосом и клеточных органелл в ходе дифференцировки инфицированной клетки.

Нами был проведен сравнительный анализ организации тубулинового цитоскелета в клубеньках *M. truncatula* и *Pisum sativum* (Kitaeva et al., 2016). В клубеньках обоих видов после выхода ризобий в цитоплазму растительной клетки пучки кортикальных микротрубочек переключались в различных направлениях, формируя неупорядоченный паттерн. В то же время в неинфицированных клетках и колонизированных клетках, содержащих инфекционные нити и инфекционные капли, пучки кортикальных микротрубочек располагались параллельно друг другу и перпендикулярно продольной оси клетки. Анализ клубеньков дикого типа и мутантов в ортологичных генах *Mtipd3/Pssym33* и *Mtefd/Pssym40* показал, что эндоплазматические микротрубочки вовлечены в процесс роста инфекционных нитей и инфекционных капель, а также выход бактерий из инфекционных капель. В клубеньках *M. truncatula* у мутанта *dnf1-1*, содержащего недифференцированные бактериоиды, эндоплазматические микротрубочки деполимеризуются в инфицированных клетках. В то же время у мутанта гороха Sprint-2Fix⁻ (*Pssym31*), также характеризующегося недифференцированными бактериоидами, поддерживалась хорошо развитая сеть эндоплазматических микротрубочек.

Также нами был проведен детальный анализ процесса миграции клеточного ядра в ходе дифференцировки растительной клетки, проанализированы изменения в организации актинового и тубулинового цитоскелета, сопровождающие процесс миграции у *M. truncatula* и *P. sativum*. Было показано, что в клубеньках дикого типа в меристематических клетках ядро занимает центральное положение, при этом оно окружено плотной сетью эндоплазматических микротрубочек, связывающих его с периферией клетки. В то же время актин представлен короткими микрофиламентами. В клетки, покидающие меристему, проникают инфекционные нити, и ядро оказывается ассоциировано с ними, будучи при этом окруженным сетью микротрубочек и актиновых микрофиламентов. В молодых инфицированных клетках ядро смещалось к периферии клетки. По мере дифференцировки инфицированной клетки, сопровождающейся увеличением ее объема и числа симбиосом, наблюдалось движение ядра к центру клетки, которое завершалось его примыканием к центральной вакуоле. Весь этот процесс сопровождался присутствием хорошо развитой сети актиновых микрофиламентов. При этом не было выявлено разницы между двумя проанализированными видами бобовых растений. Исследования мутантов *M. truncatula* и *P. sativum*, с нарушениями в развитии инфекционных нитей позволили подтвердить тесную ассоциацию ядра и инфекционной нити (рис. 1). Использование мутантов с различной степенью дифференцировки бактериоидов показало, что процесс движения и позиционирования ядра не связан с процессом дифференцировки бактериоидов.



Колонизированные клетки *Medicago truncatula* (А, Б) и *Pisum sativum* (В, Г)

я – ядро, кк – колонизированная клетка, стрелки указывает на инфекционные нити, наконечники стрелок – инфекционные капли. Масштабная линейка = 10 мкм

Актиновые микрофиламенты окружают ядро, инфекционную нить и инфекционную каплю. Ядро тесно ассоциировано с инфекционной нитью. Конфокальная лазерная сканирующая микроскопия. Б, Г – иммулокализация актиновых микрофиламентов (зеленый канал), А, Б – окрашивание ДНК ядер DAPI (фиолетовый канал), А, Б – локализация красного флуоресцентного белка в ризобиях (красный канал) В, Г – окрашивание ДНК ядер и ризобий йодистым пропидием (красный канал). Максимум интенсивности проекций оптических срезов в зеленом, красном и фиолетовом каналах (Б), в зеленом и красном каналах (Г). Наложение единичного оптического среза дифференциально-интерференционного контраста и максимума интенсивности проекций оптических срезов в красном и фиолетовом каналах (А) и красном канале (В).

Таким образом, проведенный нами сравнительный анализ изменений в организации элементов цитоскелета, локализации клеточного ядра и симбиотических структур выявил значительное сходство между двумя видами бобовых: *M. truncatula* и *P. sativum*. Полученные результаты указывают на актуальность проведения исследований в облас-

ти сравнительной клеточной биологии модельных и сельскохозяйственных бобовых растений при изучении бобово-ризобиального симбиоза. В то же время, выявленные отличия свидетельствуют о важности исследования каждого индивидуального вида для выявления внутривидовых особенностей.

Данная работа поддержана грантом Российского научного фонда 16-16-10035.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Borisov A. Y. et al. The *Sym35* gene required for root nodule development in pea is an ortholog of *Nin* from *Lotus japonicus* // *Plant Physiology*. – 2003. – Т. 131. – №. 3. – С. 1009–1017.
2. Brewin N. J. Plant cell wall remodelling in the *Rhizobium*–legume symbiosis // *Critical Reviews in Plant Sciences*. – 2004. – Т. 23. – №. 4. – С. 293–316.
3. Dolgikh E. A. et al. Genetic dissection of *Rhizobium*-induced infection and nodule organogenesis in pea based on *ENOD12A* and *ENOD5* expression analysis // *Plant Biology*. – 2011. – Т. 13. – №. 2. – С. 285–296.
4. Fournier J. et al. Remodeling of the infection chamber before infection thread formation reveals a two-step mechanism for rhizobial entry into the host legume root hair // *Plant Physiology*. – 2015. – Т. 167. – №. 4. – С. 1233–1242.
5. Jones K. M. et al. How rhizobial symbionts invade plants: the *Sinorhizobium*–*Medicago* model // *Nature Reviews Microbiology*. – 2007. – Т. 5. – №. 8. – С. 619–633.
6. Kawaharada Y. et al. Receptor-mediated exopolysaccharide perception controls bacterial infection // *Nature*. – 2015. – Т. 523. – №. 7560. – С. 308–312.
7. Kitaeva A. B. et al. Comparative analysis of the tubulin cytoskeleton organization in nodules of *Medicago truncatula* and *Pisum sativum*: bacterial release and bacteroid positioning correlate with characteristic microtubule rearrangements // *New Phytologist*. – 2016. – Т. 210. – №. 1. – С. 168–183.
8. Kondorosi E., Kondorosi A. Endoreduplication and activation of the anaphase-promoting complex during symbiotic cell development // *FEBS letters*. – 2004. – Т. 567. – №. 1. – С. 152–157.
9. Maróti G., Kondorosi É. Nitrogen-fixing *Rhizobium*-legume symbiosis: are polyploidy and host peptide-governed symbiont differentiation general principles of endosymbiosis? // *Frontiers in Microbiology*. – 2014. – Т. 5.
10. Oldroyd G. E. D. Speak, friend, and enter: signalling systems that promote beneficial symbiotic associations in plants // *Nature Reviews Microbiology*. – 2013. – Т. 11. – №. 4. – С. 252–263.
11. Timmers A. C. J. The role of the plant cytoskeleton in the interaction between legumes and rhizobia // *Journal of Microscopy*. – 2008. – Т. 231. – №. 2. – С. 247–256.
12. Tsyganova A. V. et al. Cell differentiation in nitrogen-fixing nodules hosting symbiosomes // *Functional Plant Biology*. 2017. DOI: 10.1071/FP16377
13. Zhukov V. et al. The pea *Sym37* receptor kinase gene controls infection-thread initiation and nodule development // *Molecular plant-microbe interactions*. – 2008. – Т. 21. – №. 12. – С. 1600–1608.
14. Zipfel C., Oldroyd G. E. D. Plant signalling in symbiosis and immunity // *Nature*. – 2017. – Т. 543. – №. 7645. – С. 328–336.

УДК 579.262

**А.В. Шелудько, Е.М. Телешева, Ю.А. Филипьевичева, С.С. Евстигнеева,
Л.П. Петрова, Е.И. Кацы**

Институт биохимии и физиологии растений и микроорганизмов
Российской академии наук, г. Саратов, Россия

ХАРАКТЕРИСТИКА ГЛИКОПОЛИМЕРОВ МАТРИКСА, СТАБИЛИЗИРУЮЩИХ БИОПЛЕНКИ СТИМУЛИРУЮЩИХ РОСТ РАСТЕНИЙ БАКТЕРИЙ *AZOSPIRILLUM BRASILENSE*

Определенное значение для успешного функционирования растительно-микробной ассоциации может иметь способность азоспирилл формировать биопленки в корневой

системе растений. В биопленках бактериальные клетки погружены в матрикс, который, кроме большого количества воды, содержит биополимеры разной химической природы (полисахариды, белки, нуклеиновые кислоты, липиды и пр.), обеспечивающие адгезию к поверхности, структурную и функциональную целостность биопленок. Жгутики и пили бактерий также интегрированы в матрикс и поддерживают его архитектуру. Разнообразие структурных элементов матрикса биопленок сопоставимо с количеством видов бактерий, эти биопленки образующих.

Получены немногочисленные данные о роли экзополимеров и экстраклеточных оргanelл в формировании и стабилизации биопленок азоспирилл. Так, дефекты в функционировании полярного жгутика, липополисахаридов и поверхностных полисахаридов, связывающих калькофлуор, оказывали заметное влияние на эффективность формирования биопленок соответствующих мутантов штамма *A. brasilense* Sp245 [1]. После инактивации у Sp245 генов, кодирующих гипотетические TAD пили, образование биопленок подавлялось [2]. Биопленки лишённого жгутиков мутанта с инактивированной хромосомной копией флагеллярного гена *flhB* (*flhB1*) содержали меньшее количество биомассы и были менее стабильны по сравнению с биопленками Sp245. Сохранение Fla на клетках Sp245, интегрированных в зрелую биопленку, предположительно, способствовало поддержанию ее целостности в условиях гидродинамического сдвига [3].

Биопленки мутантов, лишённых жгутиков, являются удобной моделью для изучения роли других структур клеточной поверхности, участвующих в организации матрикса биопленок. В данном аспекте интересны мутанты Sp245 по предполагаемым генам 3-гидроксиизобутиратдегидрогеназы (*mmsB1*) и 3-оксоацил-[ацил-переносящий белок]-редуктазы (*fabG1*). Эти мутанты имеют дефекты в образовании жгутиков и соответственно в роении и активном плавании [4]. Инактивация *fabG1* или *mmsB1* также повлияла на некоторые характеристики клеточной поверхности азоспирилл, включающие изменения в относительной гидрофобности и динамике агрегации планктонных клеток.

В настоящей работе получены новые данные о гликополимерах, обеспечивающих адгезию к поверхности и стабилизирующих структурную целостность биопленок *A. brasilense* Sp245 и его мутантов по генам *fabG1* и *mmsB1*.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шелудько А.В., Кулибякина О.В., Широков А.А., Петрова Л.П., Матора Л.Ю., Кацы Е.И. Влияние мутаций в синтезе липополисахаридов и полисахаридов, связывающих калькофлуор, на формирование биопленок *Azospirillum brasilense* // Микробиология. – 2008. – Т. 77. – № 3. – С. 358–363.
2. Wisniewski-Dyé F., Borziak K., Khalsa-Moyers G., Alexandre G., Sukharnikov L.O., Wuichet K., Hurst G.B., McDonald W.H., Robertson J.S., Barbe V., Calteau A., Rouy Z., Mangenot S., Prigent-Combaret C., Normand P., Boyer M., Siguier P., Dessaux Y., Elmerich C., Condemine G., Krishnen G., Kennedy I., Paterson A.H., Gonzalez V., Mavingui P., Zhulin I.B. *Azospirillum* genomes reveal transition of bacteria from aquatic to terrestrial environments // PLoS Genetics. – 2011. – Vol. 7, № 12. – P. e1002430.
3. Шелудько А.В., Филипьева Ю.А., Шумилова Е.М., Хлебцов Б.Н., Буров А.М., Петрова Л.П., Кацы Е.И. Изменения в формировании биопленок у *flhB1* мутанта бактерии *Azospirillum brasilense* Sp245, лишённого жгутиков // Микробиология. – 2015. – Т. 84. – № 2. – С. 175–183.
4. Ковтунов Е.А., Шелудько А.В., Чернышова М.П., Петрова Л.П., Кацы Е.И. Мутанты бактерии *Azospirillum brasilense* Sp245 со вставкой омегона в генах липидного метаболизма *mmsB* или *fabG* дефектны по подвижности и жгутикованию // Генетика. – 2013. – Т. 49, № 11. – С. 1270–1275.

УДК 581.9

Е.А. Архипова, В.А. Болдырев, Е.А. Козырева, М.В. Степанов

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

**НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО НЕКОТОРЫМ ОХРАНЯЕМЫМ ВИДАМ
БЕСХЛОРОФИЛЛЬНЫХ ПОКРЫТОСЕМЕННЫХ
РАСТЕНИЙ В САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ
(НА ОСНОВАНИИ ФОНДОВ ГЕРБАРИЯ СГУ (SARAT))**

С целью продолжения подготовки к третьему изданию Красной книги Саратовской области [1] продолжаем анализ материалов гербария Саратовского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского (SARAT) [2–8]. Проанализировано распространение трех видов бесхлорофилльных покрытосеменных растений (*Orobanchе alba* Steph., *O. coerulescens* Steph., *Neottia nidus-avis* (L.) Rich.), занесенных в Красную книгу Саратовской области [9]. Все сборы этих видов, хранящиеся в SARAT, были проверены на правильность определения и в случае необходимости переопределены. Номенклатура приводится по современной сводке [10]. Местонахождения видов структурированы в соответствии с современным административно-территориальным делением Саратовской области. Сведения приводятся точно по авторским этикеткам.

***Orobanchе alba* Steph.**

Аткарский р-н: окр. с. Ст. Лопуховка (окраина села), луговина на опушке старого местного парка, 25 и 28.06.1979, Протоклитова Т.Б., Черепанова Л.А.; окр. с. Лисичкино, травянистый склон, на *Salvia tesquicola*, 29.08.1989, Березуцкий М.А.; **Вольский р-н:** г. Вольск, з-д «Пионер», Сулягин ключ, мел, 13.07.1964, Legit Брехов В., Determ Архипова Е.А.; **Татищевский р-н:** 1 км северо-восточнее с. Полчаниновка, луг у ручья, паразитирует на *Salvia tesquicola*, 05.07.2007, Киреев Е.А.; **Хвалынский р-н:** Арамейские горы, склон, 30.07.2003, Legit Архипова Е.А., Серова Л.А., Determ Архипова Е.А.

***Orobanchе coerulescens* Steph.**

Ивантеевский р-н: долина р. Большой Иргиз, окр. пос. Журавлиха, урочище Солонцовый Сырт, 52° 07' N, 49° 24' E, 12.12.2011, Legit Скворцов А., Бочкин В., Джанаева В., Полонская М., Determ Попченко М.И.

***Neottia nidus-avis* (L.) Rich.**

Саратов и его окр.: с. Разбойщина, 05.1917, Домбровский В.; лес тенистый вблизи 11 дачн. остан., 06.1947; лес между Поливановкой и 11-ой дачной остановкой, 06.1947; Кумысная поляна, 03.06.1952, Бахтеева; «Кумысная поляна», 11 дачная остановка, 07.1963, Маевский; 8-ая дачная ост., лес, 28.06.1971, Варфоломеева; р-он 3-ей дачной ост., дубово-мятликовый лес, 28.06.1974, Legit Бурова, Determ Архипова Е.А.; лес в 2 км к югу от «Кумысной поляны», встр. часто, 13.06.1981, Киреев Е.А.; Кумысная поляна, 14.05.1983, Legit Чигуряева А.А.; лес в районе 10-ой дачной, «Малиновый овраг», 24.05.1983, Legit Киреев Е.А., Determ Архипова Е.А.; лес в р-не 10-ой дачной остановки, Determ Архипова Е.А.; **Аткарский р-н:** окр. с/х «Красноармеец», лес, 15.06.1964, Жидяева М.В., Черепанова Л.А.; нагорный лес юго-западнее с. Нестеровка, 24.06.1971, Legit Жидяева М.В., Determ Соколова С.Б.; дубовый лес в верх. ч. склона правого берега р. Медведицы (заказ. «Затон») в 4 км с.-восточнее с. Ст. Лопуховка, 11.06.1978, Протоклитова; **Базарно-Карабулакский р-н:** с. Липовка, лес, под дубом, 06.1968, Гончарова; окр. с. Белая Гора, 1977; окр. с. Алексеевка, дубрава, 17.07.1987, Гребенюк С.И.; лес в окр. с. Алексеевка, 09.06.1990, Legit Киреев Е.А., Determ Архипова Е.А.; **Воль-**

ский р-н: Первомайское лесничество, в дубняке на плато, 18.06.1950, Зайцева; близ кордона Беляшево, кв. 56, асс. *Tilia cordata*+*Poa nemoralis*, 14.06.1951, Legit Миловидова, Determ Архипова Е.А.; Вольский лесхоз, Первомайское лесничество, тенистый липовый лес, 26.06.1951; **Воскресенский р-н:** луга близ Перепелейки, 18.05.1920, Legit Синская, Determ Архипова Е.А.; Белгородненское лесничество, 72 кв., лес, 28.07.1947, Legit Вавилина, Determ Ланина; Белгородненское лесничество, лес, 02.08.1947, Ланина, Вавилина; Белгородненское лесничество, лес, 58 кв, О-склон, 14.06.1948; Белгородненское лесничество, тенистый лес, Legit Вавилина, Determ Ланина; **Красноармейский р-н:** с. Садовое, дубняк на плато, 02.06.1949, Шилина З.; 5 км юго-зап. от с. Садовое, дубняк на плато, 01.07.1949, Протоклитова; Мордово, 1949; Меловое, 22.07; **Ртищевский р-н:** окр. с. Макарово, 06.1921, Монакова П.; **Саратовский р-н:** с. Поповка, лес, 12.06.1933(?), Гутовская З.; **Татищевский р-н:** Ягодная Поляна, 24.06.1948, Determ Архипова Е.А.; Ягодная Поляна, кв. 58–59, 28.05.1949; с. Ягодная Поляна, внизу близ ручья, 114 кв., 01.07.1950; **Хвалынский р-н:** г. Хвалынский, в тенистом месте леса, 01.07.1962, Веревкина, Федорова; северный склон в районе санатория «Черемшаны-1», 29.06.1965; 7 км к западу от с. Алексеевка, липняк ландышевый, 31.05.2005, Архипова Е.А.; Хвалынское лесничество, кв. 42, выдел 11, плакор, почва дерновая лесная супесчаная, липо-осинник волосистоосоковый, 20.06.2007, Архипова Е.А., Серова Л.А.; Сосново-Мазинское лесничество, 29 кв., остепненный склон северо-западной экспозиции, 08.07.2008, Архипова Е.А.; Сосново-Мазинское лесничество, кв. 4, окр. с. Горюши, луговое разнотравье, единично березы, рядом сосновые посадки, 22.07.2008, Архипова Е.А., Серова Л.А.

В результате проведенного анализа всех сборов выше перечисленных видов бесхлорофилльных покрытосеменных растений в гербарии СГУ к районам, упомянутым в Красной книге Саратовской области для *Orobanche alba*, необходимо добавить Вольский, Татищевский и Хвалынский, причем для Вольского района гербарные листы, собранные в последние 50 лет (после 1966 г.), отсутствуют. Для *O. coerulescens* новым является Ивантеевский район. *Neottia nidus-avis*, по материалам SARAT, отмечена в ранее не указанных в Красной книге районах – Аткарском, Балашовском и Ртищевском, однако современные сборы отсутствуют.

Таким образом, авторами расширено представление о распространении данных видов на территории области.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Архипова Е. А., Болдырев В. А., Буланая М. В., Буланный Ю. И., Гребенюк С. И., Давиденко О. Н., Давиденко Т. Н., Костецкий О. В., Лаврентьев М. В., Маевский В. В., Невский С. А., Панин А. В., Решетникова Т. Б., Седова О. В., Степанов М. В., Стуков В. И., Худякова Л. П., Шевченко Е. Н., Шилова И. В. Виды цветковых растений, рекомендуемые для внесения в третье издание Красной книги Саратовской области // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Химия. Биология. Экология. – 2016а. – Т. 16. – Вып. 3. – С. 303–309.
2. Архипова Е.А., Березуцкий М.А., Бочкова А.Ю., Костецкий О.В., Седова О.В., Серова Л.А., Скворцова И.В. Новые и редкие виды флоры Саратовской области // Ботанический журнал. – 2007. – Т.92. – № 8. – С. 1235–1240.
3. Архипова Е.А., Болдырев В.А., Степанов М.В. Новые материалы по некоторым охраняемым папоротникам Саратовской области (на основании фондов гербария СГУ (SARAT)) // Экология и природопользование: прикладные аспекты: материалы VI Международной практической конференции. – Уфа: Аэтерна, 2016б. – С. 35–39.
4. Архипова Е.А., Болдырев В.А., Степанов М.В., Козырева Е.А. Новые материалы по некоторым охраняемым видам рода *Dianthus* L. в Саратовской области (на основании фондов гербария СГУ (SARAT)) // Биоразнообразие и антропогенная трансформация природных экосистем: матер. Всерос. научн.-практ. конф., посвящ. памяти А.И. Золотухина (г. Балашов, 2–3 июня 2016 г.) / под ред. А.Н. Володченко. – Саратов: Саратовский источник, 2016в. – С. 21–25.

5. *Архипова Е.А., Болдырев В.А., Буланый Ю.И., Козырева Е.А., Сытин А.К.* Новые материалы по некоторым охраняемым видам рода *Astragalus* L. в Саратовской области (на основании фондов гербария СГУ (SARAT)). Часть 1 // Биоразнообразие и антропогенная трансформация природных экосистем: матер. Всерос. научн.-практ. конф., посвящ. памяти А.И. Золотухина (г. Балашов, 2–3 июня 2016 г.) / под ред. А.Н. Володченко. – Саратов: Саратовский источник, 2016г. – С. 17–20.

6. *Архипова Е.А., Болдырев В.А., Буланый Ю.И., Козырева Е.А., Степанов М.В., Сытин А.К.* Новые материалы по некоторым охраняемым видам рода *Astragalus* L. в Саратовской области (на основании фондов гербария СГУ (SARAT)). Часть 2 // «Хартия Земли – практический инструмент решения фундаментальных проблем устойчивого развития», посвященной 15-летию реализации принципов Хартии Земли в Республике Татарстан, 2016д. – С. 95–97.

7. *Седова О.В., Закурдаева М.В., Бекренева Е.С., Волкова В.Д., Архипова Е.А., Лаврентьев М.В.* Новые и редкие виды гидрофильной флоры Саратовской области // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Химия. Биология. Экология. – 2012. –Т. 12. – Вып.1. – С. 53–56.

8. *Шилова И.В., Петрова Н.А., Ермолаева Н.Н., Кашин А.С., Архипова Е.А.* О распространении видов *Delphinium* (Ranunculaceae) на территории Саратовской области // Ботанический журнал. – 2016. – Т.101, №7. – С. 842–849.

9. Красная книга Саратовской области: Грибы. Лишайники. Растения. Животные. – Саратов: Изд-во Торгово-промышленной палаты Саратов. обл., 2006. – 528 с.

10. *Черепанов С.К.* Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). – СПб: Мир и семья, 1995. – 992 с.

УДК 636.93:575

С.В. Бекетов, А.Р. Корешков

Научно-исследовательский институт пушного звероводства и кролиководства имени В.А. Афанасьева, п. Родники, Московская обл., Россия

ПРИРОДНЫЕ АРЕАЛЫ И ПРОИСХОЖДЕНИЕ ОДОМАШНЕННЫХ ФОРМ ПУШНЫХ ЗВЕРЕЙ

Чаще всего с именем Николая Ивановича Вавилова связывают открытый им закон гомологических рядов в наследственной изменчивости и учение о центрах происхождения культурных растений. Однако ещё в 1934 г под его руководством группой специалистов-зоотехников была впервые разработана и представлена научной общественности схематическая карта очагов возникновения животноводства.

К сожалению, доклад Н.И. Вавилова на II Всесоюзной конференции по эволюции домашних животных остался неопубликованным, карта же в дальнейшем неоднократно перепечатывалась (Алексеев, 1984). Всего на ней выделено пять основных центров происхождения домашних животных: китайско-малайский, индийский, юго-западноазиатский, средиземноморский, андийский, а также 7 дополнительных очагов: тибето-памирский, восточнотуркестанский, восточносуданский, южноаравийский, абиссинский, южномексиканский и саяно-алтайский (Боголюбский, 1940).

При этом в докладе Н.И. Вавилова ничего не говорилось о пушных зверях, что вполне объяснимо. Дело в том, что на тот момент времени звероводство как самостоятельная отрасль находилось еще только в стадии становления, а основные виды разводимых пушных зверей (норка, соболей, лисиц и песцов) до сих пор ещё нельзя назвать полностью одомашненными.

Тем не менее, к настоящему времени в мире зарегистрировано несколько десятков пород и породных типов цветных лисиц и песцов. Известно свыше 200 цветных вариаций волосяного покрова у американской норки (Nes et al., 1988). Даже окраска соболей представлена такой цветовой гаммой, которая ранее не встречалась в природе, но несмотря на огромное разнообразие существующих цветных форм пушных зверей, в

количественном выражении преобладают лишь единичные породы. Если говорить языком цифр, то в 2006 г. доля серебристо-черных лисиц разводимых в зверохозяйствах Российской Федерации по отношению к общему поголовью соответствующего вида составила 91,49 %, вуалевого песца – 64,8 %, стандартной норки (темно-коричневого и черного типов) – 52 %, черного соболя – 67,3 % (Сергеев и др., 2006). Примечательно, что указанные породы, их еще иногда называют основными, ведут свое происхождение непосредственно от диких предковых форм, сходны с ними по окраске и являются исходными формами для многочисленных мутантных цветовых типов.

Например, от серебристо-чёрной лисицы были получены платиновая, жемчужная, беломордая и снежная породы лисиц, а от стандартной норки – серебристо-голубая, мойл, орхид, американское паломино, алеутская и другие породы норок.

Согласно Н.И. Вавилову очаги происхождения домашних животных связаны в значительной мере с зоогеографическими ареалами их диких предков, попытаемся также выделить соответствующие ареалы происхождения наиболее значимых для отрасли основных пород и типов пушных зверей.

Конечным продуктом звероводства является шкурка, к которой предъявляют определенные товароведческие требования по размеру и качеству: длина и площадь шкурки, густота, блеск, мягкость, шелковистость, чистота, равномерность окраски волосяного покрова и др. Естественно, что для разведения наиболее предпочтительны животные, сочетающие в себе эти признаки в совокупности.

Однако в природе пушные звери имеют большое число географических разновидностей, которые отличаются размером, качеством и окраской волосяного покрова.

Например, выделяют следующие типы черных лисиц (*Vulpes vulpes* L.): стандартная черная (или серебристо-черная), аляскинская черная (или ситка) и черно-бурая. Первый тип встречается среди диких лисиц Канады, второй – на Аляске (США), третий – в Сибири (Россия).

Основная окраска стандартных черных лисиц может варьировать от темно-коричневой (нежелательный тип) до иссиня-черной, оцениваемой наиболее высоко. Лисица ситка сходна со стандартными черными по окраске волосяного покрова, но характеризуются крупным размером, крепким телосложением и грубым мехом. У черно-бурых лисиц кроме бурой окраски волос у основания ушной раковины, на шкурке достаточно часто образуются нежелательные рыжие пятна различной интенсивности (Dathe, Schöps, 1986).

При этом лучшими по окраске и качеству меха всегда считался мех серебристо-черных лисиц территорий Гудзонова залива и полуострова Лабрадор (Канада), потомков которых и разводят сегодня на звероводческих фермах (Лунд, 1965).

Среди голубых песцов (*Vulpes lagopus* L.) также различают несколько географических типов: материковый песец Евразии, гренландский и аляскинский. Первый из них – средний по размеру и выраженности вуали, мех его шелковистый, окраска светлая, частично серебристая. Гренландский песец (острова Гренландия, Исландия, Ян-Майен, архипелаг Шпицберген,) в дополнение к перечисленным свойствам материкового песца характеризуется еще более светлой подпушью с нежным, коротким и густым опушением. Аляскинский песец (Аляска и материковая Канада) – крупный, с сильно выраженной вуалью, мех шелковистый, темного цвета, серебристость слабая (Dathe, Schöps, 1986).

Первоначально на фермах Аляски и Канады разводили преимущественно аляскинский тип голубого песца, в Норвегии и Финляндии гренландский, в Швеции – оба этих типа.

В дальнейшем широкое распространение в мире получил норвежский песец, в нашей стране известен как вуалевый, который был искусственно выведен в результате более чем 20-летней селекционной работы. Сначала велся отбор лучших животных среди голубых песцов Аляски. Затем лучших аляскинских самок скрещивали со специ-

ально отловленными голубыми песцами Гренландии, а полученные помеси с дикими песцами Исландии, Ян-Майена и Шпицбергена (Dathe, Schöps, 1986).

Дикая американская норка (*Neovison vison* Schr.) распространена по всей Северной Америке. Окраска ее волосяного покрова варьирует от светло-коричневого и почти рыжего тона до очень темно-коричневого.

Из всех существующих разновидностей американской норки для разведения использовали три основных типа: юконский, кенайский и северо-восточный или восточный. Юконская (или аляскинская) норка в естественных условиях обитает на Аляске и в Западной Канаде, характеризуется крупным размером, крепким телосложением и относительно темным опушением. Природный ареал норки кенай (или западной) – Южная Аляска и Западное побережье Северной Америки. От других типов кенайская норка отличается крупным размером, очень темным кроющим волосом, а также отсутствием белого пятна на груди, характерного для других разновидностей американской норки. Восточная норка мельче других разновидностей, но волосяной покров ее более темный, эластичный и шелковистый, с голубовато-серой подпушью. Распространена в Восточной Канаде: п-ов Лабрадор, а также в провинциях Квебек и Новая Шотландия, в районе Форт Йорк, Эскимо-Бей и реки Маккензи. Несмотря на некоторые территориальные различия по районам обитания в целом восточная норка считается наиболее ценной по качеству шкурки (Dathe, Schöps, 1986).

В результате скрещивания этих трех типов американской норки и одновременной селекции на затемнение общей окраски, улучшения ее чистоты, а также качества опушения сложился новый тип зверей, именуемый в настоящее время стандартной норкой. Различают внутривидовый тип черных и темно-коричневых стандартных норок.

У соболя (*Martes zibellina* L.) – лучшие формы баргузинская, якутская и камчатская характеризуются темной или почти черной окраской. Самые крупные особи обитают на западной и восточной границах ареала – на Урале и Камчатке.

При разведении – лучшие результаты по затемнению волосяного покрова получались при скрещивании самок енисейского и амурского кряжей с баргузинскими самцами. Для закрепления темной окраски широко практиковали поглотительное скрещивание. Значительное отличие клеточных соболей от диких дало основание в 1969 г. утвердить в нашей стране породу черный соболь.

Таким образом, говоря о происхождении основных пород и типов пушных зверей, можно выделить как относительно целостные (серебристо-черная лисица и черный соболь), так и дискретные (вуалевый песец и стандартная темно-коричневая и черная норка) ареалы. Конкретно по серебристо-черной лисице – это территории, прилегающие к Гудзонову заливу и п-ов Лабрадор, по черному соболу – районы Забайкалья, вуалевому песцу – Аляска, материковая Канада, архипелаг Шпицберген, о-ва Гренландия, Исландия и Ян-Майен, по стандартной норке темно-коричневого и черного типов – п-ов Юкон, п-ов Кенай, Восточная Канада.

УДК 633.2.03

Булахтина Г.К., Кудряшова Н.И.

ФГБНУ «Прикаспийский НИИ аридного земледелия», Астраханская обл., Россия

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА БИОРАЗНООБРАЗИЕ ЕСТЕСТВЕННЫХ ПАСТБИЩ В АРИДНОЙ ЗОНЕ СЕВЕРНОГО ПРИКАСПИЯ

Экологическое устойчивое развитие сельского хозяйства, улучшение его технической оснащенности должно быть реализовано на базе региональной специализации сельского хозяйства и потенциала растительных ресурсов. Это, прежде всего, относит-

ся к аридным территориям Российской Федерации, где сосредоточены основные площади природных кормовых угодий и развиты такие специализированные отрасли животноводства как мясное скотоводство, овцеводство, табунное коневодство, верблюдоводство [1, 6].

Все это находится в сфере важных государственных интересов и выводит в разряд актуальнейших задач проблему государственного управления природными кормовыми угодьями, земельными и кормовыми ресурсами аридных зон. Основными рычагами такого управления являются рациональное использование, улучшение и охрана природных кормовых угодий [2, 5].

Техногенное воздействие человека на естественные ландшафты пастбищ возникает в результате: распашки целины, вырубки леса, пожаров, разработок полезных ископаемых, строительства дорог, отравления растительности дымом химических заводов и т. п. Связанные с этим изменения природных экосистем, в большинстве случаев обратимы в течение нескольких десятков лет при условии ослабления или полного прекращения такого воздействия [1].

Нерациональное и бесконтрольное использование природных кормовых ресурсов Прикаспия, высокие нагрузки на природные пастбища, нередко в 2–5 раз превышающие их емкость, в большей степени, чем в других регионах, приводят к нарушению стабильности и деградации природных пастбищных экосистем, снижению плодородия почв, прогрессирующему опустыниванию территории Прикаспия [2].

Так, в 1947–1959 гг., неудовлетворительное хозяйственное состояние отмечалось только на 8 % площади природных пастбищ, а 92 % пастбищ Прикаспия характеризовались хорошим состоянием и продуктивностью. В настоящее время на территории Прикаспия более 80 % площади пастбищ сбиты и деградированы, 36 % – подвержены ветровой эрозии, 12 % засорены непоедаемыми растениями. На территории Прикаспия в результате неумеренного антропогенного воздействия сформировалась и расширяется единственная в Европе пустыня. Увеличение площадей опустыненных земель в Прикаспии осуществляется со средними темпами 40–50 тыс. га. в год. Хотя развитие опустынивания носит нелинейный характер, в благоприятные годы может несколько замедляться, а в засушливые годы – резко возрастает [2, 6].

К 2020 г., при сохранении на ближайшую перспективу сложившихся тенденций, можно ожидать сокращения площадей природных кормовых угодий в Прикаспии на 15–25 %, снижения их продуктивности на 10 %, уменьшения природных кормовых ресурсов на 20–30 %.

Целью и задачами настоящей работы на этапе 2017 года является изучение восстановительных сукцессий растительности на пастбищных угодьях, подвергающихся техногенному воздействию, в т. ч.:

- а) распашке целины;
- б) пирогенному фактору.

Сложившаяся в последние полвека практика ведения пастбищного хозяйства привела к увеличению экологической, экономической напряженности и техногенной нагрузке на землю. Это связано, в частности, с введением арендной формы землепользования. Назрела необходимость развития региональных программ пастбищного животноводства. Ключом к разработке таких материалов служат сведения, полученные в результате активного мониторинга пастбищных земель [1, 5].

В 2013–16 гг нами проводились исследования по изменению растительного покрова целинных и залежных земель под влиянием техногенного фактора.

По программе исследования нами были поставлены опыты по изучению восстановительных сукцессий на землях, подвергнутых распашке целины, используемых длительное время под посевы различных зерновых культур, а в настоящее время вышедшие из севооборотов, т.е. – залежах.

Опыт № 1 Мониторинг старопаханных и целинных земель

В 2013 году был проложен трансект Z 1, проходящий по старопаханным и целинным землям.

На этом участке были отмечены, подробно описаны и сфотографированы стационарные точки наблюдения. В дальнейшем в течение четырех лет мы вели ежегодное наблюдение и сравнение за изменениями растительного покрова на природных целинных пастбищах и старопаханных землях [3, 4, 7].

Стационарная точка № 1 – целинное пастбище.

Рельеф выровненный. Почвы светло-каштановые в комплексе с солонцами (75–80 %), по механическому составу – легкий суглинок.

Растительность: полынно – разнотравная ассоциация.

Доминирование – полынь черная, анабазис безлистный, пиретрум тысячелистниковый.

Субдоминанты: мортук восточный, мятлик луковичный, костер безостый, дискуренция Софьи, житняк сибирский, клоповник мусорный, бурачок, рогозавник серпорогий, пырей ползучий.

Встречается разреженно и небольшими сообществами: полынь белая, ковыль Лессинга, солянка русская, горец птичий.

Поедаемая часть составляет в среднем – 30 %

Стационарная точка № 2 – залежь 2002 г.

Рельеф выровненный. В результате перемешивания солонцового и гумусового горизонтов, произошло осолонцевание почв. По механическому составу - легкий суглинок.

Доминирование – лебеда татарская, мортук восточный, костер кровельный дискуренция Софьи, клоповник мусорный, марь красная, марь белая, липучка раскидистая, дурнишники.

Полынь белая – пятнами (диаметр – 1 м), диффузно на расстоянии 50–70 м. Полынь черная – от края поля (100–150 м) клочками. Ковыль Лессинга, пиретрум тысячелистниковый – единичные случаи – наступления от края поля. Поедаемая часть – 50 %. Стадия восстановления – бурьянистая

Стационарная точка № 3 – целинное пастбище

Рельеф бугристый. Перепад 3–4 м. Почвы светло-каштановые переходящие в бурю, механический состав супесчаный.

Растительность: ковылково-полынная ассоциация.

Доминирование – ковыль Лессинга, тырса.

Субдоминанты: полынь белая, полынь Лерха, пиретрум тысячелистниковый, типчак – разреженно.

Прутняк, шалфей – редко. Поедаемая часть – 70–80 %.

Стационарная точка № 4 – залежь 1992 г.

Рельеф – выровненная поверхность. Почвы светло-каштановые переходящие в бурю, механический состав супесчаный.

Растительность: разнотравно-полынная ассоциация.

Доминирует: гулявник большой, рыжик дикий, костер безостый, костер кровельный, рогач песчаный.

Субдоминанта: молокан татарский, шпорник, чертополох, мелколепестник канадский, житняк, лебеда, липучка раскидистая, типчак.

Имеются в наличии очаги: пырей (диаметр 1 м), тысячелистник (3м × 5 м) на S = 1 га, ковыль встречается редко.

Стационарная точка № 5 – залежь 2000 г.

Рельеф – выровненная поверхность. Почвы светло-каштановые, механический состав супесчаный с суглинком.

Растительность: полынно-разнотравно-эфемеровая ассоциация.

Доминирует полынь сероземельная, дискурения Софьи, бурачок пушистоплодный, вьюнок березка, костер безостый, костер кровельный, рогач песчаный, пырей ползучий, щетинник.

Субдоминанта – молокан татарский, чертополох, мелколепестник канадский, щирца жминдовидная, портулак огородный, козлобородник, одуванчик, горец птичий, лебеда, липучка раскидистая, подмаренник настоящий.

Стационарная точка № 6 – залежь 2001 г.

Рельеф – выровненная поверхность. Почвы светло-каштановые, механический состав супесчаный с суглинком.

Растительность: разнотравно-полынно-эфемеровая ассоциация.

Доминирует: дискурения Софьи, бурачок пушистоплодный, вьюнок березка, костер безостый, костер кровельный, рогач песчаный, щирца запрокинутая.

Субдоминанта – молокан татарский, полынь сероземельная, мелколепестник канадский, щирца жминдовидная, портулак огородный, козлобородник, одуванчик, горец птичий, лебеда, липучка раскидистая, подмаренник настоящий, гречишка вьюнковая, чертополох.

Стационарная точка № 7 – залежь 2005 г.

Рельеф – выровненная поверхность. Почвы светло-каштановые, механический состав супесчаный с суглинком.

Растительность: Разнотравно-эфемеровая ассоциация

Доминирует дискурения Софьи, пастушья сумка, подмаренник настоящий, бурачок пушистоплодный, вьюнок березка, костер безостый, костер кровельный, рогач песчаный, пырей ползучий.

Субдоминанта – молокан татарский, чертополох, татарник, мелколепестник канадский, щирца жминдовидная, портулак огородный, козлобородник, одуванчик, горец птичий, лебеда, липучка раскидистая,

Стационарная точка № 8 – целинное пастбище.

Рельеф – выровненная поверхность. Почвы светло-каштановые, механический состав супесчаный с суглинком.

Растительность: полынно-эфемеровая ассоциация.

Доминирует: полынь сероземельная (серая), костер безостый, костер кровельный.

Субдоминанта – мятлик луковичный, чертополох, мелколепестник канадский, козлобородник, горец птичий.

Имеются в наличии очаги: полынь черная (диаметр 0,5 м), ковыль встречается редко.

Классическая схема восстановления растительности распаханых земель по Е.М. Лавренко идет по следующим стадиям [3, 4]:

- стадия одно-, двулетних сорняков;
- бурьянистая стадия;
- стадия корневищных растений;
- стадия дерновинных злаков;
- вторичная целина.

Согласно нашим наблюдениям, зарастание обследованных залежей несколько отличалось от классической схемы:

- стадия одно-, двулетних сорняков – 1–2 года;
- бурьянистая стадия – 3–8 лет;
- бурьянисто-полынная – 4–15 лет;
- бурьянисто-полынно-злаковая – свыше 15 лет.

Участки, на которых восстановилась вторичная целинная степь, в процессе исследования встречены не были.

Опыт №2 Мониторинг земель, подвергавшихся пирогенному воздействию

В степной и полупустынной зоне широко распространены стихийные пожары. Пирогенный фактор часто является решающим фактором в дальнейшем преобразовании растительности.

В течение ряда лет мы изучали восстановительные сукцессии растительности на пастбищных угодьях, подвергнутые в разные годы пирогенному воздействию [3, 4, 7].

Стационарная точка № 1. Пирогенное воздействие – 2013 год

Рельеф выровненный. Почвы светло-каштановые, супесчаные с суглинком.

Растительность – исходное сообщество – полынно-злаковая ассоциация: полынь белая, типчак, пиретрум тысячелистниковый, мятлик луковичный, костер безостый, мортук восточный, рогозавник серпорогий, якорцы стелющиеся.

Растительность – восстановленное сообщество через три года – полынно-эфемеровая ассоциация: полынь белая, мятлик луковичный, пырей ползучий, льнянка обыкновенная, типчак.

Стационарная точка № 2. Пирогенное воздействие – 2010 год

Рельеф слабобугристый, перепад 2–3 м. Почвы светло-каштановые переходящие в бурую, механический состав супесчаный.

Растительность – исходное сообщество – полынно-злаковая ассоциация: полынь белая, полынь австрийская, житняк сибирский, типчак, костер кровельный, пиретрум тысячелистниковый, солянка русская, смолевка, солодка голая, прутняк, ковыль – редко.

Растительность – восстановленное сообщество через шесть лет – ковылково-полынно-разнотравная ассоциация: равномерная подстилающая основа из низкорослой полыни серой, и горькой, рогача песчаного. Доминирует молочай лозный, ковыль тырса, ковыль Лессинга, типчак, житняк сибирский, щетинники, шалфей, тысячелистник, бодяг щетинистый, осот полевой, вьюнок березка, пиретрум тысячелистниковый, горец птичий, чертополох крючочковый, латук, лебеда, дурнишник калифорнийский, цикорий, прутняк, солодка голая, шпорник, мелколепестник канадский, лапчатка.

Растительность начала восстанавливаться с молочая лозного (непоедаемый вид), ковыля и типчака. Полынь – плохо восстанавливается.

Выводы. В 2013–2016 гг. мы занимались изучением восстановительных сукцессий растительности на пастбищных угодьях, подвергающихся техногенному воздействию: распашки целины и пирогенному фактору.

В результате исследовательских работ и анализа полученных данных было выявлено следующее:

- бурьянистая стадия на различных по механическому составу и химизму почвах отличаются набором доминантной растительности. Так на солонцовых комплексах господствует лебеда татарская, марь красная, марь белая, а на супесчаных почвах – представители семейства крестоцветные – дискурения Софьи, пастушья сумка, клоповник мусорный, бурачок пушистоплодный;
- на более легких по механическому составу почвах, полынь разрастается быстро и активно и бурьянисто-полынная стадия наступает через 4–5 лет, на бурых почвах, с суглинками – не раньше 6–7 лет, а на почвах с солонцами – более 7 лет;
- на «легких» почвах (супесях) наблюдается большее разнообразие видов бурьянистой растительности;
- на суглинистых почвах залежей отмечалось более мощное развитие растений и высокие показатели их жизненности;
- при выжигании растительности происходит ряд изменений в самой почве. После выжигания растений и мертвого остатка почва оголяется и покрывается сверху золой, становится черной. В силу этого она быстрее и сильнее нагревается и иссушается. Это отрицательно отражается на жизнедеятельности почвенных микроорганизмов, а на легких почвах приводит к сносу мелкозема;

- в засушливых районах при летнем или осеннем выжигании к зиме нарастает мало травы, в результате чего снег на полях не задерживается, что ведет к иссушению почвы и на следующее лето;
- при выжигании уничтожается моховой и лишайниковый покров и старика (остатки растений прежних лет). Вместе со старикой сгорают вредные насекомые и значительное количество семян растений, вследствие чего уменьшается роль однолетников и многолетников, размножающихся семенами;
- уменьшается участие в травостое многолетних растений, у которых почки возобновления находятся над поверхностью почвы (полыни, тысячелистник и др.);
- увеличивается роль растений, у которых почки возобновления находятся в земле (солодка голая) или имеют защитные несгорающие приспособления (чешуйки, остатки прошлогодних побегов и т.п.). Поэтому меньше всего страдают корневищные и корнеотпрысковые растения (пыреи, вострецы, бодяки и др.), растения с крупными плотными дернинами (ковыль волосатик, щучка и др.);
- при выжигании полынно-злаковых ассоциаций урожай фитомассы и ее поедаемость после трех лет возобновления не увеличивается;
- в условиях резко-континентального климата Северного Прикаспия, на светло-каштановых супесях через шесть лет после пирогенного воздействия фитоценоз естественного пастбища не только восстановился, но и пополнился большим видовым составом, в т.ч.: молочай лозный, ковыль тырса, ковыль Лессинга, типчак, шалфей, тысячелистник, бодяг щетинистый, осот полевой, вьюнок березка, горец птичий, чертополох крючочковый, латук, лебеда, дурнишник калифорнийский, цикорий, шпорник, мелкопестник канадский, лапчатка, верблюжья колючка;
- после пирогенного воздействия через шесть лет увеличилась не только урожайность фитоценоза естественного пастбища, но и поедаемость растений более чем в два раза за счет увеличения видового разнообразия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Зволинский, В.П.* Земельные и агроклиматические ресурсы аридных территорий России/ В.П.Зволинский, И.С.Зонн, И.А.Трофимов [и др.]. – М.: Изд-во ПАИМС, 1998. – С. 56.
2. *Кулик, К.Н.* Опустынивание в России и агролесомелиорация в борьбе с ним/К.Н.Кулик// Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 80-летию ВНИАЛМИ. 17-19 октября 2011г.- Волгоград: ВНИАЛМИ, 2011. – С. 438.
3. *Лавренко, Е. М., Ларин, И. В., Сукачев, В. Н.* Краткое руководство для геоботанических исследований в связи с полезащитным лесоразведением и созданием устойчивой кормовой базы на юге Европейской части СССР, [Текст], [сборник], Академия наук СССР, Институт леса, Ботанический институт им. В. Л. Комарова, Комплексная научная экспедиция по вопросам полезащитного лесоразведения ; [отв. ред.: акад. В. Н. Сукачев, чл.-корр. АН СССР Е. М. Лавренко, проф. И. В. Ларин]. – Москва : Издательство Академии наук СССР , 1952 . – 190, [1] с. .- ил.
4. *Ларин И.В.* Практикум по луговодству и пастбищному хозяйству / Соавт. Т.Р. Годлевский и др. – 2-е изд., перераб. – М.: Колос, 1964. – 239 с.
5. *Михайличенко Б.П., Тащилин В.А., Переправо Н.И.* и др. Концепция развития кормопроизводства в Российской Федерации. – Москва, 1999. – 70 с.
6. *Туманян, А.Ф.* Агроэкологические и геоботанические аспекты деградации и повышения продуктивности фитоценозов в аридной зоне Прикаспия: дис.док-ра.с.-х.н.: 06.01.09/Туманян Антонина Федоровна. – Астрахань, 2005. – С. 390.
7. *Шамсутдинов З.Ш., Назарюк Л.А.*, и др. Методические указания по мобилизации растительных ресурсов и интродукции аридных кормовых растений. – М.: Изд-во РАСХН, 2000.

А.А. Володькин

Пензенский государственный аграрный университет, г. Пенза, Россия

ИНТРОДУКЦИЯ ХВОЙНЫХ ПОРОД В ЛЕСНЫЕ НАСАЖДЕНИЯ ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

Чистые и смешанные хвойные насаждения с преобладанием в составе сосны обыкновенной занимают более 31 % земель лесного фонда Пензенской области, образуя устойчивые фитоценозы. Хвойные насаждения являются источником ценной древесины, обладают высокой рекреационной привлекательностью и обеспечивают экологическую устойчивость ландшафтов.

Хвойные древесные породы по сравнению с мягколиственными полнее удовлетворяют потребности лесозаготовительного производства в ценных сортах лесоматериалов. В связи с этим, лесохозяйственные предприятия, осуществляя мероприятия по лесовосстановлению и уходу за лесом, стремятся к увеличению площадей и повышению доли участия хвойных пород в составе лесонасаждений. Такое направление характерно для лесного хозяйства многих развитых зарубежных стран.

В Пензенской области рост площадей с преобладанием в составе древостоя хвойных пород осуществляется только за счет одной породы – сосны обыкновенной, которая образует высокопродуктивные насаждения благоприятных для её роста почвенно-грунтовых условиях.

В Пензенской области на площади около 1500 га в лесных насаждениях, лесопарках, дендрологических парках произрастает свыше 100 видов интродуцированных древесно-кустарниковых пород, в том числе около 30 видов хвойных.

Проведенные исследования показали, что многие интродуцированные древесно-кустарниковых породы проявляют большие преимущества по сравнению с местными породами по скорости роста, продуктивности, качеству древесины, эстетическим свойствам.

Установлено, что интродуцированные хвойные древесные породы (лиственница европейская, ель сибирская и др.) в благоприятных лесорастительных условиях образуют насаждения с запасом высококачественной древесины 500–1000 м³/га и более, что в 3–5 раз превышает запасы одновозрастных насаждений местных пород.

Лесные культуры таких интродуцентов, как ель черная, сосна Банкса, туя западная, пихта бальзамическая и сибирская, хотя и не достигают столь высоких запасов древесины, однако они отличаются высокими декоративными свойствами, что определяет их большую ценность для лесов рекреационного значения.

Эколого-биологическая устойчивость интродуцентов является важнейшим показателем, характеризующим их потенциальные возможности успешного произрастания. Древостои интродуцированных хвойных пород превосходно сохранились в условиях Пензенской области до приспевающего и спелого возраста, имеют высокие запасы древесины, под пологом леса, на многих участках где успешно развивается естественное возобновление. Все это дает основание рекомендовать отнести многие инорайонные хвойные породы к числу ценных лесообразователей наравне с местными породами.

Результаты исследований показывают, что в целях улучшения породного состава лесов, повышения лесоводственной и экономической эффективности выращивания лесонасаждений рекомендуются: лиственницы европейская, сибирская, Сукачева и даурская, ели обыкновенная и сибирская, как наиболее высокопродуктивные лесообразователи, устойчивые против заглущения лиственной порослью для создания культур на вырубках малоценных лиственных пород в целях замены их на более ценные хвойные породы, а также для облесения неудобных земель, пустырей и прогалин на суглини-

стых и супесчаных почвах, подстилаемых плотной глиной и сильно щебенистых, где сосна обыкновенная не обеспечивают необходимой сохранности посадок и продуктивности.

Сосна Веймутова рекомендуется для создания насаждений эксплуатационного значения, однако культуры этой породы следует размещать на безлесных площадях или на участках с незначительной интенсивностью возобновления лиственной поросли, так как она в первые годы после посадки по скорости роста уступает лиственнице, менее теневынослива по сравнению с елью, и она менее конкурентноспособна с лиственной порослью.

Производство лесных культур и посадок в населенных пунктах инорайонных хвойных пород рекомендуется в следующих типах условий произрастания: Д2, Д3, С2, С3 – пихты бальзамическая и сибирская, кедр сибирский, ели обыкновенная, сибирская, Энгельмана, колючая, канадская, красная, лиственницы сибирская, Сукачева, даурская; Д1, Д2, С1, С2 – лиственница европейская, сосна веймутова; А2, В2, С2 – сосна Банкса; С2, В2, Д2 – сосна черная; С2, С3, В2, В3 – туя западная.

При культивировании на вырубках с наличием естественного возобновления хозяйственно ценных местных лиственных пород (дуб, ясень, липа) интродуценты вводятся как главные породы с размещением посадочных мест: лиственница – $4,0 \times 1,5$ м, $4,0 \times 2$ м (1700 и 1250 шт. на 1 га); ели, пихты, кедр, сосна Банкса, туя западная – $3,0 \times 1,5$ м (2220 шт. на 1 га), сосна Веймутова, сосна черная – $3,5 \times 1,5$ м (1900 шт. на 1 га).

При создании культур инорайонных хвойных пород на безлесных площадях (неудобные земли, пустыри, прогалины и т.д.) вводятся сопутствующие породы в таком же количестве. В этом случае расстояние между сеянцами (саженцами) в ряду будет 0,75–1,0 м, между рядами 3–4 м. Кроме того, в рядах целесообразно ведение кустарниковых пород. Широкие междурядья (3–4 м) необходимы для прохода лесохозяйственной техники при уходе за почвой (культивация) и при лесоводственном уходе за древостоями. В качестве сопутствующих пород и кустарников рекомендуются: в лиственных культурах – липа мелколистная, ясень, дуб, ель обыкновенная, рябина, клен остролистный, клен полевой, лещина. Эти же сопутствующие породы, кроме ели, могут использоваться при создании культур сосны Веймутовой, сосны черной, кедра сибирского. Сосну Банкса целесообразно смешивать с сосной обыкновенной, рябиной, лещиной.

Вышеназванные породы ели и пихты в культурах могут смешиваться с кедром сибирским, сосной обыкновенной, а также с березой бородавчатой, липой, дубом, рябиной, кленом остролистным, лещиной.

При выращивании культур лиственницы и ели необходимо строго учитывать, чтобы эти породы культивировались в благоприятных для них экологических условиях местопроизрастания. В процессе их выращивания в смешении с другими породами необходимо добиваться такого их соотношения, чтобы в росте по высоте и характеру развития крон лиственница и ель были преобладающими. Отклонения от этих условий ведут к снижению продуктивности и ухудшению роста насаждений.

В насаждениях интродуцентов, произрастающих в Пензенской области, на деревьях формируются вполне доброкачественные и жизнеспособные семена, пригодные для посева в питомниках и выращивания посадочного материала.

Сбор шишек необходимо производить в следующие сроки: лиственницы сибирская и даурская – конец июля – начало августа; пихта сибирская и бальзамическая – конец августа – начало сентября; лиственница европейская и Сукачева – конец августа – сентябрь; сосна Веймутова, кедр сибирский, ель Энгельмана, колючая, канадская, красная, туя западная, псевдотсуга – сентябрь; ель обыкновенная и сибирская – со второй половины октября; сосна Банкса, сосна черная – октябрь–ноябрь. В жаркое засушливое лето семена созревают раньше, в прохладное и дождливое – позже. В связи с этим, при определении конкретных сроков сбора шишек следует учитывать погодные условия

вегетационного периода. Семена лиственницы имеют более высокие посевные качества на лесосеменных плантациях и насаждениях, произрастающих на возвышенных местоположениях. На отдельно стоящих деревьях и в понижениях семена лиственниц, как правило, имеют низкую всхожесть. Это необходимо учитывать при проектировании и создании лесосеменных плантаций и организации сбора семян.

Более чем столетний опыт интродукции хвойных пород в условиях Пензенской области показывает, что интродуценты формируют устойчивые, высокопродуктивные древостои, способные давать жизнеспособные семена местного происхождения. Интродукция хвойных пород позволяет повышать биоразнообразие и эстетическую привлекательность биогеоценозов, их продуктивность при использовании для посадки быстрорастущих и хозяйственно ценных пород хвойных деревьев. Максимальное применение в лесохозяйственном производстве интродуцированных хвойных пород позволит обеспечить значительное повышение продуктивности лесонасаждений и наиболее полное удовлетворение в высококачественной древесине, а также улучшение эстетических свойств рекреационных лесов и озеленительных посадок.

В связи с чем, рекомендуется внести в нормативные документы, касающиеся воспроизводства лесов, положения о возможности использования интродуцентов при создании лесных культур в качестве ценных древесных пород. При этом следует продолжить изучение влияния интродуцентов на состояние фитоценозов, на рост и развитие пород местного происхождения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Володькин А.А.* Опыт интродукции лиственницы в Пензенской области / А.А. Володькин, О.А. Володькина. // *Нива Поволжья*. – 2010. – № 4(17). – С.77–81.
2. *Володькин А.А.* Опыт интродукции пихты бальзамической в Пензенской области / А.А. Володькин, О.А. Володькина // *Проблемы и мониторинг природных экосистем* // Сб. материалов II Международной научно-практической конференции. – Пенза: РИО ПГСХА, 2015. – С. 30–33.
3. *Розно С.А.* Итоги интродукции древесных растений в лесостепи Среднего Поволжья: монография. – С. А. Розно, Л. А. Кавеленова. – Самара: Самар. университет. – 2007. – 227 с.
4. *Степанов, А.Т.* Итоги интродукции хвойных пород в лесные насаждения лесостепи Поволжья: автореф. дис. ... канд. с.- х. наук / А.Т. Степанов. – Воронеж, 1978. – 20 с.

УДК 502.1

Л.В.Гребенюк, М.В. Степанов

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

СОСТОЯНИЕ ДЕРЕВЬЕВ В ПАРКЕ «ЛИПКИ» (Г. САРАТОВ)

Основные экологические факторы в крупных городах существенно отличаются от тех, которые влияют на растения в естественной обстановке. Загрязнение окружающей среды оказывает влияние на физиологические функции растений, их состояние и продолжительность жизни. Кроме экологических факторов, на состояние растений в городах влияет нарушение технологии посадки и обрезки деревьев, состояние и состав почвенного покрова, обеспечение водой и элементами питания, повреждение вредителями, более высокая температура почвы летом под асфальтом и др. [1, 2].

В городе Саратове, являющемся крупным промышленным центром, насчитывается около 1126,1 га зеленых насаждений общего пользования, что составляет 13,0 м² на одного жителя (81 % от нормы). В городе явно недостаточно городских парков, обеспечи-

вающих горожан разнообразными видами отдыха в условиях, приближенных к природным. Основное количество деревьев имеет средний возраст от 16 до 40 лет. В настоящее время около 50 % зеленых насаждений достигли предельного возраста и нуждаются в замене [3, 4].

Парк «Липки» (площадь 4,7 га) в Саратове находится в центральной части города и является одним из любимых мест для отдыха. Древесная растительность «Липок» насчитывает 55 видов и форм, принадлежащих к 20 ботаническим семействам. Среди лиственных деревьев господствует липа мелколистная, занимая на некоторых участках сада до 70 % древостоя [5]. При проведении исследований авторами также отмечены: ясень обыкновенный, тополь бальзамический и пирамидальный, клен платановидный и американский, робиния лжеакация, береза повислая, черемуха обыкновенная, рябина обыкновенная, лиственница сибирская, ель колючая, ель колючая формы голубая, ель канадская. Среди кустарников зафиксированы сирень обыкновенная, чубушник венечный, калина обыкновенная формы бульденеж и др.

Древесная и кустарниковая растительность в парке испытывает на себе значительную антропогенную нагрузку. Для определения степени нарушения стабильности деревьев часто применяется оценка стабильности растений по уровню асимметрии морфологических структур, в частности выраженности флуктуирующей асимметрии. При нормальном состоянии окружающей среды различия между правой и левой сторонами листовой пластинки дерева минимальны, при возрастающем негативном воздействии асимметрия возрастает [6, 7]. Показатель флуктуирующей асимметрии позволяет фиксировать даже незначительные отклонения параметров среды [8].

Наиболее часто исследователи в качестве тест-объекта используют березу повислую (*Betula pendula* Roth.). Авторы, взяв за основу работу Т.Б. Матвеевой [9], провели определение состояния липы мелколистной (*Tilia cordata* L.), произрастающей в парке «Липки». Сбор и обработка материала проводились по общепринятой методике. Сбор листьев осуществлен в июле 2017 года с 53 деревьев. Сорок из них произрастают по периметру парка, в 5–7 м от ограды (по 10 деревьев со стороны ул. Волжская, ул. Соборная, пл. Соборная и ул. Радищева). Остальные 13 деревьев были выбраны равномерно в центральной части парка. Листья (по 10 штук с каждого дерева, одного размера, без повреждений) брались с укороченных побегов из нижней части кроны, на высоте 1,5–2 м, с разных направлений роста веток в кроне. С каждого листа были сняты показатели по пяти параметрам с левой и правой стороны листа: 1 – ширина половинки листа; 2 – длина 2-ой жилки 2-го порядка от основания листа; 3 – расстояние между основаниями 1-ой и 2-ой жилок 2-го порядка; 4 – расстояние между концами этих жилок; 5 – угол между главной жилкой и 2-ой от основания жилкой 2-го порядка.

Оценка стабильности развития по каждому признаку сводилась к оценке асимметрии (учет различий в значениях признаков слева и справа). Для каждого промеренного листа вычислялось отношение величин асимметрии для каждого признака, для этого разность между промерами слева (L) и справа (R) делят на сумму этих же промеров $(L-R) / (L+R)$. Далее вычислялся показатель асимметрии для каждого листа (суммировалось значение отношения величин асимметрии по каждому признаку и делилось на число признаков). В третьем действии вычислялся показатель стабильности развития (рассчитывалось среднее арифметическое всех величин асимметрии для каждого листа).

Для оценки отклонений состояния организма использовалась следующая шкала (табл. 1).

Для лип, произрастающих в парке «Липки», значения показателя асимметрии варьируют от 0,033 до 0,088, что соответствует степени загрязнения территории от «условная норма» до «крайне неблагоприятные условия». Необходимо отметить, что для преобладающей территории парковой зоны условия произрастания деревьев оцениваются как 1 балл – «условная норма» и 2 балла – «слабое влияние неблагоприятных факторов» (рис. 1).

Значение коэффициента флуктуирующей асимметрии в баллах для *Tilia cordata* L. в зависимости от степени загрязнения территории [9]

Стабильность развития в баллах	Степень загрязнения	Суммарный показатель флуктуирующей асимметрии для <i>Tilia cordata</i> L.
1	Условная норма	до 0,042
2	Слабое влияние неблагоприятных факторов	0,042–0,051
3	Загрязненные районы	0,052–0,061
4	Сильно загрязненные районы	0,062–0,071
5	Крайне неблагоприятные условия	более 0,071

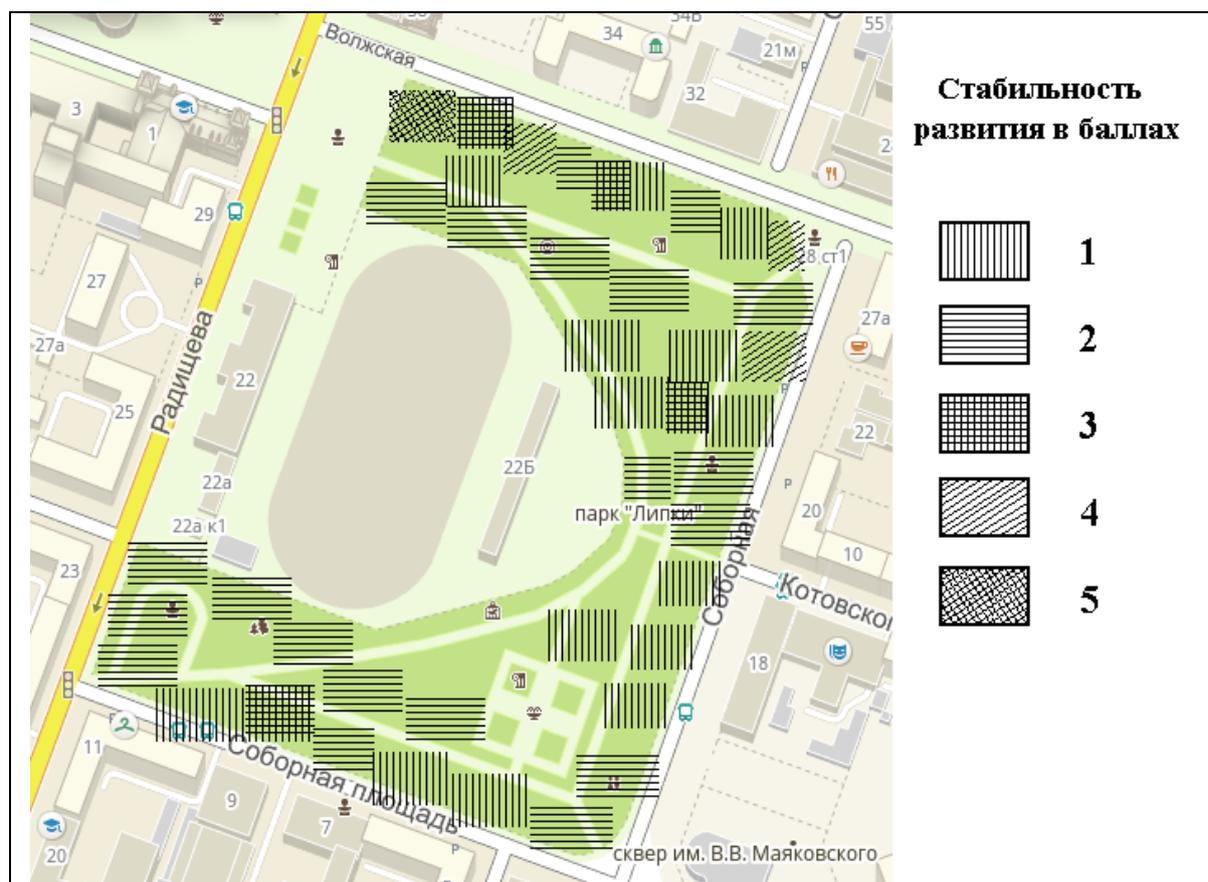


Схема территории парка «Липки» с градацией по стабильности развития липы мелколистной в баллах

Авторами отмечены менее благоприятные условия вдоль ул. Волжская. С 4 ноября 2016 года эта улица стала пешеходной зоной, а до этой даты она была загружена автотранспортом. Возможно, в почвенном покрове за многие годы накоплены соединения тяжелых металлов (свинца), которые негативно влияют на развитие растений. Также на состояние почвенного покрова вдоль ограды парка может оказывать реагент, который используют в зимний период во время гололеда.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Илькун Г.М. Газоустойчивость растений. – Киев. – 1971. – 146 с.
2. Кулагин Ю.З. Древесные растения и промышленная среда. М. – 1974. – 125 с.

3. О состоянии и об охране окружающей среды Саратовской области в 2015 году. – Саратов. – 2016. – 247 с.

4. Гребенюк Л.В., Степанов М.В. Рекреационные зоны в градостроительной системе города Саратова // Хартия Земли - практический инструмент решения фундаментальных проблем устойчивого развития. Сб. матер. Международной научно-практической конференции, посвященной 15-летию реализации принципов Хартии Земли в Республике Татарстан. – Казань: Татар. кн. изд-во. – 2016. – С. 124–127.

5. Исторические ландшафтные памятники Саратова. – [Электр. ресурс] <http://mybiblioteka.su/2-45255.html>

6. Захаров В.М., Баранов А.С., Борисов В. И. и др. Здоровье среды: методика оценки. М.: Центр экологической политики России. – 2000. – 66 с.

7. Palmer A.R. Strobeck C. Fluctuating asymmetry as a measure of developmental stability: implications of nonnormal distributions and power of statistical tests// Acta Zool. Fenn. – 1992. – Vol. 191. – P. 57–72.

8. Корона В.В., Васильев А.Г. Строение и изменчивость листьев растений: основы модульной теории. 2-е изд, испр. и доп. – Екатеринбург. – 2007. – 280 с.

9. Матвеева Т.Б. Комплексная характеристика пригородных лесов окрестностей Самары – Автореф. диссер. на соискание уч. степени канд. биол. наук. Саратов, 2015. – 20 с.

УДК 633.11:632.934

*М.А. Даулетов¹, А.Л. Пономарева¹, Е.Н. Шевченко¹, А.Т. Бикимбаева¹,
Б.З. Шагиев¹, А.С. Султанов¹, Н.И. Стрижков²*

¹Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов, Россия

²ФГБНУ Научно исследовательский институт сельского хозяйства Юго-Востока,
г. Саратов, Россия

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ПОЧВЫ КАК ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ГЕРБИЦИДОВ В ПОСЕВАХ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

Различные гербициды при умеренных дозировках временно подавляют рост и развитие некоторых групп микроорганизмов. Вместе с тем многие их виды последовательно разрушают препараты до практически нетоксичных метаболитов и простых органических соединений [1, 3, 4, 7].

Наблюдения проводили в 2016–2017гг. на полях мягкой озимой пшеницы (сорт: Саратовская 90) ФГБНУ НИИСХ Юго-Востока. Сразу после внесения, гербициды подавляли активность микроорганизмов в верхнем слое почвы. Здесь количество разложившейся ткани (в слое почвы 0–10 см) к первому учёту, проведённому через 2 недели после внесения препаратов, было на 14 % меньше по сравнению с контролем. Однако, разложение ткани (в слое почвы 10–20 см) было больше, чем в контроле на 25 %. Повидимому, вместе с выпавшими осадками происходило некоторое вымывание препаратов в нижележащие слои почвы (10–20 см), а в малых количествах гербициды не оказывают критического воздействия на бактерии. На глубине почвы 20–30 см количество разложившейся ткани, на экспериментальных вариантах, было почти в 1,5 раза больше по сравнению с контролем.

В дальнейшем на вариантах с применением гербицидов активность целлюлозаразлагающих бактерий резко возрастала, и к концу вегетации количество разложившейся ткани было существенно выше, чем на контрольных делянках. В верхнем слое почвы на 16 %, в среднем на 38,5 % и на горизонте 20–30 см на 15 %.

Полученные данные показывают, что гербициды в оптимальных дозах не подавляют развитие почвенных бактерий, а вызывает лишь кратковременное угнетение. Об этом свидетельствуют и многие литературные источники.

Таким образом, предлагаемый подход к изучению гербицидов в агроценозах с поправкой на региональную специфику позволяет решать научно-практические задачи с учётом требований максимальной биологической эффективности применяемых и регистрируемых гербицидов в сочетании с повышенным вниманием к их экологической безопасности, в частности для правильного планирования севооборота на землях, которые могут быть в какой-то мере загрязнены гербицидами, применявшимися в прополочных целях ранее [1, 2, 5, 6].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агроэкологические аспекты использования гербицидов в посевах озимой пшеницы / И. В. Сергеева [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2016. – № 1. – С. 27–32.
2. Агроэкологические аспекты применения химических средств защиты посевов проса от сорных растений в Саратовском Правобережье / М. А. Даулетов [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2017. – № 9. – С. 3–9.
3. Использование гербицидов в борьбе с сорной растительностью на посевах озимой пшеницы / Ю. Я. Спиридонов [и др.] // Устойчивое развитие мирового сельского хозяйства: материалы Междунар. науч.-практ. конф. посвящ. 80-летию проф. А.А. Прохорова. – Саратов, 2017. – С. 102–105.
4. Борьба с сорной растительностью на посевах зерновых культур / Р. Г. Сайфуллин [и др.] // Инновационные технологии создания и возделывания сельскохозяйственных растений : материалы III Междунар. науч.-практ. конф. – Саратов: Амирит, 2016. – С. 67–69.
5. Применение комплексных гербицидов для защиты яровой пшеницы от сорных растений в агроэкосистемах Саратовского Правобережья / Н. И. Стрижков [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2016. – № 6. – С. 41–46.
6. Разработка интегрированной технологии защиты посевов полевых культур от болезней, вредителей и сорняков на основе биологических и химических методов / Ю. Я. Спиридонов [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2017. – № 9. – С. 37–42.
7. Химическая защита посевов озимой пшеницы от сорных растений в условиях НИИСХ Юго-Востока / М. А. Даулетов [и др.] // Вавиловские чтения–2016: материалы конф.; ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ. – Саратов, 2016. – С. 194–196.

УДК 633.11:632.51 (470.44.47)

*К.Е. Денисов¹, А.С. Султанов¹, Б.З. Шагиев¹, М.А. Даулетов¹,
А.Т. Бикимбаева¹, Н.И. Стрижков²*

¹Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов, Россия

²ФГБНУ Научно исследовательский институт сельского хозяйства Юго-Востока,
г. Саратов, Россия

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЗАЩИТЫ ПОСЕВОВ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ОТ СОРНЫХ РАСТЕНИЙ В НИЖНЕМ ПОВОЛЖЬЕ

Совершенствование существующих и разработка новых экологически безопасных, не нарушающих природного равновесия методов борьбы с сорной растительностью является актуальной задачей защиты растений в Нижнем Поволжье [1, 2, 3, 4, 5, 6].

В исследованиях, проведённых в посевах яровой пшеницы Саратовская 42, нами изучалась эффективность комплексных гербицидов: Элант (0,8 л/га); Фенизан

(0,17 л/га); Диален-супер (0,7 л/га); Луварам (1,6 л/га), на неудобренном и удобренном фонах, в 2017 г.

В опытах, проведённых на полях НИИСХ Юго-Востока, применённые препараты интенсивно угнетали сорную флору. На делянках с применением различных препаратов засорённость снизилась к первому учёту на 88,9–93,4 %. Гербициды проявили высокую токсичность как в отношении однолетних, так и многолетних сорных растений. К уборке их эффективность несколько снижалась и составила 82,7–86,6 %.

Наиболее высокую активность в борьбе с сорняками в посевах яровой пшеницы показал Элант (0,8 л/га). Гибель сорных растений через месяц после его внесения составила 93,8 %. Токсическое воздействие он оказывал как на однолетние, так и многолетние сорняки. Элант проявлял достаточно высокую эффективность в течение всего вегетационного периода.

Высокая фитотоксичность препаратов оказала своё влияние и на снижение вегетативной массы сорных растений. К концу вегетации яровой пшеницы масса сорняков уменьшилась при применении Эланта (0,8 л/га) на 93,8 %, Фенизана (0,17 л/га) на 92,1 %, Диалена-супер (0,7 л/га) на 82,9 %. На фоне удобрений эти показатели несколько выше: 94,3 %; 94,2 %; 84,7 % соответственно. Угнетающее действие эталона против многолетних сорняков было на уровне других препаратов, а против однолетних значительно ниже – 66,4.

Прирост дополнительной продукции от гербицидов составил 0,11–0,21 т/га, от удобрений 0,04 т/га, а от совместного действия минеральных удобрений и гербицидов 0,14 т/га до 0,21 т/га. Наибольшая прибавка урожая получена от Эланта (0,8 л/га) и Фенизана (0,17 л/га). Урожайность яровой пшеницы при их применении на неудобренном фоне составила 1,6–1,5 т/га, на удобренном 1,7–1,6 т/га.

Обобщая результаты наших исследований можно сделать вывод, что в борьбе против комплекса многолетних и однолетних сорняков наиболее эффективно применение гербицидов Элант (0,8 л/га) и Фенизан (0,17 л/га).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агроэкологические аспекты применения химических средств защиты посевов проса от сорных растений в Саратовском Правобережье / М. А. Даулетов [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2017. – № 9. – С. 3–9.
2. Влияние на урожай яровой пшеницы сроков внесения фенизана / Ю. Я. Спиридонов [и др.] // Устойчивое развитие мирового сельского хозяйства: материалы Междунар. науч.-практ. конф. посвящ. 80-летию проф. А.А. Прохорова. – Саратов, 2017. – С. 14–17.
3. Защита посевов яровой пшеницы от сорных растений в Нижнем Поволжье / М. А. Даулетов [и др.] // Вавиловские чтения–2014: материалы. конф.; ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2014. – С. 178–181.
4. Применение комплексных гербицидов для защиты яровой пшеницы от сорных растений в агроэкосистемах Саратовского Правобережья / Н. И. Стрижков [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2016. – № 6. – С. 41–46.
5. Разработка интегрированной технологии защиты посевов полевых культур от болезней, вредителей и сорняков на основе биологических и химических методов / Ю. Я. Спиридонов [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2017. – № 9. – С. 37–42.
6. Элементы сортовой агротехники в защите посевов пшеницы от вредных организмов на черноземах южных Саратовского Правобережья / Н. И. Стрижков [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2015. – № 6. – С. 39–42.

**М.Г. Дивашук, П.Ю. Крупин, А.В. Полховский, А.А. Кочешкова,
Г.И. Карлов**

Центр молекулярной биотехнологии ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К.А.Тимирязева,
Г. Москва, Россия

ОЦЕНКА КОПИЙНОСТИ МОБИЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ГЕНОМЕ ПЫРЕЯ СРЕДНЕГО *THINOPYRUM INTERMEDIUM*

Мобильные генетические элементы (МЭ) – последовательности ДНК, которые могут перемещаться внутри генома. Существует два класса мобильных элементов: класс I, или ретротранспозоны, которые распространяется по геному по принципу «копировать-вставить» посредством синтеза РНК с промотора терминального повтора (LTR-ретротранспозоны) или внутреннего промотора (неLTR-ретротранспозоны); класс II, или ДНК-транспозоны, которые распространяются по геному либо по принципу «вырезать-вставить», либо «копировать-вставить». Классы подразделяются на суперсемейства и семейства в зависимости механизма встраивания, структуры и кодируемых белков. МЭ составляют значительную часть геномов растений: 40 % генома риса, 80 % генома кукурузы, 90 % генома пшеницы. Цветковые растения, в том числе злаки, несут в своём геноме большое разнообразие МЭ, среди которых преобладают LTR ретротранспозоны I класса. С одной стороны, активность МЭ в геноме растений подавляется с помощью метилирования ДНК, модификаций хроматина и малых РНК. С другой стороны, МЭ играют большую роль в эволюции растений: они приводят к образованию мутаций, способны регулировать экспрессию генов в том числе через микроРНК, приводить к образованию новых аллелей и генов. Активность МЭ значительно возрастает при полиплоидизации и в условиях стресса, что обеспечивает адаптацию и необходимое разнообразие. Изучение копийности МЭ позволяет отслеживать эволюцию злаков и лучше понять роль МЭ в видообразовании.

Надёжным инструментом определения копийности (квантификации) определённого участка ДНК в геноме является полимеразная цепная реакция в реальном времени (ПЦР-РВ). Путём определения цикла амплификации целевого фрагмента и нормализации его относительно референсного гена можно определять его относительную копийность и сравнивать виды между собой.

Пырей средний *Thinopyrum intermedium* ($J^1J^{vs}St$, $2n = 42$) – многолетний злак, который широко используют в селекции пшеницы благодаря его высокой устойчивости к биотическим и абиотическим стрессам и хорошей скрещиваемости с пшеницей. В пшеницу от пырея среднего были перенесены гены устойчивости к листовой ржавчине (Lr19, Lr38), стеблевая ржавчина (*Sr44*), к вирусу полосатой мозаики пшеницы (*WCM*), к вирусу желтой карликовости ячменя (*Bdv2*) и устойчивости к клещу *Aceria tosichella* Keifer. Селекционно-генетическую ценность в улучшении пшеницы имеют такие свойства пырея среднего как солеустойчивость, засухоустойчивость и многоцветковость колоса. Гипотетическими донорами субгеномов в литературе называют диплоидные виды *Th. bessarabicum* или *Th. elongatum*, виды *Pseudoroegneria* и *Dasypyrum*. При этом консенсусной модели образования пырея среднего и схемы его аллополиплоидизации не выработано. Изучение копийности МЭ в геноме *Th. intermedium* позволит получить дополнить наши знания о геномной структуре этого вида и пролить свет на его эволюцию.

Целью нашего исследования было квантификация следующих мобильных элементов: LTR-ретротранспозонов суперсемейства *Gypsy* (*Fatima*, *Latidu*, *Sabrina*, *Erika*, *BAGY2*, *Geneva*), *Copia* (*Angela-A*, *Barbara*, *WIS-A*, *BAREIC*, *Veju*), неLTR-ретротранспозонов (*Ramona*, *Paula*) и ДНК-транспозонов (*Balduin*, *Rong*, *Charon*) у *Th.*

intermedium методом ПЦР-РВ. Пересчет копийности ведётся на один усреднённый субгеном.

В результате проведённого анализа была показана высокая копийность ретроэлементов *Sabrina*, *BAGY2*, *Angela*, *WIS-A* у пырея среднего. У ретроэлементов *Barbara*, *BAREIC* и транспозона *Balduin* у пырея среднего копийность на порядок ниже. Ретротранспозон *Veju* показал копийность, сопоставимую с однокопийными генами. *Fatima*, *Latidu*, *Erika*, *Geneva*, *Ramona*, *Paula*, *Charon*, *Rong* нами методом ПЦР-РВ не были выявлены.

Полученные нами данные могут быть использованы в изучении аллополиплоидной природы пырея среднего *Th. intermedium* и изучении отдельных популяций этого вида.

Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ № 17-04-01871а.

УДК 633.12:581.144.4:581.132

В.В. Заикин, Е.И. Чекалин, А.В. Амелин

Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина,
г. Орел, Россия

ЯРУСНАЯ И ДНЕВНАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ИНТЕНСИВНОСТИ ФОТОСИНТЕЗА ЛИСТЬЕВ У СТАРЫХ И СОВРЕМЕННЫХ СОРТОВ ГРЕЧИХИ

Фотосинтез играет важнейшую роль в формировании урожая [1, 2]. Однако в результате селекции у многих сельскохозяйственных культур не выявлено положительное влияние активности фотосинтеза на рост урожайности [3, 4], хотя за счет данного физиологического процесса образуется свыше 95 % сухого вещества урожая [5]. По-видимому, это обусловлено тем, что фотосинтез представляет собою весьма сложный по организации и функционированию процесс, трудно поддающийся эндогенному регулированию [1, 6]. Поэтому стоит задача, у каждой сельскохозяйственной культуры выявить особенности проявления фотосинтеза и продукционного процесса и найти эффективные пути их управления. Эта задача особую актуальность приобретает на современном этапе селекции, ввиду того, что сорт в настоящее время стал основным фактором формирования урожая и, очевидно, его роль в обеспечении дальнейшего прогресса сельского хозяйства только будет нарастать [7, 8].

В этой связи большой интерес представляет изучение особенностей проявления интенсивности фотосинтеза листьев у растений гречихи, как наиболее востребованной культуры на агропродовольственном рынке России.

Методика исследований. Исследования проводились в рамках тематического плана ЦКП Орловского ГАУ «Генетические ресурсы растений и их использование» по совместной программе с селекционерами Всероссийского научно-исследовательского института зернобобовых и крупяных культур (ФГБНУ ВНИИЗБК).

Опытный материал выращивался в условиях вегетационного опыта методом почвенной культуры с использованием полимерных сосудов емкостью 5 кг сухой почвы. Почва использовалась из пахотного горизонта опытного участка, просеянная через сито с отверстиями 10 мм. Удобрения вносили из расчета азота 0,10 г, фосфора 0,15 г и калия 0,10 г на 1 кг почвы. Сосуды были снабжены трубками для нижнего полива. Перед посевом их доводили до поливного веса – из расчета 70 % от полной влагоемкости почвы. После посева сосуды засыпали песком слоем в 1 см, для предотвращения интенсивного испарения влаги.

Для посева отбирали хорошо развитые, неповрежденные семена, предварительно просиженные в чашках Петри на фильтровальной бумаге. Через 5–6 дней после появления всходов проводили прореживание, оставляя в сосуде по 5 растений (Ляханов А.П. и др., 1994).

Объектами основных исследований являлись 5 сортов гречихи разных периодов селекции, которые условно были разделены на 3 группы: местные сортопопуляции из Орловской области (К-406 и К-1709); старые сорта – селекции 1930-х гг. (Богатырь) и современные сорта – селекции 1990-х гг. (Дождик, Дикуль).

Интенсивность фотосинтеза определяли по оригинальной методике немецкой фирмы Li – COR у интактных растений в режиме реального времени с помощью портативного газоанализатора Li – 6400 XT.

Полученные экспериментальные данные обработаны с помощью современных компьютерных программ с учетом методических рекомендаций Б.А. Доспехова (1985).

Результаты и обсуждение. Проведенные полевые исследования показали, что в результате селекции рост семенной продуктивности растений гречихи во многом достигается за счет формирования мощного фотосинтетического потенциала, величина которого у современных сортов больше по сравнению с более старыми сортообразцами в среднем на 13,3 %. Данные преимущества современных сортов отмечаются во все годы исследований не зависимо от погодных условий вегетации растений. Причем, сортовые различия по ФП достоверно начинали проявляться с фазы «цветение + 10 дней» и сохранялись вплоть до уборки урожая. Формирование более мощного по размеру фотосинтетического потенциала современными сортами культуры обеспечивалось в основном за счет листовой поверхности, а не продолжительности ее функционирования, так как по вегетационному периоду развития растений существенных генотипических отличий между группами сортообразцов не выявлено [9].

При этом, чистая продуктивность фотосинтеза листьев в результате селекции существенно не меняется. Ее величина в большей степени зависит от погодных условий вегетации растений, чем от их наследственных особенностей. Наиболее высокая чистая продуктивность фотосинтеза отмечается у сортов культуры в период вегетативного роста и фазу «цветение + 30 дней», когда наблюдается у растений массовый налив семян и частичное их созревание [9].

Однако, по интенсивности ассимиляции листьями молекул CO_2 современные сорта культуры достоверно превосходят своих предшественников. По результатам вегетационных опытов, при оптимальном увлажнении почвы (70 % от полной влагоемкости) их превосходство над местными сортопопуляциями и сортами селекции 1930–60-х годов по величине данного показателя составляло в среднем за вегетацию 15,0 и 7,8 %, соответственно. Но наиболее существенные и достоверные преимущества проявлялись в основном в период массового налива семян и находились на уровне 23,3 и 8,6 %, а в фазу «цветение + 30 дней» – 20,0 и 12,1 %. В период вегетативного роста различия между группами сортообразцов по ИФ листьев отмечались лишь за счет отдельных их представителей (табл. 1).

Данные вегетационного опыта согласуются и с результатами, полученными ранее в полевых опытах [10].

Примечательно, что в результате селекции активность фотосинтеза листьев гречихи возросла не только в верхних, но и нижних ярусах растений. В фазу плодообразования современные сорта культуры Дикуль и Дождик по интенсивности фотосинтеза нижних листьев превосходили местные популяции в среднем на 48,9 %, а старый сорт Богатырь – на 16,3 %, по активности листьев средних ярусов – на 51,0 и 8,6 %, а верхних – на 27,7 и 12,5 %, соответственно (рис. 1). В среднем на растение интенсивность фотосинтеза листьев современных сортов была выше, по сравнению с местными популяциями и старыми сортами на 46,2 и 12,3 %, соответственно.

Интенсивность фотосинтеза ($\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2\text{s}$) у различных сортов гречихи по фазам развития, данные вегетационного опыта 2014–2016 гг.

Название сортообразца	Фазы роста и периоды развития						В среднем за вегетацию
	вегетативный рост	бутионизация	начало цветения	цветение+10 дней	цветение+20 дней	цветение+30 дней	
Местные сортопопуляции (Орловские)							
К-406	4,36	8,36	7,23	7,15	7,18	6,54	7,64
К-1709	7,01	11,11	10,01	9,81	10,12	7,85	10,15
Среднее	5,69	9,74	8,62	8,48	8,65	7,20	8,90
Старый сорт (селекции 1930-х г.)							
Богатырь	6,50	10,51	9,47	9,43	10,31	7,92	9,69
Современные сорта (селекции 1990 гг.)							
Диккуль	6,53	11,53	10,32	10,12	11,32	8,70	10,60
Дождик	6,84	10,87	9,74	9,48	11,24	9,32	10,41
Среднее	6,69	11,20	10,03	9,80	11,28	9,01	10,51
НСР ₀₁	0,61	0,43	0,61	0,45	0,60	0,43	–

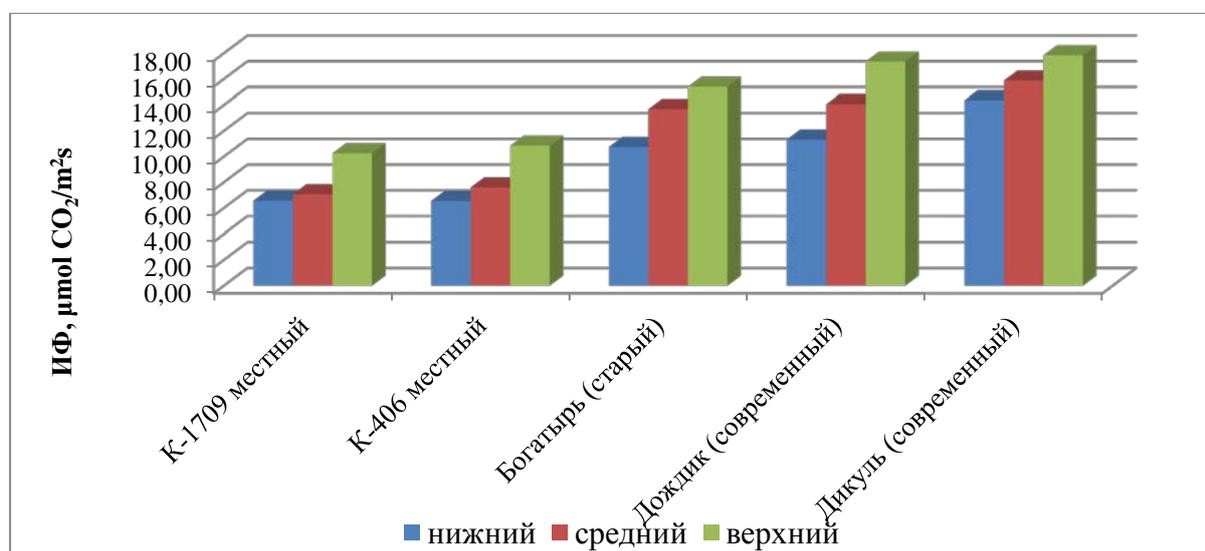


Рис. 1. Интенсивность фотосинтеза у сортов гречихи в зависимости от яруса листьев в фазу цветение + 10 дней, данные вегетационного опыта 2013–2014, 2016 гг.

При этом наиболее интенсивно протекал фотосинтез листьев растений в предполуденное время – с 8 до 11 часов, когда активно уже светит солнце, а температура воздуха еще не столь высокая и составляла во время учетов 18–20 °С, что является благоприятным условием для рассматриваемого процесса. Современные сорта культуры в данный

отрезок времени по интенсивности фотосинтеза листьев превосходили старые сорта в среднем на 9,4 %, а местные популяции – на 30,4 % (рис. 2).

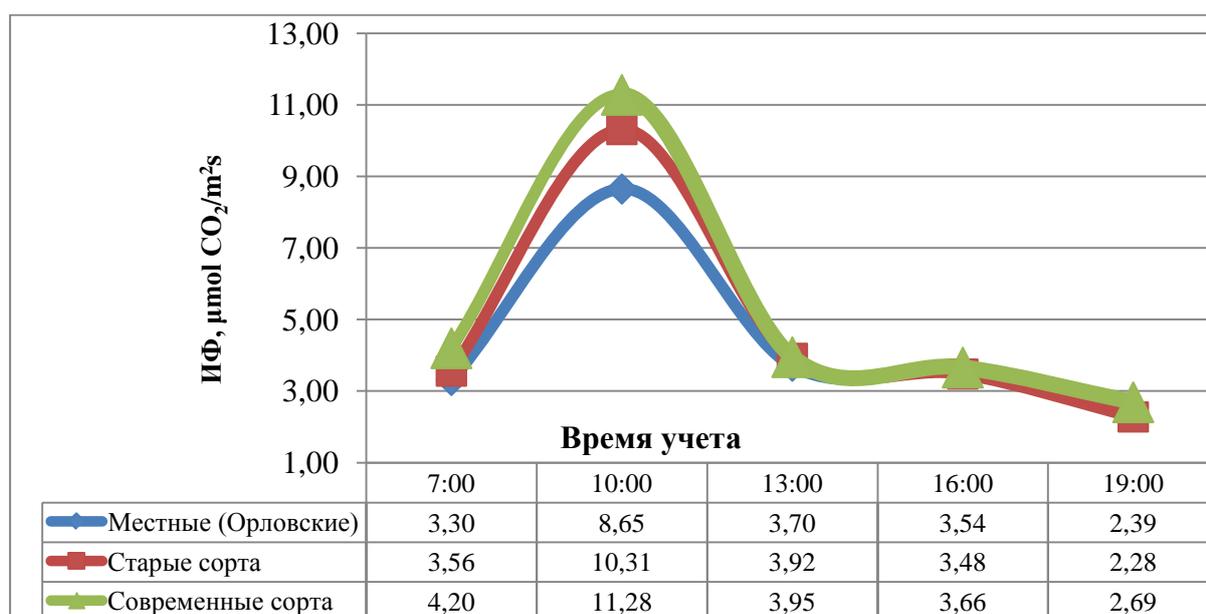


Рис. 2. Дневной ход интенсивности фотосинтеза у разных групп сортов гречихи в фазу «цветение+20 дней», данные вегетационного опыта 2014–2016 гг.

Таким образом, подтверждается ранее сделанный вывод о том, что у растений гречихи фотосинтетическая активность листьев играет важную роль в достижении более высокой урожайности культуры средствами селекции [11]. Поэтому было бы целесообразно, выведение новых сортов проводить на основе применения как традиционных, так и новых методов. Доказано, что данная работа вполне может быть эффективной. Генофонд культуры характеризуется широким диапазоном изменчивости показателей фотосинтеза. В годы исследований генотипический интервал варьирования интенсивности фотосинтеза листьев в фазу образования плодов находился у растений в пределах 4–16 $\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2\text{s}$ [12].

Однако необходимо иметь в виду, что устойчивость к экстремальным факторам погоды в результате селекции гречихи имеет выраженную тенденцию к снижению. Превосходство современных сортов культуры по интенсивности фотосинтеза листьев отмечается лишь при благоприятных по увлажнению и температуре условиях, а в засуху ее активность оказывается даже ниже (в среднем на 38 %), чем у предшественников [13, 14].

Поэтому, создание адаптивных сортов было бы целесообразно проводить по показателям не только активности, но и стабильности фотосинтеза при эффективном использовании преобразованной фотоэнергии в продукционном процессе растений. Для этого необходимо регулярно оценивать генофонд культуры и выделять из него наиболее ценные для селекции источники отмеченных свойств. В данном случае важно выявлять такие генотипы, у которых высокая активность фотосинтеза проявлялась бы при пониженной интенсивности транспирации, учитывая, что на этот процесс растением может расходоваться свыше 60 % энергии, из-за чего К.А. Тимирязев транспирацию назвал «необходимым злом» растений (1964).

Селекцию по показателям фотосинтеза у гречихи можно осуществлять как методом гибридизации, так и целенаправленным внутривидовым отбором [11, 15].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мокронос, А.Т. Онтогенетический аспект фотосинтеза / А.Т. Мокронос. – М.: Наука, 1981. – 169 с.
2. Ничипорович, А.А. Энергетическая эффективность фотосинтеза и продуктивность растений / А.А. Ничипорович. – Пушино: НЦ БИ АН СССР, 1979. – Т. 3. – 37 с.
3. Абдуллаев, Х.А. Интенсивность фотосинтеза и урожайность сортов тонковолокнистого хлопчатника / Х.А. Абдуллаев, Х.Х. Каримов, Б.Б. Гиясиддинов, Б.А. Солиева, Х.М. Миракилов, М.М. Саиднабиев // Доклады Академии наук Республики Таджикистан. – 2010. – № 5 (Т. 53). – С. 398–404.
4. Evans, L.T. Morphological and physiological changes among rice varieties used in the Philippines over the last seventy years / L.T. Evans, R.M. Visperas, B.S. Vergara // Field Crops Res. – 1984. – V. 8. – P. 105–124.
5. Ничипорович, А.А. Теория фотосинтетической продуктивности растений / А.А. Ничипорович // Итоги науки и техники. Физиология растений. Теоретические основы продуктивности растений. – М.: ВИНТИ, 1977. – Т. 3. – С. 11–55.
6. Насыров, Ю.С. Генетическая регуляция формирования и активности фотосинтетического аппарата / Ю.С. Насыров // Физиология фотосинтеза. – М.: Наука, 1982. – С. 146–164.
7. Жученко, А.А. Адаптивная система селекции растений (эколого-генетические и экономические основы) / А.А. Жученко // Селекция и семеноводство сельскохозяйственных культур в России в рыночных условиях. – М.: ЭкоНива. – 2011. – С. 52–61.
8. Созинов, А.А. Селекционно-генетические аспекты повышения продуктивности и качества зерна пшеницы / А.А. Созинов // Фотосинтез и продукционный процесс / Под ред. Ничипоровича А.А. – М.: Наука, 1988. – С. 226–237.
9. Заикин, В.В. Фотосинтетический потенциал и чистая продуктивность фотосинтеза у сортов гречихи разных периодов селекции / В.В. Заикин, А.В. Амелин // Вестник ОрелГАУ. – 2017. – № 4(67). – С. 10–16.
10. Amelin, A.V. Variability of photosynthesis intensity in cultivated common buckwheat *Fagopyrum esculentum* Moench. Depending on ontogenetic phase and environment conditions / A.V. Amelin, A.N. Fesenko, E.I. Chekalin, I.N. Fesenko, V.V. Zaikin // The 13th International Symposium on Buckwheat. Section VI Ecology and environment. – 2016. – P. 773–778.
11. Амелин, А.В. Интенсивность фотосинтеза листьев растений гречихи в связи с селекцией на высокую и стабильную урожайность / А.В. Амелин, Е.И. Чекалин, В.В. Заикин, А.Н. Фесенко // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2017. – № 66. – С. 32–37.
12. Амелин, А.В. Гено- и фенотипические особенности проявления интенсивности фотосинтеза листьев у растений гречихи / А.В. Амелин, А.Н. Фесенко, В.В. Заикин // Вестник ОрелГАУ. – 2015. – №6(57). – С. 18–22.
13. Амелин, А.В. Адаптивный потенциал фотосинтеза и продукционного процесса у местных форм и сортообразцов гречихи (*Fagopyrum esculentum* Moench) разных периодов селекции / А.В. Амелин, А.Н. Фесенко, Е.И. Чекалин, В.В. Заикин // Сельскохозяйственная биология. – 2016. – №1 (51). – С. 79–88.
14. Заикин, В.В. Адаптивные возможности генофонда гречихи и перспективы их использования в селекции / В.В. Заикин, А.В. Амелин // Успехи современной науки (130 лет со дня рождения Н.И. Вавилова). – 2017. – № 9. – Т.2. – С. 75–81.
15. Амелин, А.В. Фотоэнергетический потенциал – «Клондайк» в селекции / А.В. Амелин, А.Н. Фесенко, Е.И. Чекалин, В.В. Заикин, А.М. Задорин, В.Т. Городов, И.В. Кулешова // Селекция, семеноводство и генетика. – 2016. – № 6. – С. 12–13.

А.Ю. Колесова, Л.П. Лобанова, Ш.В. Маггеррамов, А.А. Полубабкина

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

ЦИТОЭМБРИОЛОГИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕТРАПЛОИДНОЙ КУКУРУЗЫ, СКЛОННОЙ К ПАРТЕНОГЕНЕЗУ

Аннотация. В результате анализа генеративных структур у тетраплоидной гибридной формы кукурузы КрП-1×АТ-1 описан спектр изменчивости структурной организации пыльцы и зародышевых мешков. Установлена возможность передачи признаков апомиксиса от диплоидной партеногенетической линии АТ-1 через мужские гаметы тетраплоидной форме.

Ключевые слова: кукуруза, тетраплоиды, пыльца, зародышевый мешок, партеногенез.

Одной из актуальных задач современной селекции кукурузы остается создание новых сортов и гибридов с расширенной генетической основой. Важное место в расширении разнообразия исходного материала и получении ценных форм и сортов занимает полиплоидия. Полиплоидия, являясь типом геномной мутации, представляет собой один из наиболее эффективных способов получения новых генотипов. Перевод растений на полиплоидный уровень часто сопровождается радикальными изменениями в генотипе, влияющими на продуктивность растений [6, 10, 11]. Значительный интерес представляет получение полиплоидной кукурузы с признаками апомиксиса, поскольку при переходе на полиплоидный уровень может увеличиваться частота апомиксиса [12, 13].

Одним из подходов получения полиплоидной апомиксичной кукурузы является гибридизация полиплоидной кукурузы с партеногенетическими диплоидными линиями, которые могут служить донорами этого признака. В данной работе приводятся результаты исследований мужского и женского гаметофитов у тетраплоидной формы кукурузы, склонной к партеногенезу. Поскольку признаки апомиксиса регистрируются на цитоэмбриологическом уровне, то именно исследования генеративных структур позволяют установить факт передачи гибриднему полиплоидному потомству признаков апомиксиса от партеногенетических линий.

Гибридные тетраплоидные растения были получены нами при опылении тетраплоидной формы КрП-1 краснодарской селекции пыльцой линии АТ-1, созданной на кафедре генетики СГУ и склонной к гаплоидному партеногенезу [14, 15]. В данном исследовании анализируются тетраплоидные растения после 5 лет отбора на повышение частоты признаков апомиксиса. Всего было проанализировано более 3-х тысяч пыльцевых зерен и 750 зародышевых мешков 7 растений.

Качество пыльцы считается основным критерием оценки популяций на склонность к апомиксису [5] и тесно связано с плодовитостью растений [6]. К дефектной пыльце принято относить пыльцевые зерна с разной степенью дегенерации и с аномальным клеточным строением. У тетраплоидного гибрида КрП-1×АТ-1 количество дегенерирующей пыльцы в среднем составило 7,7 %, а с аномальным клеточным строением – 4,4 %, что незначительно и недостоверно отличается от данных, полученных для линии АТ-1. Совпадает практически и спектр зарегистрированных аномалий. Это пыльцевые зерна с остановкой развития на 1–2-ядерной стадии (1,1 %) и с дополнительными вегетативными ядрами или спермиями (1,1 %).

Однако при анализе пыльцы тетраплоидного гибрида следует обратить внимание на два признака, которые отличают его от линии АТ-1. Во-первых, у гибридной тетраплоидной формы более 2 % аномальных пыльцевых зерен представлены крупными зернами неправильной формы: овальными, каплевидными, гантелевидными, а также структурами более сложной формы. Такая пыльца часто имела нормальное клеточное строе-

ние, но могла быть безъядерной, одноядерной, с двумя вегетативными ядрами или с дополнительными спермиями. Признак «атипичная форма пыльцы» отсутствует у растений АТ-1, но является характерным для тетраплоидной формы КрП-1 [4, 7] и определяется специфическими нарушениями мужского мейоза [8]. Присутствие пыльцы атипичной формы у тетраплоидного гибрида, указывает, что признак наследуется по материнской линии и проявляется в гибридном потомстве примерно с той же частотой.

Во-вторых, частота образования у гибридного тетраплоида мелких или крупных пыльцевых зерен увеличена по сравнению с диплоидной линией АТ-1 в 12 раз. Обнаруженное отличие является, вероятно, следствием полиплоидии, а не склонности растений к апомиксису. Таким образом, каких-либо специфических отклонений в строении пыльцы, свидетельствующих о склонности тетраплоидного гибрида КрП-1×АТ-1 к апомиксису, не выявлено.

Наиболее надежным способом определения возможности развития партеногенетических зародышей является анализ зародышевых мешков при отсутствии опыления. У всех тетраплоидных гибридных растений наряду с типичными зародышевыми мешками обнаружены мешки иного строения. К ним были отнесены зародышевые мешки с признаками апомиксиса и с нарушениями структуры яйцевого аппарата и центральной клетки. Были выделены следующие основные типы аномальных зародышевых мешков с:

- автономным (партеногенетическим) развитием зародыша;
- автономным развитием эндосперма;
- дополнительными клетками в яйцевом аппарате;
- нарушенной дифференциацией яйцевого аппарата;
- дополнительными полярными ядрами.

Аномальные зародышевые мешки встречались у всех растений КрП-1×АТ-1, их частота варьировала от 4,6 до 23,4 %. Частота зародышевых мешков с автономным развитием зародышей у разных растений составила 1–8 %. Их партеногенетическое развитие подтверждается отсутствием следов пыльцевой трубки, изоляцией початков и наличием полярных ядер. Зародыши содержали от 2-х до 42-х клеток. В некоторых зародышевых мешках наряду с развивающимся зародышем присутствовала яйцеклетка, или одновременно развивалось два зародыша.

У тетраплоидных растений обнаружено также автономное развитие эндосперма, частота которого у отдельных растений достигала 7,1 %. Число ядер эндосперма варьировало от 2 до 80. У тетраплоида КрП-1×АТ-1 отмечено образование в ЗМ дополнительных клеток в яйцевом аппарате и яйцеклеткоподобных синергид, из которых, по свидетельству ряда авторов, могут развиваться дополнительные партеногенетические или амфимиктичные зародыши, что является обычно причиной гаплоидии и полиэмбрионии [2, 3, 9].

Сравнительный анализ характера развития автономного зародыша и эндосперма, а также спектр аномалий зародышевых мешков у тетраплоида КрП-1×АТ-1 и диплоидной линии АТ-1, детально исследованной ранее [2, 9], в значительной степени сходен. Обнаруженная вариабельность частоты зародышевых мешков с признаками апомиксиса у разных растений гибридного тетраплоида открывает возможность дальнейшего отбора растений с более высокой степенью партеногенеза у полиплоидной кукурузы.

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют, что генетические факторы, контролирующие автономное развитие зародыша и эндосперма, могут передаваться через мужские гаметы и экспрессироваться в генотипических средах с разным уровнем плоидности. Перед селекционерами постоянно будет стоять задача перевода на апомиксис культурных растений. Однако этот процесс трудоемкий и очень длительный, и пока надежный метод не найден, необходимо продолжать работу в этом направлении.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Апанасова Н.В.* Характеристика пыльцы у некоторых линий кукурузы // Вавиловские чтения – 2009: Материалы Межд. науч.-практ. конф. – Саратов: Изд-во «КУБиК», 2009. – С. 9–11.
2. *Гуторова О.В., Апанасова Н.В., Юдакова О.И.* Создание генетически маркированных линий кукурузы с наследуемым и индуцированным типами партеногенеза // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2016. – Т.18, №2. – С. 341–344.
3. *Еналеева Н.Х., Тырнов В.С.* Цитогенетическое проявление элементов апомиксиса у линии кукурузы АТ-1 и ее гибридов // Апомиксис у растений: состояние проблемы и перспективы исследований. – Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 1994. – С. 57–59.
4. *Колесова А.Ю., Лобанова Л.П.* Цитоэмбриологическое изучение триплоидных растений кукурузы. Бюллетень ботанического сада Саратовского государственного университета. – Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 2015. – Вып. 13. – С. 155–161.
5. *Куприянов П.Г.* Диагностика систем семенного размножения в популяциях цветковых растений. – Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 1989. – 160 с.
6. *Лаптев, Ю.П.* Гетероплоидия в селекции растений. – М.: Изд-во Колос, 1984. – 248 с.
7. *Лобанова Л.П., Колесова А.Ю., Анохина И.С., Долотова Н.Л.* Особенности развития пыльцы у тетраплоидной кукурузы // Бюллетень ботанического сада Саратовского государственного университета. – Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 2010. – Вып. 9. – С. 156–161.
8. *Магерамов Ш. В., Лобанова Л. П., Колесова А. Ю.* Некоторые возможности статистического анализа для характеристики мейоза тетраплоидной кукурузы // Специалисты АПК нового поколения (экономические науки): сборник статей Всероссийской научно-практической конференции. «Саратовский ГАУ».– Саратов: ООО «ЦеСАин». – 2016. – С. 457–460. URL: <http://www.sgau.ru/files/pages/3875/14659811570.pdf>.
9. *Тырнов В.С., Еналеева Н.Х.* Автономное развитие зародыша и эндосперма у кукурузы // Докл. АН СССР. – 1983. – Т. 272, №3. – С. 254–259.
10. *Хаджинов М.И., Щербак В.С.* Полиплоидия у кукурузы // Теоретические и практические проблемы полиплоидии: М.: Наука, 1974. – С. 27–41.
11. *Хатефов Э.Б., Щербак В.С.* К вопросу селекции тетраплоидной кукурузы // Аграрная Россия. – 2011. – № 4. С. – 44–50.
12. *Юдин Б.Ф.* Партеногенез у диплоидной и автотетраплоидной кукурузы // Цитология и генетика культурных растений. – Новосибирск: Наука, 1972. – С. 9–30.
13. *Gustafsson A.* Apomixis in higher plants. – Lunds C.W.K. Gleerup., 1946-1947. – 370 pp.
14. *Tyrnov V.S.* Producing of parthenogenetic forms of maize // Maize Genetics Cooperation Newsletter. – 1997. – № 71. – P. 73–74.
15. *Tyrnov V.S., Kolesova A.Y., Smolkina Y.V.* Possibility of producing maize tetraploid analogies from parthenogenesis lines // Maize Genetics Cooperation Newsletter. – 2006. – Vol. 80. – P. 27.

УДК 581.144

В.В. Коробко, О.Ф. Шевлягина

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

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ ПРОРОСТКОВ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ НА СОДЕРЖАНИЕ ФОТОСИНТЕЗИРУЮЩИХ ПИГМЕНТОВ

Требования сельскохозяйственных растений к температурному режиму в разные периоды онтогенеза имеют большое значение при решении вопросов о технологии возделывания. Твердая пшеница, являясь важной продовольственной и экономически ценной сельскохозяйственной культурой, более требовательна к условиям возделывания по сравнению с мягкой пшеницей. Изучение влияния температурного фактора на рост и развитие проростков растений создает возможности регулирования продукционного процесса за счет агротехнического воздействия на корнеобразование и развитие побега.

Объектом исследования служили проростки 18 сортов твердой пшеницы *Triticum durum* L. Культивирование осуществлялось в климатоканере в течении 14 дней при двух температурных режимах: 15 ± 1 °C и 20 ± 2 °C. Данные значения температуры лежат в пределах оптимального для роста и развития пшеницы температурного интервала, который составляет 10–24 °C.

На основании проведенного исследования выделены сорта, для которых характерно более высокое содержание хлорофилла *a* в пластинке первого листа проростков при температуре культивирования 15 ± 1 °C – это сорта Лилёк, Луч 25, Краснокутка 12, Аннушка, Харьковская 23, Елизаветинская, Валентина, Гордеиформе 432, Саратовская 57, Крассар, Оренбургская 10, Николаша (рис. 1, рис. 2). Количественное содержание хлорофилла *b* в пластинке первого листа проростков этих сортов, культивированных при температуре 15 ± 1 °C также превышает аналогичные значения при более высокой температуре. Исключение составил сорт Лилёк, для которого повышение температуры культивирования до 20 ± 2 °C сопровождалось повышением хлорофилла *b* в 1,6 раза.

Для проростков некоторых сортов отмечен положительный эффект более высокой температуры культивирования на содержание зеленых пигментов. В значительной степени этот эффект проявился у сортов ND 600 и Памяти Чеховича: культивирование при температуре 20 ± 2 °C привело к повышению содержания хлорофилла *a* на 36 % и 25 % по сравнению с проростками, культивированными при 15 ± 1 °C. У проростков сортов Алейская, Кубанка, Безенчукская 210 и НИК наблюдается повышение количества хлорофилла *a* на 7–11 %. Понижение температуры культивирования проростков этой группы сортов до 15 ± 1 °C приводит к снижению количественного содержания хлорофилла *a* на 25–30 % у проростков сортов Безенчукская 210 и ND 600, у других сортов этой группы – на 4–11 %.

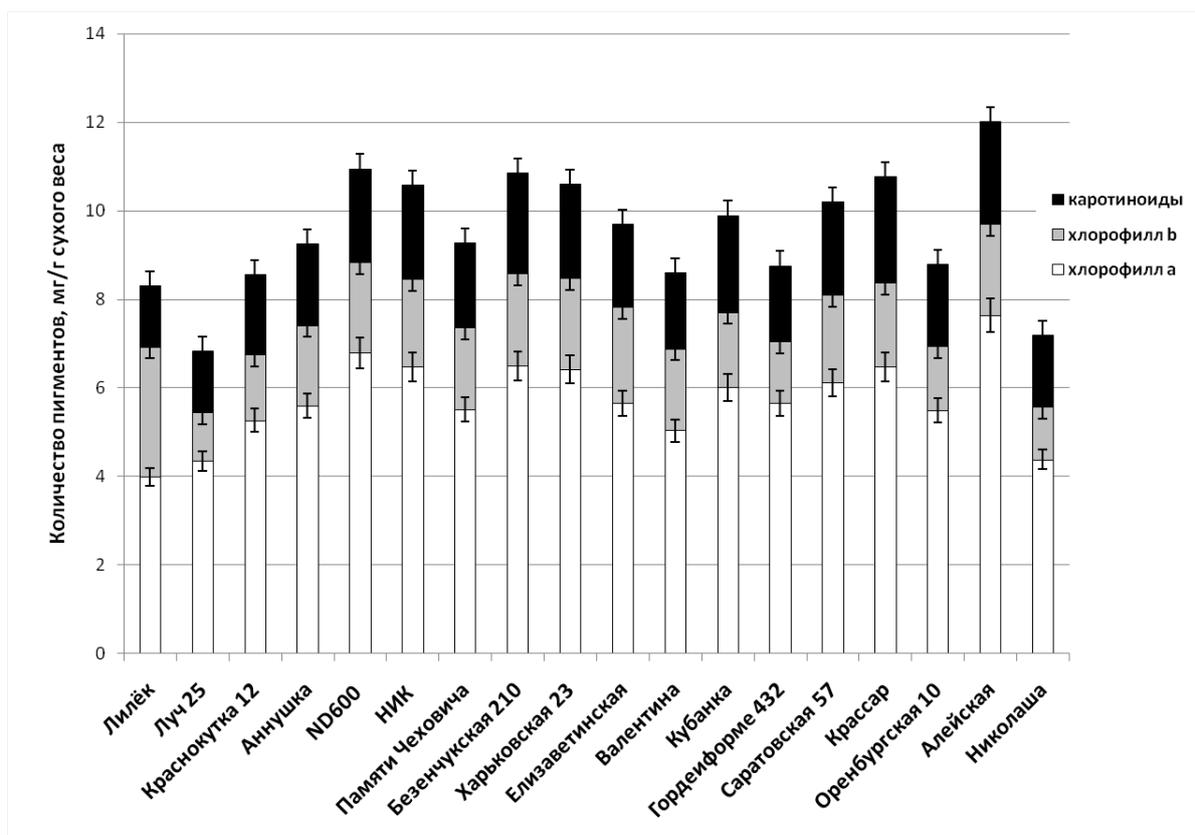


Рис. 1. Содержание пигментов в пластинке первого листа проростков твердой пшеницы при температуре культивирования 20 ± 2 °C

Одним из показателей, характеризующих активность фотосинтетического аппарата растений, является соотношение содержания хлорофилла *a* и *b*. Установлено, что более высокая температура культивирования способствует увеличению соотношения хлорофиллов *a/b* у проростков сортов Краснокутка 12, Памяти Чеховича, Оренбургская 10 на 14–20 %, у сортов Аннушка, Кубанка, Алейская, Николаша – на 3–6 % по сравнению с аналогичными значениями при 15 ± 1 °С. Соотношение зеленых пигментов у проростков сорта Луч 25, выращенных при 20 ± 2 °С в 1,5 раза выше, чем при 15 ± 1 °С. У других исследованных сортов в условиях более высокой температуры соотношение зеленых пигментов снижается.

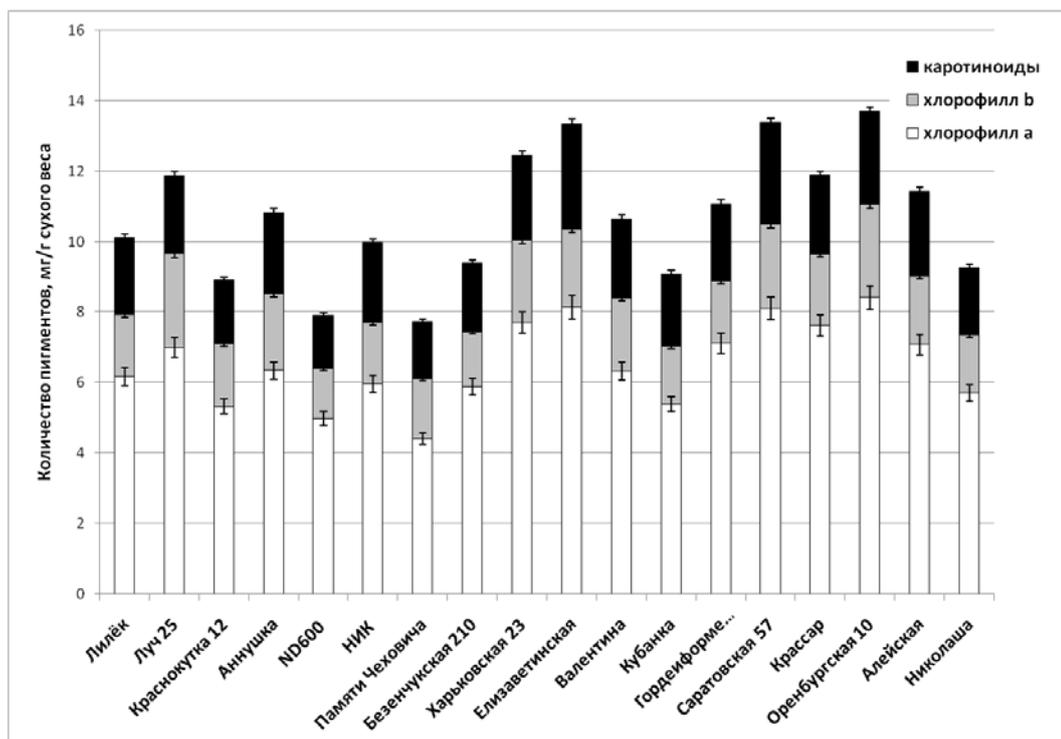


Рис. 2. Содержание пигментов в пластинке первого листа проростков твердой пшеницы при температуре культивирования 15 ± 1 °С

Установлено, что более низкая температура культивирования оказывает положительный эффект на содержание каротиноидов в пластинке первого листа таких сортов твердой пшеницы, как Лилёк, Луч 25, ND 600, Памяти Чеховича, Безенчукская 210, Крассар. Для проростков сортов Краснокутка 12, Кубанка, Алейская различия в количественном содержании каротиноидов в условиях эксперимента являются статистически не достоверными. У растений других исследованных нами сортов твердой пшеницы отмечено повышение содержания каротиноидов при температуре культивирования 20 ± 2 °С.

Таким образом, на основании исследования влияния температурного фактора на количественное содержание пигментов в пластинке первого листа проростков, установлено, что реакция сортов твердой яровой пшеницы на изменение температурного режима культивирования является сортоспецифичной. Изучение требований различных сортов твердой пшеницы к температурному фактору в разные периоды онтогенеза имеет большое значение при решении вопросов об их технологии возделывания и создает перспективы эффективного регулирования продукционного процесса.

К.П. Королев

Тюменский государственный университет, г. Тюмень, Россия

**ФОРМИРОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ АДАПТИВНОСТИ
У КОЛЛЕКЦИОННЫХ ОБРАЗЦОВ *LINUM USITATISSIMUM* L.
РАЗЛИЧНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ В УСЛОВИЯХ
СЕВЕРО-ВОСТОКА БЕЛАРУСИ**

Выделить адаптивные и стрессоустойчивые генотипы возможно в системе конкурсного и экологического испытания, в условиях максимально сходных с теми, в которых будут выращивать сорт. При этом в качестве дополнения к принятой оценке по показателям продуктивности и устойчивости к экологическим факторам используют методики, которые позволяют определить пластичность и стабильность генотипа. Эти показатели характеризуют особенности адаптации сортов к условиям внешней среды, могут быть использованы для их агроэкологического районирования. Наряду с этим они дают представления о достоинствах и недостатках генотипов, позволяют формировать направления селекционного процесса (Аношенко, 1992).

К показателям пластичности относят среднее квадратичное отклонение (σ), коэффициент линейной регрессии (b_i), коэффициент вариации ($V, \%$), которые характеризуют способность сорта отзываться на улучшение условий выращивания повышением продуктивности. Данный метод изложен в работах (Валекжанин В.С., 2012; Гончаренко А.А., 2005; Eberhart S.A., 1966) и основан на расчёте коэффициента линейной регрессии (b_i), характеризующего экологическую пластичность сорта, и среднего квадратичного отклонения от линии регрессии ($S^2 d_i$), определяющего стабильность сорта в различных условиях среды (Пакудин В. З., 1984). Однако в работах осуществлялась оценка других культур и нигде не встречались результаты экологического анализа льна-долгунца, что и обусловило необходимость проведения данной работы.

Материалом для исследования выступали коллекционные образцы из генофонда Института льна. За период полевых опытов было изучено 43 образца различного эколого-географического происхождения. В качестве стандартов в раннеспелой группе, использовался сорт Ярок, среднеспелой – Алей и позднеспелой – Могилевский.

Изучение коллекционных образцов льна-долгунца проводилось в соответствии с методикой (Методические указания, 2011). Оценка коллекционных образцов на устойчивость к фузариозному увяданию проводилось с использованием инфекционно-провокационного фона.

Статистическая обработка полученных экспериментальных данных проведена методом дисперсионного корреляционного, вариационного анализов (Доспехов Б.А., 2004).

Закладка коллекционного питомника изучения проводилась на опытном поле Республиканского научного дочернего унитарного предприятия «Институт льна», Оршанского района, Витебской области, в трехкратной повторности, площадь делянки составляла 1 м^2 . Размещение делянок систематическое. Почвы дерново-подзолистые, легкосуглинистые, подстилаемые с глубины 1 м моренным суглинком с содержанием гумуса – 1,6–1,9 %, подвижных форм фосфора – 193,0–428,0 мг/кг почвы, обменного калия – 107,0–219,0 мг/кг почвы, рН – 5,2–5,9 ед. За годы проведения исследований, среднесуточная температура воздуха и количество выпавших осадков было выше средне-многолетних значений.

В ходе проведения двухфакторного дисперсионного анализа, достоверность фактора «генотипы» была доказана результатами среди образцов льна-долгунца, выращенных в различных условиях среды. Значимость вариации среднего квадрата «генотип × среда»

(линейная) не доказана, что указывает на одинаковую реакцию генотипов на изменяющиеся условия выращивания (табл.).

Результаты двухфакторного дисперсионного анализа (2011–2013 гг.)

Источник варьирования	Число степеней свободы	Средний квадрат			
		Урожайность соломы	Урожайность семян	Содержание длинного волокна	Развитие фузариоза
Генотип (А)	42	1604,3**	2345,8	5918,27*	456,7
Среда (В)	2	704,5**	10234,9**	456,8**	2223,8**
«Генотип x среда» (АВ)	129	23,5*	345,6	890,4*	532,9

* достоверно при 95 % уровне значимости

** достоверно при 99 % уровне значимости

При 95 % и 99 % уровне значимости установлено, что наибольший вклад генотипа (фактор А) отмечалось по показателю «урожайность соломы» и «процентное содержание длинного волокна», фактора «В» по признакам «урожайность семян» и «степень развития фузариозного увядания».

Общую характеристику средовых условий получают при сравнении индексов факторов среды. Лучшие условия для формирования урожайности соломы у коллекционных образцов льна-долгунца сформировались в 2011 году, в котором получена и самая высокая урожайность (985 г/м², Urite-2). Для семян – 2012 год – максимальная урожайность – 111,3 г/м² (Sheyenne); процентное содержание длинного волокна в тресте – 2013 год (34,3 г/м², Alizee). Развитие фузариозного увядания – 2011 г.

Индексы среды по годам исследования различались: урожайность соломы – $I_j(2011 \text{ г.}) = 89,2$, $I_j(2012 \text{ г.}) = -46,3$, $I_j(2013 \text{ г.}) = -43$. Урожайность семян: $I_j(2011 \text{ г.}) = 0,9$, $I_j(2012 \text{ г.}) = 8,3$, $I_j(2013 \text{ г.}) = -89,2$; степень развития фузариозного увядания: $I_j(2011 \text{ г.}) = -4,2$, $I_j(2012 \text{ г.}) = -4,4$, $I_j(2013 \text{ г.}) = 0,2$; процентное содержание длинного волокна: $I_j(2011 \text{ г.}) = 0,6$, $I_j(2012 \text{ г.}) = -3,5$, $I_j(2013 \text{ г.}) = 3,0$.

На основании расчета коэффициента регрессии по урожайности соломы стабильными были: Восход ($b_i=0,29$), Тимірязівець ($b_i=0,16$), Suzanne ($b_i=0,23$), Drakkar ($b_i=0,65$). По урожайности семян – Suzanne ($b_i=0,31$), Karnobat-448 ($b_i=0,59$), Marylin ($b_i=0,19$), Karnobat-448 ($b_i=0,59$), Ikar 332 ($b_i=0,78$), И-9 ($b_i=0,65$). Процентному содержанию волокна – Ikar 332 ($b_i=0,73$), Suzanne ($b_i=0,54$), Marylin ($b_i=0,41$), Drakkar ($b_i=0,65$), ВИР-11 ($b_i=0,13$). Развитию фузариозного увядания – Nameless (K-4535) ($b_i=0,77$), Honkei 35 ($b_i=0,18$), Тимірязівець ($b_i=0,44$), Восход ($b_i=0,51$), Marylin ($b_i=0,88$), Biei Shinshu ($b_i=0,31$), AP4 ($b_i=0,70$). У данного набора коллекционных образцов по признакам $b_i < 1$, что говорит о слабой реакции генотипа на изменение условий внешней среды. Однако выделены образцы, которые имеют данный показатель > 1 , что позволяет утверждать, что они являются хорошо отзывчивыми на улучшение условий.

Коррелятивная изменчивость, как метод прогнозирования при отборе используется в селекции давно. Как отмечал еще Н.И. Вавилов, в селекции нельзя отходить от морфологических корреляций. Обнаружение корреляций полезно тем, что направляет внимание исследователей на отыскание причинной связи между признаками.

Корреляционная зависимость между средним значением признака и коэффициентом регрессии была незначительной и различалась по образцам.

У образцов Ярок ВИР-11 и корреляционный коэффициент корреляции (при 95 % уровне значимости) между средним показателем урожайности соломы и стабильностью составил 0,431, 0,543. Образцы 7052, Восход, Могилевский имели среднюю силу со-

пряженности между показателями продуктивности и стабильности – 0,561; 0,654 и 0,509 ед. Сильная степень сопряженности выявлена у образцов Izolda ($r= 0,765$), Honkei 41($r= 0,801$), Comun del Peru L5 ($r= 0,703$)

В результате расчета корреляционного коэффициента по сопряженности урожайности семян и стабильностью в группе образцов было выявлены следующие различия: Слабой силой сопряженности обладали следующие образцы: Tammes v(2-69), Львовский 7. Средняя взаимосвязь которая составляла от 0,456 до 0,567 присуща большинству из образцов. Сильную степень сопряженности выявили у Suzanne ($r=0,894$), ($r= 0,767$), Ikar 332 ($r=0,904$), Suzanne ($r=0,708$), Marylin ($r=0,811$), Drakkar ($r=0,765$).

Таким образом, впервые в условиях северо-востока проведены исследования по изучению влияния экологического фактора на формирование признаков у коллекционных образцов льна-долгунца. Выявлены генотипы, характеризующиеся высокой пластичностью и стабильностью в условиях северо-востока Беларуси.

Автор выражает благодарность сотрудникам лаборатории селекции льна-долгунца Института льна за всестороннюю помощь при проведении данных исследований

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анощенко Б. Ю. Учёт влияния средовых факторов на фенотипическое проявление признака // Генетика и селекция: тез. докл. VI съезда Белорус. о-ва генетиков и селекционеров. – Горки. – 1992. – С.22.

1. Валекжанин В.С. Адаптивность сортов и линий яровой мягкой пшеницы по урожайности и элементам ее структуры в условиях Приобской лесостепи Алтайского края // Вестн. Алт. гос. аграр. ун-та. – 2012. – №6. – С.10–14.

3. Воронова В. Г. Итоги изучения коллекции льна как исходного материала для селекции льна-долгунца // Новое в культуре льна-долгунца: из трудов ВНИИ льна – М., 1965. – С. 33–43.

4. Гончаренко А.А. Об адаптивности и экологической устойчивости сортов зерновых культур // Вестн. Рос.акад. с.-х. наук. – 2005. – № 6. – С. 49–53.

5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Альянс, 2014. – 351 с.

Методические указания по изучению коллекции льна (*Linum usitatissimum* L.). – Орша, 2011. – 12 с.

6. Пакудин В. З. Оценка экологической пластичности и стабильности сортов сельскохозяйственных культур // С.-х. биология. – 1984. – № 4. – С. 109–113.

7. Соболев Н. А. Методика оценки экологической стабильности сортов и генотипов // Проблемы отбора и оценки селекционного материала: сб. науч. тр. – Киев. – 1980. – С. 100–106.

8. Eberhart S.A. Russel W.A, Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments // Crop Science. – 1966. – Vol. 21, № 6. – P. 943–946.

УДК 63.631.81:633.17

А.А. Кузина, Ю.М. Андриянова, И.В. Сергеева, Н.Н. Гусакова, Ю.М. Мохонько
Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов, Россия

ВЛИЯНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ НА ЭЛЕМЕНТЫ ПРОДУКТИВНОСТИ ПРОСА

В настоящее время накоплен значительный фактический материал, освещающий влияние биологически активных веществ на растения. Их используют для повышения продуктивности сельскохозяйственных культур, усиления корнеобразования, снижения заболеваемости и улучшения качества получаемой продукции.

В Саратовской области посевные площади крупяных культур занимают значительный удельный вес. Увеличение объема производства крупяных культур, включая и

посо, – объективная необходимость, обусловленная возрастающими потребностями населения к ассортименту продовольственных товаров. Главный путь наращивания производства – повышение урожайности крупяных культур при условии совершенствования технологии их возделывания.

Эффективность предпосевной обработки семян синтетическими биологически активными веществами (БАВ) возрастает. Их использование благодаря низким дозам расхода и невысокой стоимости самого процесса обработки семян и посевов относят к малозатратным элементам агротехники.

Препараты-активаторы стрессоустойчивости и продуктивности находят все более широкое применение при возделывании самых разных культур. Сегодня они признаны перспективным методом повышения устойчивости растений к различным стрессовым и абиотическим факторам среды [1, 2, 3, 4, 5, 6].

Цель данного исследования заключалась в установлении влияния биологически активных веществ на элементы продуктивности проса Саратовское 10 в условиях антропогенной нагрузки. Исследования проводились в течение четырех лет на черноземах южных среднемощных в ООО «Лето-2002» Татищевского района Саратовской области.

В экспериментальной части работы для предпосевной обработки семян использовали группу синтетических соединений в виде водных растворов с массовой долей растворенного вещества 10^{-4} % [3]. Контролем в опытах служила дистиллированная вода, стандартом – промышленный иммуномодулятор и стимулятор роста растений – иммуноцитофит.

Важнейшими элементами продуктивности являются: количество зерна с 1 растения, масса зерна с 1 растения, число зерен в метелке, масса 1000 семян.

Детальный анализ данных по влиянию предпосевной обработки семян биологически активными веществами, ионами свинца (II) и их сочетаниями на количество зерна с 1 растения показал, что в контроле количество зерна с 1 растения колебалось от 215 шт. (2014 г.) до 241 шт. (2015 г.), в среднем за 4 года этот показатель составил 229 шт. (рис. 1).

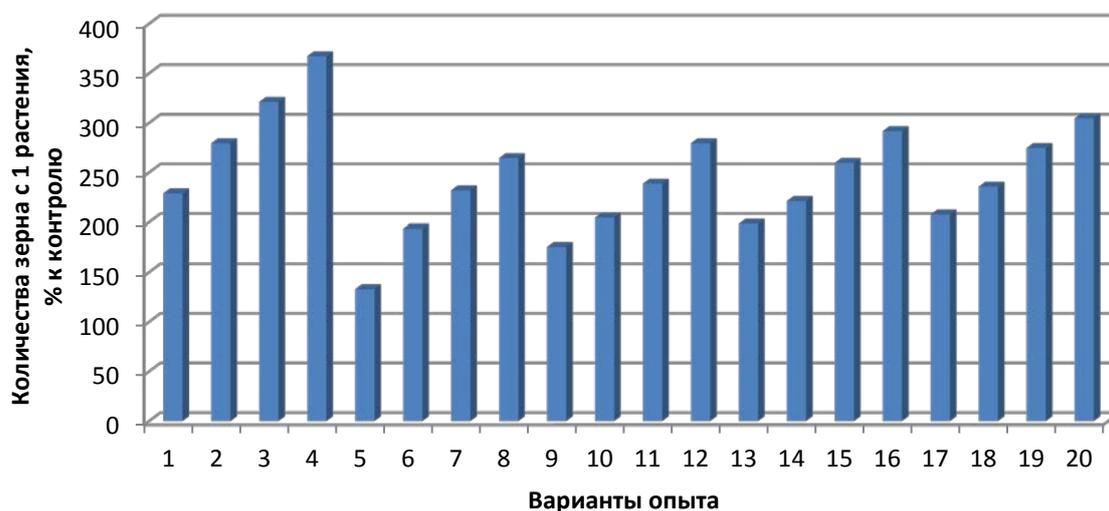


Рис. 1. Влияние БАВ (2–4), ионов свинца (II) (5–8) и их сочетаний (9–20) на количество зерна с 1 растения проса сорта Саратовское 10 (среднее за 2013–2016 гг.)

При использовании препарата иммуноцитофита (стандарт) количество зерна с 1 растения в среднем за годы исследований превысило контроль на 22%. Наилучшие результаты получены при применении сочетаний ТВП+Pb⁺². Препарат нивелировал негативное действие ионов свинца (II) и способствовал увеличению количества зерна с 1 растения в среднем за 4 года на 2,0 % (Pb⁺²*10⁻⁴%) – 29,0 % (Pb⁺²*10⁻⁶%). Изучаемые

вещества оказывали влияние и на массу зерна с 1 растения. Так, в контрольном варианте масса зерна с 1 растения в среднем за годы исследований была равна 1,8 г (табл. 1).

Таблица 1

Влияние БАВ, ионов свинца (II) и их сочетаний на массу зерна с 1 растения проса сорта Саратовское 10 (среднее за 2013–2016 гг.)

№ варианта	2013		2014		2015		2016	
	г	%, к контролю						
1	1,9	0	1,8	0	1,9	0	1,7	0
2	2	0,1	2,2	0,4	2,1	0,2	2,2	0,5
3	3	1,1	2,4	0,6	2,5	0,6	2,7	1
4	3,7	1,8	2,7	0,9	2,9	1	3,2	1,5
5	1,3	-0,6	1,5	-0,3	1,4	-0,5	1,2	-0,5
6	1,9	0	2	0,2	1,9	0	1,7	0
7	2,3	0,4	2,2	0,4	2,2	0,3	2,1	0,4
8	2,8	0,9	2,4	0,6	2,7	0,8	2,6	0,9
9	1,5	-0,4	1,7	-0,1	1,6	-0,3	1,4	-0,3
10	2,1	0,2	2,2	0,4	2	0,1	1,9	0,2
11	2,8	0,9	2,7	0,9	2,6	0,7	2,3	0,6
12	3,3	1,4	3	1,2	3,2	1,3	2,8	1,1
13	1,8	-0,1	1,9	0,1	1,9	0	1,7	0
14	2,2	0,3	2,3	0,5	2,4	0,5	2,2	0,5
15	2,9	1	3	1,2	2,9	1	2,9	1,2
16	3,5	1,6	3,2	1,4	3,4	1,5	3,3	1,6
17	2	0,1	2,1	0,3	2,2	0,3	2	0,3
18	2,4	0,5	2,6	0,8	2,7	0,8	2,6	0,9
19	3,2	1,3	3	1,2	3,4	1,5	3,1	1,4
20	3,7	1,8	3,8	2	4	2,1	3,9	2,2

Применение препарата иммуноцитифит для предпосевной обработки семян позволило повысить массу зерна с 1 растения в среднем за 4 года на 12,7 %. Обработка семян растворами исследуемых биологически активных веществ способствовала увеличению массы зерна с 1 растения в среднем за 4 года на 49,8 (ТМП) – 74,3% (ТВП) (рис. 2).

При применении нитрата свинца (II) отмечалось снижение массы зерна с 1 растения во всех изучаемых концентрациях в среднем на 5,6 (C=10⁻⁶%) – 38,9% (C=10⁻³%).

Использование сочетаний биологически активных веществ с ионами свинца нивелировало негативное действие ионов свинца: в варианте ТМП+Pb⁺² в среднем за годы исследований увеличилась масса зерна на 66,6 % (C=10⁻⁶%) по сравнению с контролем, а в варианте ТВП+Pb⁺² произошло повышение массы зерна с 1 растения, по сравнению с контролем, в среднем на 111,1 %.

Количество зерен в метелке в контрольном варианте в среднем за 4 года составило 568 шт. Применение препарата иммуноцитифита позволило сформировать 583 шт. зерен в метелке в среднем за 4 года.

При обработке семян раствором нитрата свинца (II) число зерен в метелке уменьшилось по отношению к контролю в среднем за 4 года на 1,2 (C=10⁻⁶%) – 3,8% (C=10⁻³%). Наилучшие результаты были получены при использовании сочетаний

препарата ТВП и ионов свинца (II). Превышение контроля в среднем за 4 года по числу зерен в метелке составило 1,9 ($Pb^{+2} \cdot 10^{-3}\%$) – 5,8% ($Pb^{+2} \cdot 10^{-5}$).

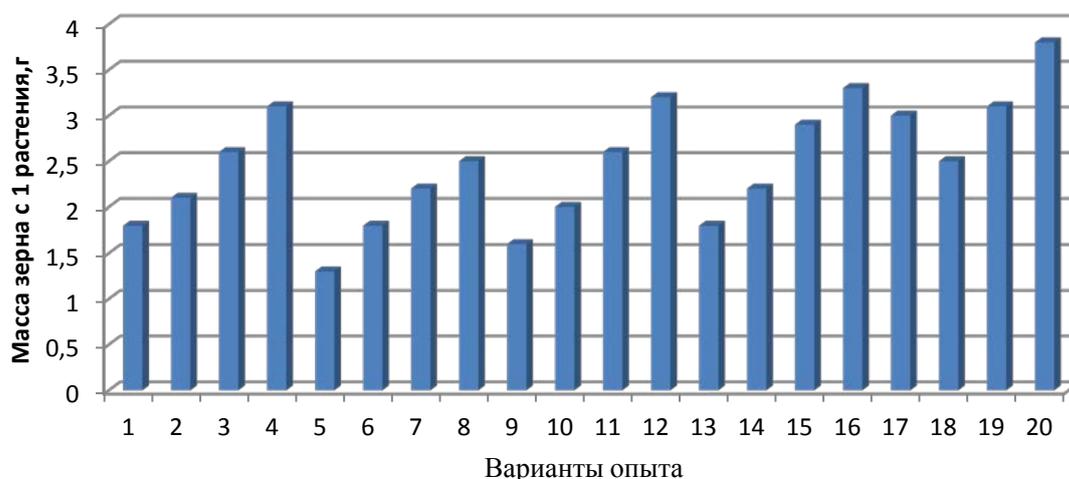


Рис. 2. Влияние биологически активных веществ (2–4), ионов свинца (II) (5–8) и их сочетаний (9–20) на массу зерна с 1 растения проса сорта Саратовское 10 (среднее за 2013–2016 гг.)

Одним из важнейших показателей продуктивности сельскохозяйственных растений является масса 1000 зерен. Естественно, что более крупное зерно имеет и более высокую массу 1000 зерен. Крупные семена дают более мощные и более продуктивные растения.

В контрольном варианте масса 1000 зерен в среднем за 4 года достигла 6,7 г. При применении иммуноцитифита масса 1000 зерен в среднем за 4 года составила 7,3 г, что на 8,9 % (рис. 3) превысило значение контрольного варианта.

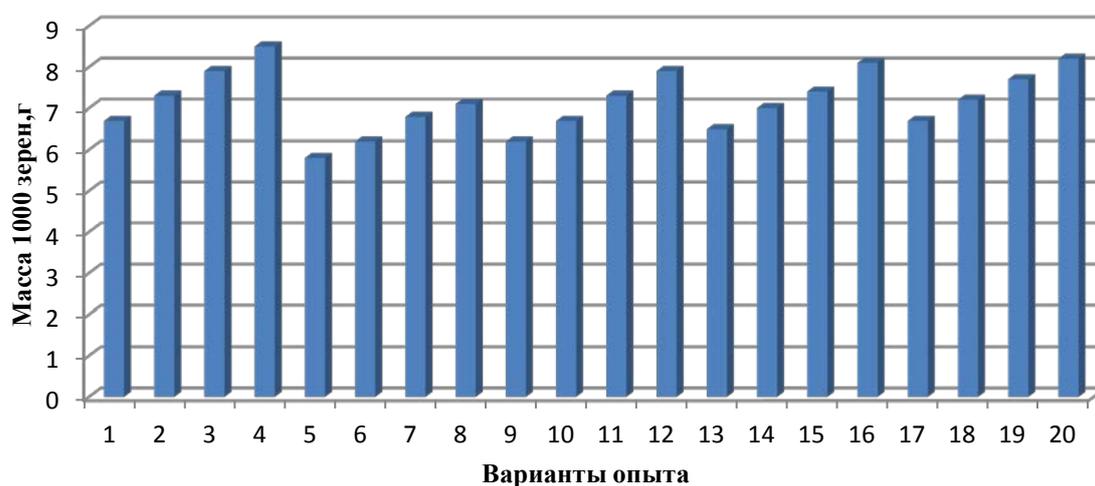


Рис. 3. Влияние биологически активных веществ (2–4), ионов свинца (II) (5–8) и их сочетаний (9–20) на массу 1000 зерен проса сорта Саратовское 10 (2013–2016 гг.)

Использование биологически активных веществ позволило увеличить изучаемый показатель в среднем за 4 года до 7,9 г (препарат ТМП) и 8,5 г (препарат ТВП).

Применение растворов нитрата свинца (II) способствовало снижению массы 1000 зерен в высоких концентрациях на 0,5 ($C=10^{-4}\%$) – 0,9 г ($C=10^{-3}\%$), в низких концентрациях

($10^{-6}\%$) оказало стимулирующий эффект и повышало массу 1000 зерен на 5,9 %. При использовании сочетаний препарата ТВП превышение контроля в среднем за 4 года составило 5,8 (ТВП+Pb⁺²* $10^{-4}\%$) – 20,5% (ТВП+ Pb⁺²* $10^{-6}\%$). Сочетание ТВП+Pb⁺²* $10^{-4}\%$ не вызвало увеличение массы 1000 зерен, а было идентично контролю.

Таким образом, проведенные исследования показали, что при использовании препаратов ТМП и ТВП возможно нивелировать негативное действие ионов свинца (II), повышая при этом продуктивность проса Саратовское 10. Наилучший эффект был получен при применении препарата ТВП.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андриянова Ю.М., Сергеева И.В., Гусакова Н.Н., Мохонько Ю.М. Получение экологически безопасной зерновой продукции на антропогеннозагрязненных территориях Саратовской области // Аграрный научный журнал. – 2016. – № 3. – С. 8–13.

2. Андриянова Ю.М., Сергеева И.В., Гусакова Н.Н., Мохонько Ю.М. Устойчивость растений овса к фитопатогенным заболеваниям грибной этиологии в различных экологических условиях // Аграрный научный журнал. – 2016. – № 5. – С. 3–8.

3. Андриянова Ю.М., Гусакова Н.Н., Мохонько Ю.М. Экологические аспекты влияния азотсодержащих биологически активных веществ на рост и развитие зерновых культур Поволжья // Аграрный научный журнал. – 2016. – № 8. – С. 3–12.

4. Андриянова Ю.М., Сергеева И.В., Дмитриева Г.А., Гусакова Н.Н., Мохонько Ю.М. Роль антистрессовых адаптогенов в повышении урожайности яровой пшеницы. – Саратов, 2016. – 114 с.

5. Кузина А.А., Сергеева И.В., Мохонько Ю.М., Андриянова Ю.М. Адаптация сельскохозяйственных культур к стрессовым условиям // Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем: материалы XIV Всерос. науч.-практ. конф. с международным участием. – Киров, 2016. – С. 184–187.

6. Кузина А.А., Андриянова Ю.М., Мохонько Ю.М., Гусакова Н.Н. Модуляция биологически активными веществами ростостимулирующих способностей пшеницы // Вавиловские чтения – 2016: сб. статей Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 129-й годовщине со дня рождения академика Н.И. Вавилова. – Саратов, 2016. – С. 307–309.

УДК 581.9

Л.В. Куликова, А.С. Кашин, Н.А. Петрова, И.В. Шилова, Е.А. Архипова
Саратовский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского,
г. Саратов, Россия

СБОРЫ *Bulbocodium versicolor* (Ker-Gawl.) Spreng.) В ГЕРБАРИЯХ САРАТОВА (SARBG, SARAT) И МОСКВЫ (MW, МНА)

Брандушка разноцветная (*Bulbocodium versicolor* (Ker-Gawl.) Spreng.) – травянистый бесстебельный клубнелуковичный эфемероид семейства Мелантиевые (Melanthiaceae). Вид включен в Красную книгу Российской Федерации (ККРФ) со статусом 2 а – вид, сокращающийся в численности в результате нарушения местообитаний (Цвелев, 2008) и в Красную книгу Саратовской области со статусом 2 (V) – уязвимый вид (Худякова, 2006).

Произрастает в степях, на сухих лугах, среди кустарников, на лесных полянах (Цвелев, 2008). Ареал вида охватывает Кавказ, восточное Средиземноморье и юго-восток Средней Европы. В России занимает лесостепные и степные области Юго-Востока европейской части. Известен из Липецкой, Тамбовской, Саратовской, Курской, Белгородской, Воронежской, Волгоградской и Ростовской областей, преимущественно на Среднерусской и Приволжской возвышенностях (Цвелев, 1979, 2008; Худякова, 2006).

Авторами проведена инвентаризация сборов брандушки разноцветной, представленных в Гербариях Саратова (SARBG, SARAT) и Москвы (MW, МНА).

Поскольку названия и границы регионов, упомянутых в гербарных этикетках, неоднократно изменялись, авторы, сохраняя названия административно-территориальных категорий (уезд, губерния и др.), а также населенных пунктов, встреченных в этикетках, выяснили, на территории какого региона этот пункт находится сейчас (местонахождения видов структурированы в соответствии с современным административно-территориальным делением регионов, отличающиеся современные названия указаны в скобках курсивом). При указании в этикетке принадлежности к частной гербарной коллекции или не существующему более гербарии, эти сведения указаны в скобках, перед современным гербарным хранилищем. После цитаты этикетки указывается номер квадрата согласно Atlas Florae Europaeae (интернет-ресурс). В некоторых случаях (неполные или неразборчивые данные на этикетке) квадрат определить не удалось.

В указанных гербарных хранилищах имеются сборы брандушки разноцветной из следующих местонахождений (регионы расположены по алфавиту):

Белгородская область

(район написан неразборчиво), окр. Бурахов, ю-в склон, степники. 21.04.1958. Leg. Н. Виноградов (MW).

Алексеевский р-н, в 2 км севернее с. Осадчего степные склоны вблизи лесного урочища Малиновое. 13.04.2009. Leg. А.В. Гусев (MW). 37UDR3.

Вейделевский р-н, к северо-западу от хутора Веселый, урочище Грачев Яр, западные склоны у границы плакора, выходы глины и песка, редко, в виде групп до ста экземпляров. 22.03.2007. Leg. А.К. Мамонтов (МНА). 37UDR3.

Губкинский р-н, заповедник «Ямская степь», 51 град. 11 мин с. ш., 37 град. 38 мин. в. д., участок степи вблизи балки, в небольшом числе. 05.04.2009. Leg. Н.М. Решетникова, О.В. Фомина (МНА). 37UDS1.

Корочанский р-н, окр. с. Прицепиловка, урочище Калиновка, склоны западной экспозиции, степь. 16.04.2006. Leg. А.В. Гусев (MW). 37UCS4.

Новооскольский р-н, в 3 км северо-восточнее г. Новый Оскол, урочище Попова Яруга, степь, склоны юго-западной экспозиции. 01.04.2000. Leg. А.В. Гусев (MW). 37UDS2.

Ровеньский р-н, окр. пос. Ровеньки, балка Калюжный Яр, степь. 17.03.2007. Leg. А.В. Гусев (MW). 37UDR4.

Волгоградская область

Иловлинский р-н, Правобережье Дона, 4–5 км южнее хут. Камышинский, степной склон. 22–23.05.1984. Leg. Н.Б. Белянина. Det. Н. Белянина (МНА). 38ULV3.

Калачевский р-н, окр. пос. Октябрьский, балка Карагичева, остепненный пырейный луг в понижении. 12.05.2012. Leg. С. Дудов. Det. С. Дудов (MW). 38ULU1.

Клетский р-н, окр. хут. Каменка, высокий берег Дона, степь. 8–10.05.1974. Leg. Н. Белянина, А. Маценко, А. Скворцов. Det. А. Маценко (МНА). 38ULV3.

Михайловский р-н, долина р. Медведица, степные склоны между сс Глинище и Субботино. 31.05.1974. Leg. Н.Б. Белянина, А.Е. Маценко. Det. Н. Белянина (МНА). 38ULA3.

Михайловский р-н. 18.04.1978. Leg. Пономарева. Det. Пономарева (SARAT). 38ULA3.

район не указан, окр. г. Суровикино. Весна, 1969. Leg. В.А. Савин. Det. В.Н. Павлов (MW). 38ULU1.

Донская обл., Хоперский окр. (*Новоаннинский р-н*), станица Филоновская, по правому берегу Тузулука. 1914. Leg. Аноним. Det. С. Kiseleva (MW). 38ULB2.

Донская обл., Хоперский окр. (*Новоаннинский р-н*), станица Филоновская, по правому берегу Тузулука. 1914. Leg. Аноним. Det. Н. Соколова (MW). 38ULB2.

Нижнее Поволжье, область не указана, район не указан, близ д. Белогорки, в 25 км к югу от Камышина на пологом склоне балки. 05.05.1963. Leg. Ю. Алексеев, Ю. Дундин (MW). 38UNA2.

Нижнее Поволжье, область не указана, район не указан, в 16 км к югу от Камышина, днище Сестринской балки. 28.04.1963. Leg. Ю. Алексеев, Ю. Дундин (MW). 38UNA2.

Нижнее Поволжье, область не указана, район не указан, в 16 км к югу от г. Камышина, пологий склон северной экспозиции, осиновое криволесье. 28.04.1963. Leg. Ю. Алексеев, Ю. Дундин (MW). 38UNA2.

Нижнее Поволжье, область не указана, район не указан, г. Камышин, опорный пункт ВНИАЛМИ. 15.05.1949. Leg. О. Вальцова. Det. S. Majorov (MW). 38UNA2.

Область и район не указаны. Верховья р. Голубой, северный степной склон балки Терновой, у опушки дубнячка. 19.04.1939. Leg. П. Смирнов (MW). 38ULV4.

Область и район не указаны. Верховья р. Голубой, северный степной склон лога Тепленького, близ хут. Голубинского. 16.05.1938. Leg. П. Смирнов (MW). 38ULV4.

Область не указана, район не указан. Растения Волго-Иловлинского междуречья. Опушка дубового байрачного леса в 25 км к югу от г. Камышина. 18.05.1949. Leg. П. Жудова. Det. П. Жудова. N 43.8500 град. E 48.5985 град. (MW). 38UNA2.

Область не указана, район не указан. Хут. Евлампиевский, редко среди степи перед (неразборчиво) хут. Евламп. (SARAT). 38ULV4.

Саратовская (*Волгоградская*) обл., Новоузенский р-н, сел. Валуйка, на солонцеватых степных местах. 17.04.1900. Leg. В. Богдан (Гербарий флоры СССР – MW). 38UNA3.

Саратовская (*Волгоградская*) обл., Новоузенский р-н, сел. Валуйка, на солонцеватых степных местах. 17.04.1900. Leg. В. Богдан. (Гербарий флоры СССР – МНА) (аналогичен листу из MW). 38UNA3.

Сталинград, «Хладобойня», возвышенность около ж.-д. насыпи, черно-полынная ассоциация. 06.04.1930. Leg. Чигурьева А. Det. Чигурьева А. (SARAT).

Сталинградская обл., Камышинский р-н, близ Камышина. Камышинский лесомелиоративный опытный пункт ВНИАЛМИ. 05.04.1951. Leg. Попова (MW). 38UNA2.

Sarepta. 1869. Leg. A. Becker (Herbarium D. Kogewnikowii. – MW).

Воронежская область

Воронежская губ., Острогожский уезд, хутор Е.М. Топоровой, дубовая роща, дно балки. 19.03.1915. Leg. Н.М. Ульянищев (MW).

Воронежская губ., Острогожский уезд, хутор Е.М. Топоровой, степь, южный склон холма. 19.03.1915. Leg. Н.М. Ульянищев (MW).

Евдаковский р-н, окр. Н. Строя, степной склон. 21.04.1938. Leg. (неразборчиво) (MW). 37UES2.

Калачеевский р-н, 2 км южнее с. Чернозёмный, склон балки. 02.04.2010. Leg. Б.И. Кузнецов. Det. Б.И. Кузнецов (МНА). 37UFR1.

Кантемировский р-н, окр. хут. Лиман, меловой склон. 09.04.2012. Leg. А.Я. Григорьевская. Det. А.Я. Григорьевская (МНА). 37UER4.

Петропавловский р-н, окр. с. Красноселовка, склон балки Гусарский Яр. 03.04.2010. Leg. Б.И. Кузнецов. Det. Б.И. Кузнецов (МНА). 37UFR1.

Россошанский р-н, 4 км южнее с. Екатериновка, склон балки. 14.04.2010. Leg. Б.И. Кузнецов. Det. Б.И. Кузнецов (МНА). 37UFR1.

Эртильский р-н, окр. Марьевки, низ южного тырсового склона. 21.04.1958. Leg. (неразборчиво) (MW). 37UFT1.

Республика Калмыкия

Калмыцкая АССР, Приозерный р-н (*Кетченеровский р-н*), берег озера Б. Нугра, степь. 22.05.1981. Leg. Н.Б. Белянина, А.Е. Маценко. Det. Н. Белянина (МНА). 38TMT4.

Курская область

Ясеновский р-н, хут. Заячий, ст. Горшечное, северо-западный склон бугра среди луга Гнилуша, близ хутора. 18.06.1941. Leg. (неразборчиво) (MW). 37UDT2.

Липецкая область

Воловский р-н, в 2 км к С-З от села Турчаново, правый, щебнистый берег р. Кшень. 28.04.1988. Leg. К. Александрова (MW). 37UDT1.

Тербунский р-н, окр. с. Озерки, по правому берегу р. Кобылья Енова. 29.04.1987. Leg. К. Александрова (MW). 38UDT3.

Тамбовская губ., Усманский уезд, (не разборчиво). 30.04.1917 – цв., 22.06.1917 – пл. Leg. P. Smirnow. Det. V. Alechin et P. Smirnow (Flora Lotarewensis – MW).

Тамбовская губ., Усманский уезд, близ д. Козельки (*Казельки*), степь. 09.06.1917. Leg. П. Смирнов (MW). 37UET3.

Тамбовская губ., Усманский уезд, близ д. Ольшанка, около куста №12. 04.1917. Leg. П. Смирнов (MW). 37UET3.

Тамбовская губ., Усманский уезд, Лотарево – имение князя Вяземского, степь, кольцевая зона. 17.04.1917 – цв., 09.06.1917 – пл. Leg. П. Смирнов (MW). 37UET3.

Саратовская область

Аткарский р-н, с. Языковка, луг. 20.04.1983. Leg. Г.Е. Всемирова. Det. Т.Б. Решетникова (SARP – SARAT). 38UNC2.

Город Саратов, 2-я Дачная остановка. 15.04.1931. Leg. (не указан) (SARAT). 38UNC4.

Красноармейский р-н, берег пруда в окр. месторождения «Родниковское». 27.04.2011. Leg. Л.А. Серова и др. (SARBG). 38UNB2.

Красноармейский р-н, окр. ж.-д. ст. Паницкая, 2 км к юго-западу от станции, степной склон балки. 28.03.2014. Leg. А.П. Забалуев, М.А. Березуцкий, Н.А. Петрова, И.В. Шилова, А.С. Кашин (SARBG). 38UNB1.

Красноармейский р-н, окр. с. Каменка, в 15 км к западу от села, на восточном степном склоне холма. 12.05.2014. Leg. А.С. Кашин, И.В. Шилова, Т.А. Крицкая, Т.Б. Решетникова, Н.А. Петрова (SARBG). 38UNB2.

Красноармейский р-н, окр. с. Луганское, степь, под ЛЭП. 08.04.2003. Leg. И.В. Шилова, А.В. Панин (SARBG). 38UNB1.

Красноармейский р-н, окр. с. Сплавнуха, высокий берег р. Сплавнуха. 25.04.2013. Leg. Л.А. Серова, А.А. Беляченко (SARBG). 38UNB1.

Красноармейский р-н, п. Каменский, луговина. 30.04.1974. Leg. Попова. Det. Т.Б. Решетникова (SARP – SARAT). 38UNB1.

Красноармейский р-н, п. Каменский, разнотравный луг. 30.04.1974. Leg. Попова. Det. Т.Б. Решетникова (SARP – SARAT). 38UNB2.

окр. Саратова близ д. Б. Поливановка. 04.1921. Leg. В. Чернов. Det. В. Чернов (SARAT). 38UNC4.

окр. Саратова в напр. р. Солянки. 04.1920. Leg. В. Чернов. Det. В. Чернов (SARAT). 38UNC4.

окр. Саратова, травянистые склоны. 25.04.1921. Leg. В. Чернов. Det. В. Чернов (SARAT). 38UNC4.

Ровенский р-н, окр. пос. Лиманный, заливной лиман, между блюдцами с водой и в воде. 11.04.2014. Leg. И.В. Шилова, М.А. Березуцкий, А.С. Кашин, Н.Н. Ермолаева, Ю.А. Полякова (SARBG). 38UNB4.

Ровенский р-н, окр. пос. Лиманный, окраина лимана. 23.04.2006. Leg. В.В. Пискунов (SARAT). 38UNB4.

Саратовская губ., Балашовский уезд, Тростянские луга. 17.04.1919. Leg. А.И. Алюшин (SARAT). 38ULC4.

Саратовская губ., Балашовский уезд, Тростянские луга. 17.04.1919. Leg. А.И. Алюшин. Det. А.И. Алюшин (SARAT). 38ULC4.

Саратовский р-н, окр. пос. Красный Текстильщик, опушка дубравы на северном склоне. 18.04.2014. Leg. А.С. Кашин, И.В. Шилова, Н.А. Петрова, Н.Н. Ермолаева, М.Г. Корнеев (SARBG). 38UNB3.

Саратовский р-н, окр. с/х Сергиевский, бугры. 20.04.1976. Leg. В. Маевский. Det. В. Маевский (SARAT). 38UNB1.

Саратовский р-н, с. Усть-Курдюм, опушка леса. 27.04.1974. Leg. М.В. Жидяева. Det. М.В. Жидяева (SARP – SARAT). 38UNC4.

Татищевский р-н, 2 км к северо-западу от ж.-д. ст. Курдюм, степь на пологом юго-восточном склоне на каштановой почве. 8.04.2014. Leg. И.В. Шилова, А.С. Кашин, А.П. Забалуев, Н.Н. Ермолаева (SARBG). 38UNC2.

Татищевский р-н, 3–4 км к юго-западу от ж.-д. ст. Курдюм, небольшими группами в типчаково-ковыльной степи. 30.03.1983. Leg. Е.А. Киреев (SARBG). 38UNC2.

Татищевский р-н, Курдюм – Широкое, степь на щебнисто-глинистом склоне южной экспозиции. 26.04.1996. Leg. М.А. Березуцкий, Т.Б. Решетникова. Det. М.А. Березуцкий, Т.Б. Решетникова (SARP – SARAT). 38UNC2.

Татищевский р-н, около 2 км по ж.-д. от ст. Татищево в сторону г. Саратова (отмечено, что «встречается очень редко»). 08.04.1982. Leg. Е.А. Киреев (SARBG). 38UNC2.

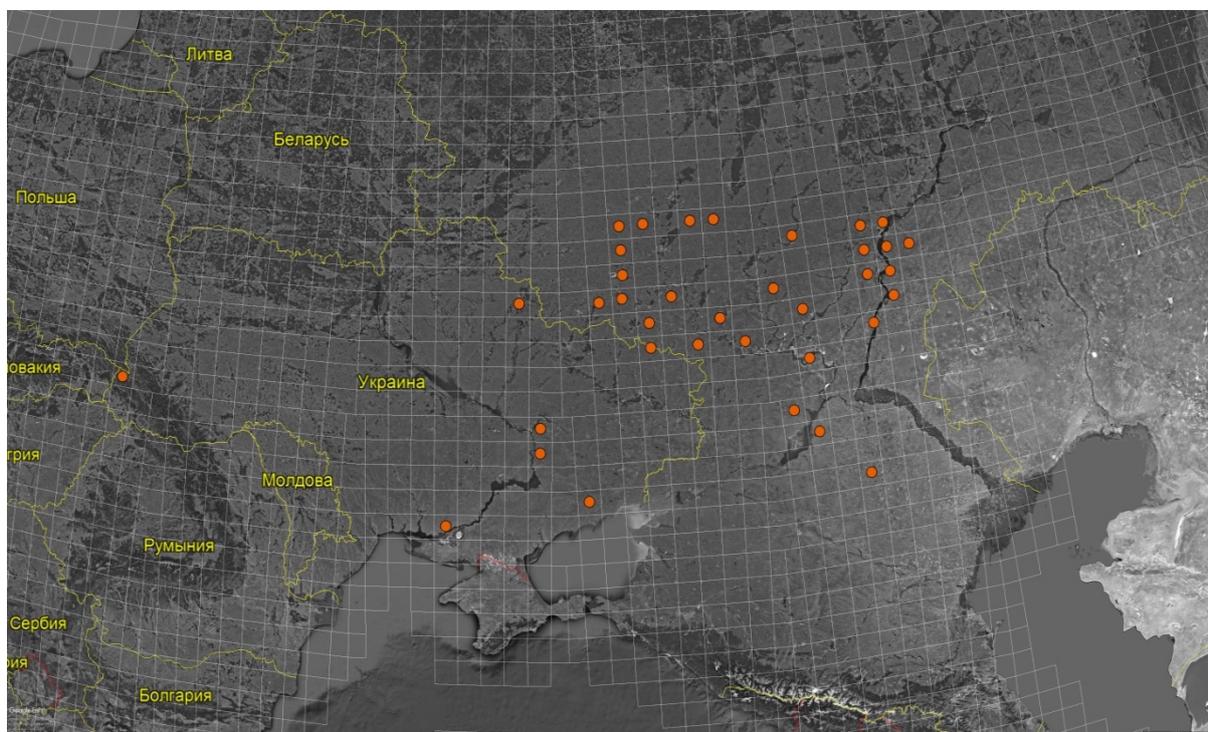
Татищевский р-н, с. Ильиновка, 1 км к сев. от с. Ильиновка. 07.04.1995. Leg. Л.П. Худякова, А.В. Панин. Det. Л.П. Худякова, А.В. Панин (SARP – SARAT). 38UNC2.

Энгельсский р-н, окр. пос. Прилужный, вдоль р. Нахой в 8 км к юго-востоку от посёлка, степь с блюдцами воды. 13.04.2014. Leg. Т.Б. Решетникова, М.А. Березуцкий, И.В. Шилова, Н.А. Петрова (SARBG). 38UPB1.

В изобилии встречается в 15 верстах вблизи с. Николаевского (Сар. у.) вблизи дер. Курдюма около леса и на лесных полянах на задернованной почве; в некотором количестве вблизи дер. Константиновка на лугах в 5 верстах от с. Николаевского. 02.04. Leg. Смирнов (MW). 38UNC2 и 38UNB1.

Ростовская область

Южный склон Осиновой балки, на степи, Конский Отвод Вешенского района Донецкого окр., Северо-Кавказского края. 22.05.1927. Leg. Ю. Алексеев (MW). 37UFR4



Распределение сборов брандушки разноцветной по квадратам атласа флоры Европы

Тамбовская область

Тамбовская губ., Тамбовский уезд, степь Лейхтенбергского близ д. Ивановки, около осинового куста. 17.05.1919. Leg. П. Смирнов (MW).

Тамбовская губ., Тамбовский уезд. 1889. Leg. Игнатъев (MW).

Тамбовская и Воронежская губ. 1896. Луга за рекой Вары(далее неразборчиво), около большого моста. 10.04.1897. Leg. В.М. Арнольди (MW).

Украина

Gubern Catherinoslaw in campis elatis ad Boristhenem prope urbem Alexandrowsk. 1865. Leg. I. Gruner. (MW). 36UXU4.

В окрестности Александровки. Степь. 15.03.1878. (Флора Екатеринославской губернии, Новицкий – MW). 36UXU3.

Екатеринославская губ., Александровский уезд, долина близ хутора Николаевского. 05.04.1925. Leg. В. Алерев (MW). 37TCN2.

Сумской уезд, окр. с.-х. станции, балка между Бульбовщиной и Москалевщиной, опушка леса Алферовой. 09.04.1914. Leg. К. Залесский. Det. К. Залесский (Флора Харьковской губернии. – MW). 36UXB2

Закарпатская обл., Раховский р-н (*Перичинский*), 12 км к северу от с. Лумшоры, Полонинский хр., Полонина ривна, средняя часть склона северной экспозиции. 16.06.1975. Leg. Г.Н. Огуреева и др. (MW). 34UFV2.

Херсон. 1864. Leg. Линдемани. (Herbarium D. Kogewnikowii. – MW). 36TVS3.

Таким образом, большинство сборов, представленных в гербариях Саратова и Москвы, подтверждают спорадический ареал брандушки разноцветной на территории Европейской части России. Считаю, что исследования по распространению брандушки разноцветной актуальны для уточнения ареала и её охранного статуса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Худякова Л.П. Брандушка разноцветная – *Bulbocodium versicolor* (Ker-Gawl.) Spreng. // Красная книга Саратовской области. Грибы. Лишайники. Растения. Животные. Саратов: Изд-во Саратовской Торгово-промышленной палаты. – 2006. – С. 77–78.

2. Цвелев Н.Н. Брандушка – *Bulbocodium* L. // Флора Европейской части СССР, т. IV. – Л.: «Наука», 1979. – С. 218.

3. Цвелев Н.Н. Брандушка разноцветная – *Bulbocodium versicolor* (Ker-Gawl.) Spreng. // Красная книга Российской Федерации: растения и грибы. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008. – С. 339–340.

4. Atlas Florae Europaeae. Интернет-ресурс: <https://www.luomus.fi/en/atlas-florae-europaeae-afe-distribution-vascular-plants-europe>. – Режим доступа: 04.09.2017 г.

УДК 633.13; 533.13

И.Г. Лоскутов

Федеральный исследовательский центр

«Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова (ВИР)», г. Санкт-Петербург, Россия

Н.И. ВАВИЛОВ И СОВРЕМЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗЕРНОФУРАЖНЫХ КУЛЬТУР

Основным принципом изучения культурных растений и их диких родичей под руководством Н.И. Вавилов и его соратников была комплексность подхода к объекту изучения и направлениям исследования. Поэтому проводя изучение той или иной культуры или вида растений, Н.И. Вавилов стремился выявить закономерности индивидуальной изменчивости большого набора изучаемых сортов от многочисленных географических и погодных факторов. Как меняются морфологические и физиологические признаки, химизм и устойчивость растений, какие признаки являются консервативными

ми и вследствие этого пригодными для таксономических целей, каково взаимоотношение среды и наследственности. Основу изучения составляли фенологические наблюдения, оценка на устойчивость к заболеваниям и химизм. Результаты этого изучения выявили интереснейшие закономерности по морфологическим и хозяйственным признакам, были получены ценные данные по разнообразию форм перспективных для селекции. Работы, начатые Н.И. Вавиловым и продолженные его соратниками и коллегами по различным сельскохозяйственным культурам на материале мировой коллекции ВИР, продолжают до настоящего времени. Для зерновых культур основными направлениями исследования остаются признаки, связанные с продуктивностью, абиотической устойчивостью и биохимическим составом зерновки. Ячмень и овес – типичные зернофуражные культуры, в настоящее время все больше используются на пищевые и диетические цели. Кроме зерновой продуктивности, все большее значение приобретают качественные показатели зерна.

Материалом для исследования послужили коллекции овса и ячменя ВИР им. Н.И. Вавилова, которые являются основным источником исходного материала для обеспечения селекционных программ по созданию новых конкурентно способных сортов. При работе с коллекцией особое внимание уделяется комплексному изучению образцов по важным хозяйственно ценным признакам и выявлению источников и доноров, которое проводится согласно методике ВИР и по международным стандартам.

За последнее время по комплексу хозяйственно ценных признаков (скороспелые, крупнозерные, с продуктивной метелкой) среди селекционных сортов следует выделить: овес – Сапсан (Кировская обл.), Элегант (Белоруссия), Symphony (Германия), Effektiv (Австрия), Bai Yan 6 (Китай), сорта из Бразилии – URS Corona, URS Guara, URS Tarimba и URS Torgna; ячмень – Акжол (Казахстан), Донецкий 12, Обоянь, Чудовый (Украина), Propino, Эвергрин (Франция), Maali (Эстония), Tipple (Великобритания), Katy (Дания). Совместное с ВИЗР изучение образцов овса на искусственном инфекционном фоне в 2015–16 гг. помогло выделить устойчивые к накоплению ДНК грибов *Fusarium* и T-2/HT-2 токсинов генотипы овса: КСИ 432/08 (Ульяновская обл.); TNO 9201 (Тунис); PA 7967-31 (США); сорта из Канады Gehl, AC Einil, CDC Dancer. Среди сортов минимальные количества микотоксина ДОН (25 и 32 мкг/кг) выявлены в зерне двух голозерных сортов (Din Yan 3, Китай) и (Gehl, Канада). В целом, голозерные образцы овса, как и ячменя, являлись более устойчивыми к фузариозу зерна, по сравнению с пленчатыми. Традиционными направлениями селекции на качество этих культур являются повышение содержания белка, лизина и крахмала, в настоящее время востребованными становятся диетические свойства зерна ячменя и, особенно, овса. Проведение совместных исследований с отделом биохимии и молекулярной биологии ВИР по биохимическим признакам позволило выделить высококачественные генотипы. Выделены образцы из России (Яков из Московской обл.; Скороспелый 1 и 2, Среднеспелый 1 и 2, из Ленинградской обл.) с повышенным содержанием белка, крахмала (Памяти Ушакова из России, Lennon из Великобритании) и масла (Памяти Ушакова из Томской обл., Ассоль из Краснодарского кр., Zhang Yan № 3 из Китая, Lennon из Великобритании).

Таким образом, повышенное содержание различных качественных химических компонентов в зерновках ячменя и овса наряду с устойчивостью к фузариозной инфекции и свободными от микотоксинов, могут быть источниками для селекции сортов на повышение качества зерна для производства безопасных высококачественных, диетических и функциональных продуктов питания.

Исследования выполнены в 2014–2016 гг. за счет гранта Российского научного фонда (проект № 14-16-00072).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вавилов Н. И. Теоретические основы селекции растений. Общая селекция растений. – Т. 1. – 1935. – 1042 с
2. Конарев А.В., Шеленга Т.В., Перчук И.Н., Блинова Е.В., Лоскутов И.Г. Характеристика разнообразия овса (*Avena L.*) из коллекции ВИР – исходного материала для селекции на устойчивость к фузариозу // Аграрная Россия, 2015. – № 5. – С. 2–10.
3. Лоскутов И.Г. Овес (*Avena L.*). Распространение, систематика, эволюция и селекционная ценность. – ВИР, С-Петербург, 2007. – 336 с.
4. Лоскутов И.Г., Гагкаева Т.Ю., Гаврилова О.П., Блинова Е.В. Разнообразие культурного овса по хозяйственно ценным признакам и их связь с устойчивостью к фузариозу // Вавиловский журнал генетики и селекции, 2016. – Т. 20, № 3. – С. 286–294. DOI 10.18699/VJ16.151

УДК 581.48

М.Ш. Минжал, В.А. Болдырев, А.М. Захаревич

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

УЛЬТРАСКУЛЬПТУРА ПОВЕРХНОСТИ СЕМЯН НЕКОТОРЫХ ВИДОВ РОДА *IRIS L.* ФЛОРЫ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Структура семенной кожуры является важным диагностическим признаком для систематики рода *Iris L.* (Родионенко, 1961; Немирович-Данченко, 1985; Оганезова, 1997). В литературе имеются некоторые сведения по форме, размерам и цвету семян у небольшого числа видов этого рода (Родионенко, 1955; Чайка, 1971; Доронькин, 1987; Wilson, 2006). На характерные особенности экзотесты, которые могут служить диагностическими признаками, указывает ряд авторов (Кравцова, Жинкина, 2008; Алексеева, 2010).

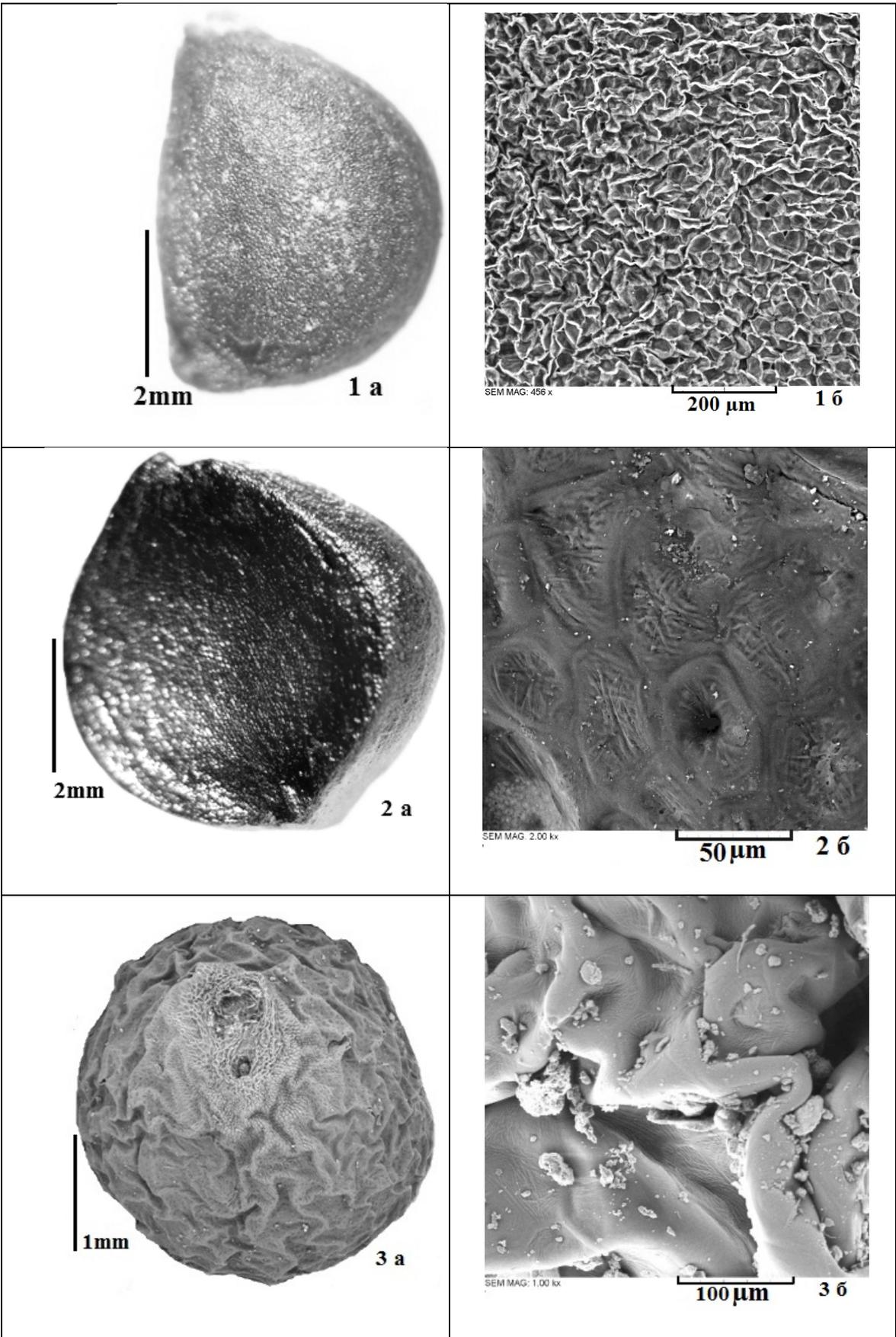
Материалом послужили зрелые семена пяти редких и охраняемых видов ирисов (и. солелюбивый (*Iris halophila* Pall); и. аировидный (*I. pseudacorus* L.); и. карликовый (*I. pumila* L.); и. сибирский (*I. sibirica* L.); и. безлистный (*I. aphylla* L.)) (Архипова, Болдырев, Буланая и др., 2016), культивируемых на территории УНЦ «Ботанический сад» Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н.Г. Чернышевского (СГУ). Исследование поверхности семян проведено на кафедре ботаники и экологии и в лаборатории диагностики наноматериалов и структур Образовательно-научного института наноструктур и биосистем СГУ с использованием автоэмиссионного сканирующего электронного микроскопа MIRA 2 LMU в режиме вакуума порядка 10^{-2} Па, производства фирмы Tescan и стереомикроскопа Stemi 2000-C. Изображения морфологии поверхности семян получены в обратно отраженных (BSE) электронах.

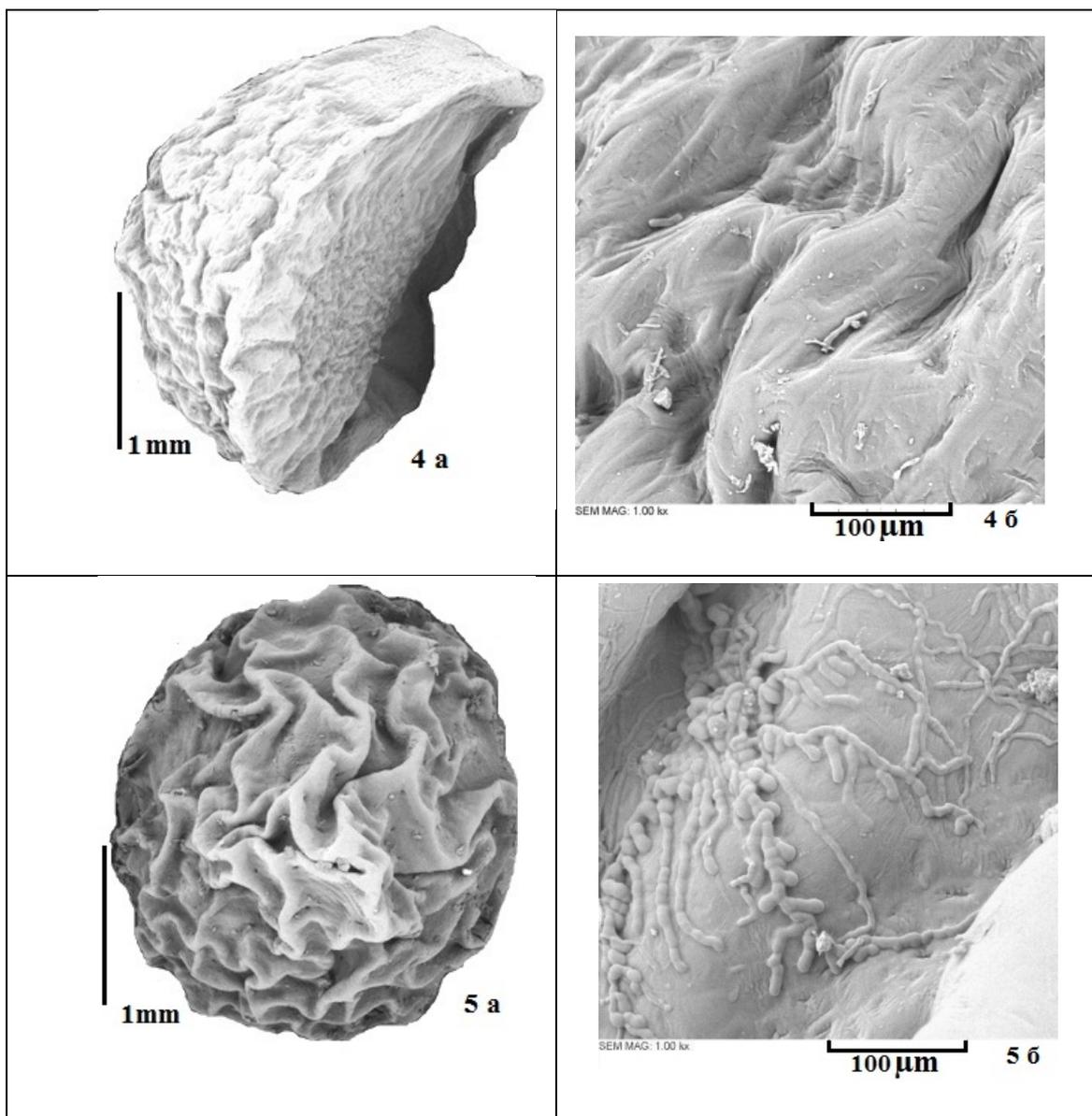
Ультраскульптура поверхности семян исследованных видов ирисов представлена на рисунке.

У ириса солелюбивого (1 а, б) форма семени полушаровидная, округлая или конусовидная, цвет варьирует от кремового до коричневого, поверхность мелкобугорчатая с кроющей пленкой (Минжал, Болдырев, 2016 а, б). Ультраскульптура семени сетчатая.

Для ириса аировидного (2 а, б) характерна четырехгранная (округлая) плоскосжатая форма семени, цвет его махагон коричневого, поверхность ямчатая. Ультраскульптура семени сглаженно-складчатая.

Семена ириса карликового (3 а, б) имеют форму от яйцевидной до обратнойцевидной, цвет светло-оранжевый, поверхность морщинистая. Ультраскульптура семени гребневидно-складчатая.





Ультраскульптура поверхности семян видов рода *Iris* L.

1 а, б – ирис солелюбивый; 2 а, б – и. айровидный; 3 а, б – и. карликовый; 4 а, б – и. сибирский; 5 а, б – и. безлистный

У семян ириса сибирского (4 а, б) форма полукруглая, яйцевидная с гребневидным выростом, цвет их изменяется от коричневого до темно-коричневого, поверхность мелкобугорчатая. Ультраскульптура семени складчатая.

Ирис безлистный (5 а, б) имеет семена обратнойяйцевидной формы, цвет их медно-коричневый, поверхность голая грубоморщинистая. Ультраскульптура семени гребневидная.

Таким образом, скульптура семенной кожуры исследованных видов рода *Iris* L. (Iridaceae) флоры Саратовской области характеризуется видовым своеобразием и может служить достаточно надежным диагностирующим признаком при идентификации растений этого рода.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алексеева Н.Б. Морфология семян некоторых видов рода *Iris* L. (Iridaceae) в связи с систематикой рода // Бот. журн. – 2010. – Т. 95, №3. – С. 345–350.

2. Артюшенко З.Т. Атлас по описательной морфологии высших растений. Семя. – Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1990. – 204 с.
3. Архипова Е.А., Болдырев В.А., Буланая М.В., Буланный Ю.И., Гребенюк С.И., Давиденко О.Н., Давиденко Т.Н., Костецкий О.В., Лаврентьев М.В., Маевский В.В., Невский С.А., Панин А.В., Решетникова Т.Б., Седова О.В., Степанов М.В., Стуков В.И., Худякова Л.П., Шевченко Е.Н., Шилова И.В. Виды цветковых растений, рекомендуемые для внесения в третье издание Красной книги Саратовской области // Изв. Сарат. ун-та. Нов. сер. Сер. Химия. Биология. Экология. – 2016. – Т. 16. – № 3. – С. 303–309.
4. Доронькин В.М. *Iris L.* – Касатик // Флора Сибири. – Новосибирск, 1987. – Т. 4. – С. 114–124.
5. Минжал М.Ш., Болдырев В.А. Морфометрические признаки семян некоторых видов рода *Iris L.* в Саратовской области // Изв. Сарат. ун-та. Нов. сер. Сер. Химия. Биология. Экология. – 2016 а. – Т. 16, вып. 4. – С. 404–410. DOI: 10.18500/1816-9775-2016-16-4-404-410.
6. Минжал М.Ш., Болдырев В.А. Форма и размеры семян некоторых охраняемых видов рода ирис (*Iris L.*) в Саратовской области // Биоразнообразии и антропогенная трансформация природных экосистем. Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной памяти А.И. Золотухина. Под редакцией А.Н. Володченко. – 2016 б. – С. 208–210.
7. Немирович-Данченко Е.Н. Семейство Iridaceae // Сравнительная анатомия семян. Т. 1. Однодольные. – Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1985. – С. 108–113.
8. Оганезова Г.Г. Структура семени некоторых ирисовых в связи с систематикой, географией и филогенией семейства Iridaceae. 1. Подсемейства Nivenioidae и Iridoideae // Бот. журн. – 1997. – Т. 82. – № 2. – С. 14–29.
9. Родионенко Г.И. Семя ириса и его особенности // Докл. Акад. наук СССР. – 1955. – Т. 104. – С. 653–656.
10. Родионенко Г.И. Род Ирис. – М.; Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1961. – 215 с.
11. Терехин Э.С. Семя и семенное размножение. – СПб., 1996. – 376 с.
12. Чайка В.М. Строение семян некоторых видов ириса Западной и Восточной Сибири // Качество семян в связи с условиями их формирования при интродукции. – Новосибирск, 1971. – С. 119–128.
13. Wilson C.A. Patterns of evolution in characters that *Iris* subgenera and sections // J.T. Columbus, E.A. Friar, J.M. Porter (eds.) Monocots. Comparative biology and evolution. Aliso. – 2006. – Vol. 22. – P. 425–433.

УДК 582.998.4

А.С. Пархоменко, Т.А. Крицкая, А.С. Кашин

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

АНАЛИЗ ИЗМЕНЧИВОСТИ РЯДА ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА *CHONDRILLA*

Аннотация. Изучено генетическое разнообразие в 48 популяциях восьми видов *Chondrilla* (*Ch. acantholepis*, *Ch. ambigua*, *Ch. brevirostris*, *Ch. canescens*, *Ch. graminea*, *Ch. juncea*, *Ch. laticoronata* и *Ch. latifolia*) европейской части России. В качестве маркеров использовали регион *trnT–trnF* пластидной ДНК, межгенный транскрибируемый рибосомальный спейсер (ITS 1 и 2) ядерной ДНК и ядерные ISSR маркеры. Реконструкции эволюционных сетей по принципу максимальной экономии позволили разделить выборку на четыре группы, где 1-я группа – это *Ch. ambigua*, 2-я – *Ch. brevirostris*, 3-я – *Ch. laticoronata*, 4-я – *Ch. acantholepis*, *Ch. canescens*, *Ch. graminea*, *Ch. juncea* и *Ch. latifolia*. Количество групп подтвердилось результатами байесовского анализа и анализа молекулярной дисперсии (AMOVA). *Ch. acantholepis*, *Ch. canescens*, *Ch. graminea*, *Ch. juncea* и *Ch. latifolia* по полученным данным следует считать синонимами с приоритетным названием *Ch. juncea*. Выявлено наличие слабого потока генов от *Ch. brevirostris* к *Ch. juncea*, что требует дальнейшего изучения.

Ключевые слова: *Chondrilla*, генетическая изменчивость, молекулярная систематика, филогеография, ISSR.

В роде *Chondrilla* в отечественной флористике выделяют около 30 видов [1]. Из них девять – произрастает в европейской части России: семь принадлежат к секции *Chondrilla* подрода *Chondrilla* (*Ch. acantholepis* Boiss., *Ch. brevirostris* Fisch. et Mey, *Ch. canescens* Kat. et Kir., *Ch. graminea* Bieb., *Ch. juncea* L., *Ch. latifolia* M.B., *Ch. laticoronata* Leonova) и два (*Ch. ambigua* Fisch., *Ch. pauciflora* Ledeb.) – к подроду *Brachyrinchus*.

В настоящее время нет однозначного представления о таксономической структуре рода. Например, *Ch. juncea*, *Ch. graminea* и *Ch. canescens* одни авторы рассматривают как самостоятельные виды [1, 2], другие объединяют в один вид *Ch. juncea* [3].

Анализ изменчивости морфологических признаков семи видов *Chondrilla* (*Ch. acantholepis*, *Ch. ambigua*, *Ch. brevirostris*, *Ch. canescens*, *Ch. graminea*, *Ch. juncea*, *Ch. latifolia*), произрастающих на европейской части России, позволил разделить их на две группы. В первую группу вошли образцы из популяций *Ch. ambigua*, вторая группа объединила в себе представителей шести видов секции *Chondrilla* [4]. Факторный анализ выявил те же две группы. Несмотря на большой разброс, представители *Ch. brevirostris*, *Ch. acantholepis*, *Ch. graminea*, *Ch. canescens* тяготели к периферии факторного пространства, центр которого был заполнен представителями *Ch. juncea*, *Ch. latifolia* и симпатрическими популяциями *Ch. juncea / graminea* [5].

Цель нашего исследования состояла в анализе изменчивости представителей рода *Chondrilla* европейской части России с использованием современных молекулярно-генетических методов.

Сбор материала проводили в 2015–2016 гг. в 48 популяциях восьми видов *Chondrilla* (*Ch. acantholepis*, *Ch. ambigua*, *Ch. brevirostris*, *Ch. canescens*, *Ch. graminea*, *Ch. juncea*, *Ch. laticoronata* и *Ch. latifolia*) из Астраханской, Волгоградской, Пензенской, Самарской, Саратовской и Ульяновской обл., Краснодарского края, Р. Калмыкия и Крым.

В качестве методов исследования были выбраны ISSR, а также секвенирование участков пластидного генома (регион *trnT – trnF*) и ДНК межгенного транскрибируемого рибосомального спейсера (ITS 1 и 2). Тотальную ДНК выделяли из лепестков, высушенных в силикагеле, с использованием наборов NucleoSpin® Plant II (MACHEREY-NAGEL, Germany) согласно протоколу производителя. ПЦР проводили в амплификаторе Mastercycler gradient (Eppendorf, Germany) с праймерами, синтезированными ЗАО Синтол (Москва). Выбор праймеров производили с учётом литературных данных [6 – 9]. Для ПЦР были использованы реактивы Ready-To-Load Master-mix 5X Mas^{DD}TaqMIX-2025 (Диалат Лтд., Москва). Для элюции ДНК из реакционной смеси или агарозного геля использовали наборы Bio Silica (Новосибирск). Секвенирование проводили в ЗАО Синтол (Москва).

Объединенное выравнивание для спейсеров *trnT–trnL* и *trnL–trnF* и интрона *trnL* **пластидной ДНК** состояло из 1292 позиций, 13 из которых были информативными (содержали замены). Также были обнаружены делеция фрагмента ТАТТТ у всех образцов *Ch. ambigua* и *Ch. brevirostris*, и дупликация фрагмента АТТАСАААТ у всех образцов, кроме видообразцов *Ch. ambigua*, *Ch. brevirostris* и *Ch. laticoronata*. В результате реконструкции в программе TCS 1.21 все гаплотипы были объединены в одну сеть (правдоподобие 95%) из 26 гаплотипов, из которых 11 отсутствовали в нашей выборке (рис. 1).

Сопоставление данных с географическим распределением изученных популяций позволило выявить 6 основных групп гаплотипов. Группа А является корневой, в нее вошли все образцы *Ch. ambigua*, *Ch. brevirostris* и *Ch. laticoronata*. Большинство образцов этой группы собраны в Астраханской области. Гаплотипы В, С и D объединяют образцы *Ch. acantholepis*, *Ch. canescens*, *Ch. graminea*, *Ch. juncea*, *Ch. latifolia* без какой-либо приуроченности к виду. От группы А их отделяет 7 мутаций. Гаплотип В распространен в северо-восточной части изученной территории. Гаплотип С приурочен к побережью Черного моря и несколько простирается на восток в Ростовскую и север Астрахан-

ской области. Гаплотип D сосредоточен в центральной части изученной территории. Гаплотип E составили две популяции *Ch. juncea*, располагающиеся на территории Общего Сырта (окрестности г. Хвалынский и г. Сызрань). Гаплотип F представлен одним единственным образцом *Ch. latifolia* из Волгоградской области, при этом другие образцы, определенные по морфологическим ключам как *Ch. latifolia* объединились с гаплотипами С и D.

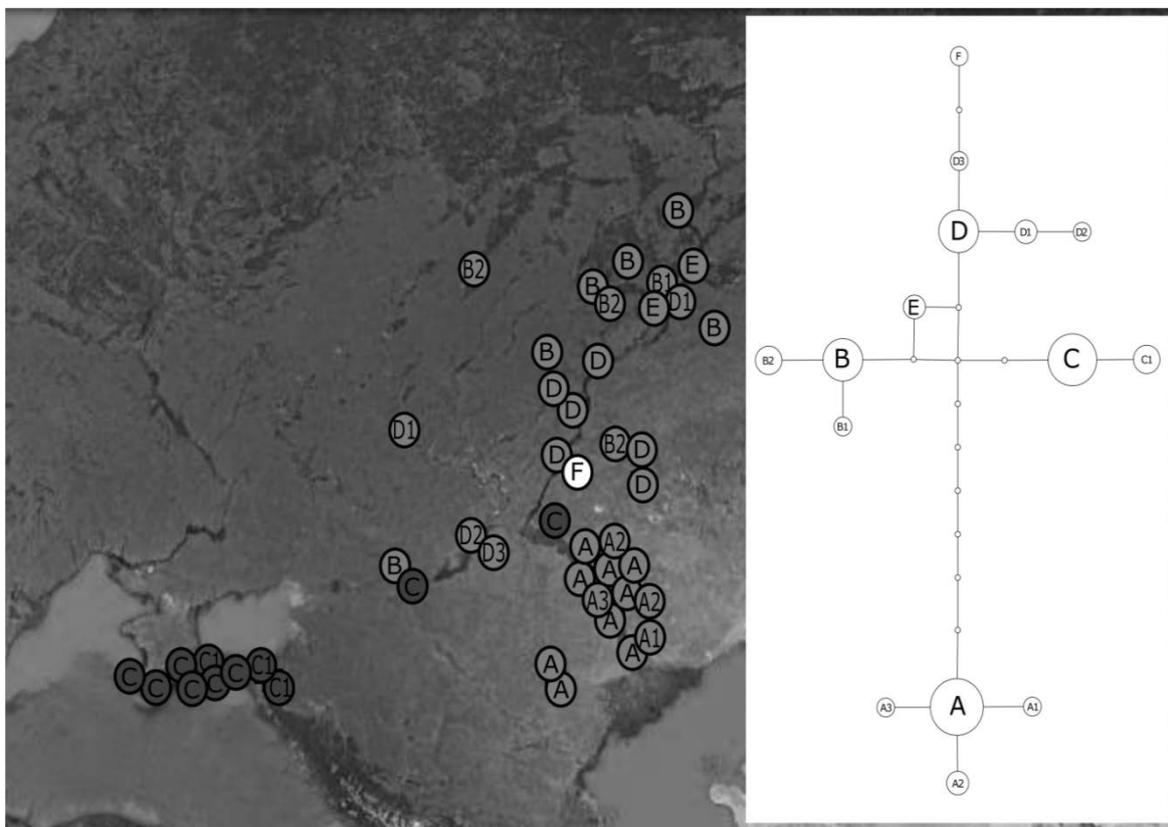


Рис. 1. Географическое положение исследованных популяций *Chondrilla* (слева) и наиболее экономная сеть гаплотипов (справа), построенная в программе TCS. Размер кругов пропорционален числу образцов с данным гаплотипом. Маленькие пустые круги соответствуют отсутствующим в выборке гаплотипам. Пояснения в тексте.

Тест Мантеля выявил очень слабую достоверную корреляцию между генетической дифференциацией и географическим расстоянием между группами ($r = 0.193$; $p < 0.0001$; 1000 пермутаций).

Интересно то, что образцы *Ch. ambigua*, *Ch. brevirostris* и *Ch. laticoronata* объединились в один гаплотип. Однако результаты дисперсионного анализа AMOVA при группировке *Ch. ambigua* с *Ch. brevirostris* или с *Ch. laticoronata* оказываются недостоверными (табл.). Достоверным является разделение на две группы, в котором *Ch. ambigua*, *Ch. brevirostris* и *Ch. laticoronata* объединены в одну группу, а *Ch. acantholepis*, *Ch. canescens*, *Ch. graminea*, *Ch. juncea*, *Ch. latifolia* – во вторую, а также при дальнейшем выделении *Ch. brevirostris* и *Ch. laticoronata* в отдельные группы. Так как *Ch. ambigua* является корневой согласно кластеризации Neighbour Joining с внешними группами (*Helenium arizonicum* и *Gaillardia comosa*), вероятнее всего *Ch. brevirostris* и *Ch. laticoronata* являются эволюционно более древними группами по сравнению с другими видами подрода *Chondrilla* или гибридами.

Выравнивание последовательностей *ядерной ДНК* состояло из 582 позиций, 14 из которых были информативными. *Ch. brevirostris*, *Ch. laticoronata* и некоторые образцы *Ch. canescens* и *Ch. juncea* отличались наличием множественного аллелизма.

Результаты анализа молекулярной дисперсии (AMOVA) между и в пределах различных видов или групп видов *Chondrilla*

Тестируемые виды или группы видов	d.f.	Доля дисперсии, %
Пластидные маркеры		
Ch. ambigua + Ch. brevirostris + Ch. laticoronata и Ch. acantholepis + Ch. canescens + Ch. graminea + Ch. juncea + Ch. latifolia		
Между группами	1	85.65***
В группах	6	4.55
Ch. ambigua и Ch. brevirostris		
Между группами	1	-11.11 ^{ns}
В группах	8	111.11
Ch. ambigua и Ch. laticoronata		
Между группами	1	55.53 ^{ns}
В группах	6	44.47
Ch. brevirostris и Ch. acantholepis + Ch. canescens + Ch. graminea + Ch. juncea + Ch. latifolia		
Между группами	1	85.84***
В группах	4	4.34
Ch. ambigua и Ch. brevirostris + Ch. laticoronata и Ch. acantholepis + Ch. canescens + Ch. graminea + Ch. juncea + Ch. latifolia		
Между группами	2	83.13***
В группах	5	6.06
Ch. ambigua и Ch. brevirostris и Ch. laticoronata и Ch. acantholepis + Ch. canescens + Ch. graminea + Ch. juncea + Ch. latifolia		
Между группами	3	83.68***
В группах	4	5.22
Ядерные ITS маркеры		
Ch. ambigua и Ch. brevirostris		
Между группами	1	36.77 ^{ns}
В группах	14	63.23
Ch. brevirostris + Ch. juncea		
Между группами	1	54.19 ^{ns}
В группах	29	45.81
Ch. brevirostris + Ch. laticoronata		
Между группами	1	5.06 ^{ns}
В группах	14	94.94
Ch. ambigua и Ch. brevirostris + Ch. laticoronata и Ch. acantholepis + Ch. canescens + Ch. graminea + Ch. juncea + Ch. latifolia		
Между группами	2	71.95***
В группах	7	2.18
Ch. ambigua и Ch. brevirostris и Ch. laticoronata и Ch. acantholepis + Ch. canescens + Ch. graminea + Ch. juncea + Ch. latifolia		
Между группами	3	73.16***
В группах	6	0.39

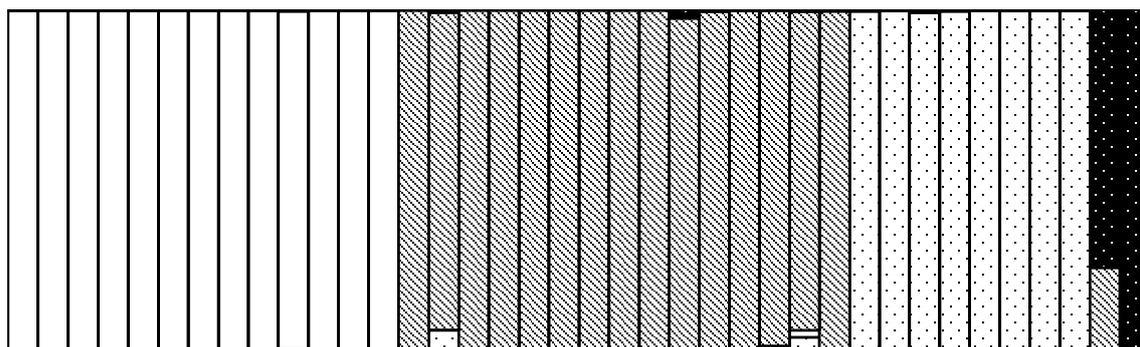
Примечание: *** P (наблюдаемое значение \geq случайное значение) \leq 0.0001; ns – недостоверно

В результате реконструкции наиболее вероятной сети гаплотипов была построена одна сеть (не представлено), объединяющая 30 гаплотипов, из которых 14 – отсутствующие. Географически ядерные гаплотипы 2, 3 и 5 имеют сходное распространение с пластидными гаплотипами В, С и D. Также совпадают ядерные и пластидные гаплоти-

пы *Ch. ambigua*. Наиболее сложную структуру имеют популяции *Ch. brevirostris* и *Ch. laticoronata*. Если по данным пластидной ДНК они объединяются в одну группу гаплотипов с *Ch. ambigua*, то согласно результатам ядерной ДНК с *Ch. ambigua* объединяются лишь отдельные аллели отдельных популяций *Ch. brevirostris* и *Ch. laticoronata*.

Популяции *Ch. brevirostris* несут в себе 4 уникальных гаплотипа, *Ch. laticoronata* – один уникальный гаплотип. При этом одна из аллелей *Ch. brevirostris* популяции из Астраханской обл. (окрестности станции Верблюжья) объединилась с гаплотипом 2 (*Ch. acantholepis*, *Ch. canescens*, *Ch. graminea*, *Ch. juncea* и *Ch. latifolia*).

На наличие слабого потока генов между *Ch. brevirostris* и *Ch. juncea* указывают и результаты **ISSR анализа** по 103 маркерам в программе STRUCTURE 2.2 (рис. 2). *Ch. ambigua* и *Ch. laticoronata*, напротив, представляют собой «чистые» генетические группы.



□ 1 □ 2 ▨ 3 ■ 4

Рис. 2. Вероятность отнесения образцов *Ch. ambigua* (am), *Ch. brevirostris* (br), *Ch. laticoronata* (lc), *Ch. juncea* (jg) и *Ch. canescens* (ca) к одному из четырех кластеров, полученных в результате байесовского анализа в программе STRUCTURE, по данным ISSR анализа

Результаты AMOVA, как и в предыдущем случае, наиболее достоверны при разделении на 4 группы, где 1-я группа – это *Ch. ambigua*, 2-я – *Ch. brevirostris*, 3-я – *Ch. laticoronata*, 4-я – *Ch. acantholepis*, *Ch. canescens*, *Ch. graminea*, *Ch. juncea* и *Ch. latifolia*.

Таким образом, в соответствии с вышеизложенным, несомненна видовая самостоятельность *Ch. ambigua*. *Ch. brevirostris* и *Ch. laticoronata*, по-видимому, являются гибридными группами, родительские формы которых не попали в выборку. Самостоятельность этих групп подтверждает ISSR анализ. *Ch. acantholepis*, *Ch. canescens*, *Ch. graminea*, *Ch. juncea* и *Ch. latifolia* по всем данным являются образцами одного вида – *Ch. juncea*. При этом *Ch. acantholepis*, *Ch. canescens*, *Ch. graminea* и *Ch. latifolia* следует считать его синонимами. Наличие слабого потока генов между *Ch. brevirostris* и *Ch. juncea* требует дальнейшего изучения с поиском возможных родительских форм для *Ch. brevirostris*.

Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта РФФИ (проект № 15-04-04087).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Леонова Т.Г. Хондрилла – *Chondrilla* L. // Флора Европейской части СССР. Т. 8. – Л.: Наука, 1989. – С. 57–61.
2. Маевский П.Ф. Флора средней полосы европейской части России. 11-е изд. – М.: Т-во науч. изд. КМК, 2014. – 635 с.

3. Еленевский А.Г., Буланый Ю.И., Радыгина В.И. Определитель сосудистых растений Саратовской области. – Саратов: ИЦ «Наука», 2008. – 248 с.
4. Кашин А.С., Петрова Н.А., Попова А.О., Шилова И.В. Морфологическая изменчивость в популяциях видов *Chondrilla* (Asteraceae) Европейской части России // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия Химия. Биология. Экология. – 2016. – Т. 16, № 1. – С. 80–90.
5. Кашин А.С., Крицкая Т.А., Пархоменко А.С., Кондратьева А.О., Петрова Н.А. Полиморфизм видов *Chondrilla* (Asteraceae) Европейской части России // Систематика и эволюционная морфология растений: материалы конференции, посвященной 85-летию со дня рождения В.Н. Тихомирова (31 января – 3 февраля 2017 г., Москва). – М.: МАКС Пресс, 2017. – С. 195–200.
6. Dogan B., Duran A., Hakki E.E. Phylogenetic analysis of *Jurinea* (Asteraceae) species from Turkey based on ISSR amplification // Ann. Bot. Fennici. – 2007. – Vol. 44. – P. 353–358.
7. Ryu J., Bae C.-H. Genetic diversity and relationship analysis of genus *Taraxacum* accessions collected in Korea // Korean J. Plant Res. – 2012. – Vol. 25, № 3. – P. 329–338.
8. Taberlet P., Gielly L., Pautou G., Bouvet J. Universal primers for amplification of three non-coding regions of chloroplast DNA // Plant Molecular Biology. – 1991. – V. 17, № 5. – P. 1105–1109.
9. White T.J., Bruns T.D., Lee S.B., Taylor J.W. Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA Genes for phylogenetics // PCR – Protocols and Applications – A Laboratory Manual. – Publisher: Academic Press, 1990. – P. 315–322.

УДК 633.31/37

Н.Б. Сальникова, А.В. Амелин, Е.И. Чекалин, В.В. Заикин

Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина,
г. Орел, Россия

ИНТЕНСИВНОСТЬ ФОТОСИНТЕЗА РАСТЕНИЙ *GLYCINE MAX* (L.) MERR. В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ФАЗЫ РОСТА И ЯРУСА ЛИСТЬЕВ

Аннотация. В статье представлены результаты полевых и вегетационных опытов по изучению видовых особенностей протекания реакций темновой фазы фотосинтеза у растений сои. Установлено, что фотоактивность листьев культуры резко возрастает при переходе растений к генеративному периоду развития, достигая максимума к фазе массового образования плодов, когда спрос на ассимилянты основных аттрагирующих центров (бобов) начинает активно возрастать. Интенсивность фотосинтеза листьев в данный период развития растений достигала 17,21 $\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2\text{s}$.

Наиболее высокой фотосинтетической активностью отмечались, прежде всего, листья, расположенные на 3-4 узле сверху, а самую низкую ее величину имели листья нижних ярусов растений. На 5 узле снизу интенсивность фотосинтеза была в 3,5 раза меньше, по сравнению с ассимилирующими листьями, расположенными в верхней части растений.

Наиболее интенсивно растения сои фотосинтезировали в обеденное время с 11:30 до 13:00. Интенсивность фотосинтеза в этот период составляла 11–13 $\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2\text{s}$, что было на 35 % выше чем в утренние часы и на 50 % – в послеобеденные.

Ключевые слова: соя, селекция, физиология, генофонд, коллекционный образец, интенсивность фотосинтеза.

Известно, что Н.И. Вавилов [5] постоянно указывал на важность использования в селекции физиологических признаков и свойств растений, связанных, в частности, с устойчивостью растений к экстремальным факторам среды. В настоящее время актуальность этого вопроса не только не ослабла, а, наоборот, еще более усилилась, в связи с повышением уязвимости растений к стрессовым абиотическим [1, 10, 17], и биотическим воздействиям [9, 10]. Согласно нашим экспериментальным данным, полученным на горохе, это происходит, в основном, из-за недостаточного фотоэнергетического по-

тенциала растений, величина которого в процессе селекции существенно не изменяется, а остается у вида на достигнутом в ходе эволюции уровне [16, 21].

Поэтому, для решения этой проблемы многие ученые как в нашей стране [Кумаков, 4, 6], так и за рубежом [18, 19, 20, 22], предлагают проводить целенаправленную селекционную работу на повышение активности и эффективности использования фотосинтеза, где скрыты огромные не используемые резервы [11].

Учитывая это, нами были проведены исследования по изучению особенностей протекания интенсивности фотосинтеза растений сои в зависимости от фаз роста, места расположения листьев на растениях и времени суток, чему и посвящена данная научная статья.

Методика исследований. Исследования проводились в рамках тематического плана ЦКП Орловского ГАУ «Генетические ресурсы растений и их использование» по совместной программе с ФГБНУ Тульский НИИСХ и ФГБНУ ВНИИ зернобобовых и крупяных культур.

Объектом физиологического изучения служили 10 перспективных сортов сои.

Опытный материал выращивался в полевых условиях на делянках площадью 2,5 м² в четырехкратной повторности. Посев осуществлялся селекционной сеялкой из расчета 600 тыс. всхожих семян на га. Способ размещения опытных делянок – систематический со смещением. Уход за посевами выполняли в соответствии с рекомендуемыми для региона мероприятиями.

В вегетационных опытах выращивание растений осуществлялось в селекционной теплице методом почвенной культуры с использованием полимерных сосудов емкостью 5 кг сухой почвы. Влажность почвы поддерживалась на уровне 70 % от полной ее влагоемкости.

Интенсивность фотосинтеза листьев опытных образцов оценивали по оригинальной методике немецкой фирмы Heinz Walz GmbH с помощью переносного газоанализатора марки GFS-3000 FL. Учет проводили в полевых условиях на интактных растениях в разные фазы роста в режиме реального времени.

Математическую и статистическую обработку экспериментальных данных проводили с помощью компьютерных программ [7].

Результаты и их обсуждение. Исследования показали, что активность фотосинтеза листьев растений *Glycine max* (L.) Merr. существенно зависит от фазы их роста. По данным вегетационных опытов, их интенсивность фотосинтеза резко возрастает при переходе растений к генеративному периоду развития, достигая максимума к фазе массового образования плодов, а затем происходит такое же резкое ее падение. При переходе растений от фазы бутонизации к фазе формирования плоского боба отмечалось увеличение интенсивности фотосинтеза на 50 %, а к моменту полного формирования семян в бобах ее величина снижалась с 17,21 до 10,69 $\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2\text{s}$, то есть на 38 % (рис. 1).

Во многом схожие результаты были получены в ранее проведенных исследованиях по разработке модели перспективного сорта сои северного экотипа для Центрально-Черноземного региона России [3]. В данных опытах, интенсивность фотосинтеза к фазе плоского боба возрастала в среднем на 15 %, а затем (к фазе зеленой спелости бобов) снижалась на 46 %. В условиях Орловской области наибольшей интенсивностью фотосинтеза листьев отличались сорта Рязанской и Белорусской селекций.

Эти исследования во многом согласуются и с экспериментальными нашими данными по гороху [13] и гречихе [15], а также других ученых по пшенице [14] и диким видам растений [8].

Так же установлено, что у сои, как и других сельскохозяйственных культур [13, 15], наибольшей интенсивностью фотосинтеза обладают листья, прежде всего, расположенные в верхнем ярусе растений, как наиболее молодые и освещенные, имеющие повышенную плодovou нагрузку (рис. 2).



Рис. 1. Интенсивность фотосинтеза листьев у растений сои в разные фазы роста при 70% влажности почвы от ПВ, данные вегетационного опыта за 2015–2016 гг.

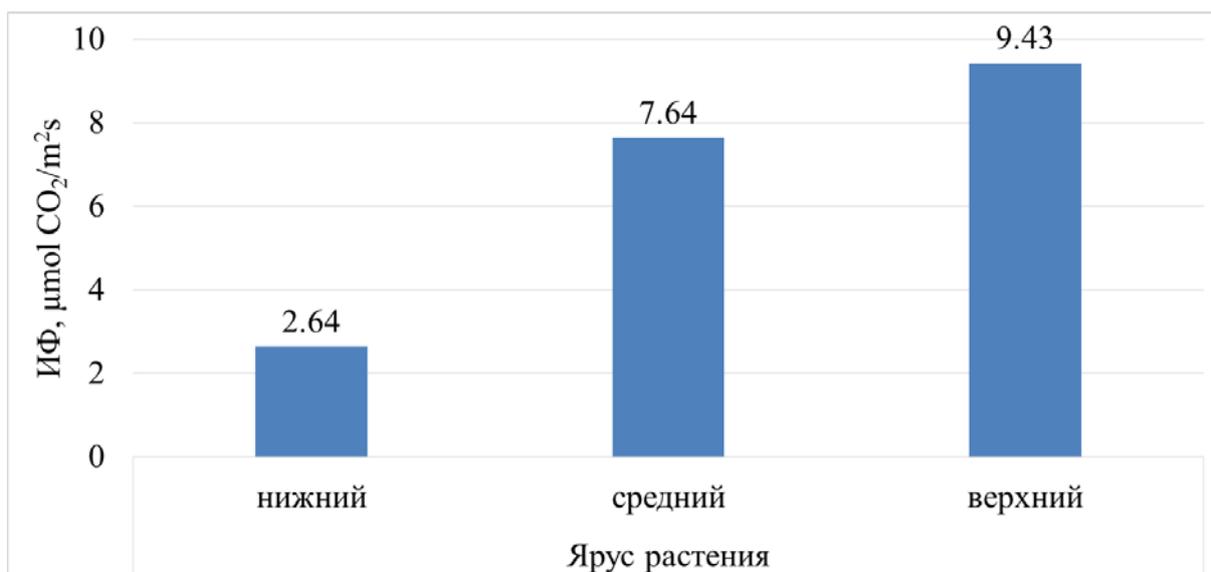


Рис. 2. Интенсивность фотосинтеза в зависимости от яруса листьев у растений сои в фазу плоского боба, 2017 г.

Интенсивность фотосинтеза листьев, расположенных на 3–4 узле сверху составляла $9,43 \mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2\text{s}$, средних – $7,64 \mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2\text{s}$, нижних – $2,64 \mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2\text{s}$. То есть активность фотосинтеза верхних листьев в 3,5 раз выше, по сравнению с ниже расположенными (5-й узел снизу). Такую ярусную изменчивость очевидно можно объяснить и тем, что нижние листья более старые по возрасту и в период налива семян в них начинают активно осуществляться процессы реутилизации, что убедительно было показано на горохе [12].

Важно отметить, что на интенсивность фотосинтеза растений значительное влияние оказывает и время суток. В опытах наиболее интенсивно листья растений сои фотосинтезировали в обеденное время – с 11:30 до 13:00. Интенсивность фотосинтеза в этот пе-

риод составляла 11–13 $\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2\text{s}$, что было на 35 % выше, чем в утренние часы (с 8:00 до 9:00) и на 50 % – в послеобеденные (рис. 3).

Такой характер изменения фотосинтетической активности листьев сои отличался от культуры гречихи и гороха, у которых максимальный пик фотосинтеза приходится на период с 8 до 11 часов утра [2, 15]. На наш взгляд, во многом это связано с тем, что соя является теплолюбивой культурой и меньше страдает от перегрева в полуденное время, а с другой стороны – 2017 год характеризовался прохладными погодными условиями, вследствие чего температура воздуха в обеденное время не была для культуры критической – не превышала 25 °С.

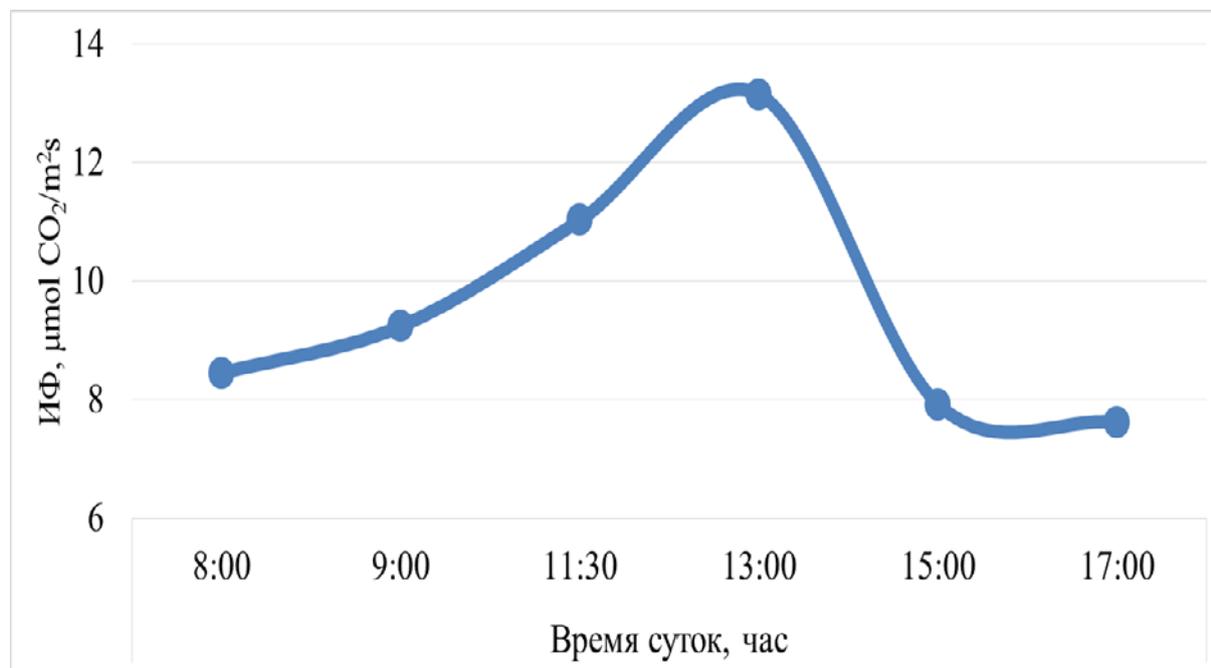


Рис. 3. Дневной ход интенсивности фотосинтеза у растений сои в фазу цветения, по данным 2017 года

Заключение. Таким образом, у сои, как и других сельскохозяйственных культур, активность реакций темновой фазы фотосинтеза листьев существенным образом зависит от биологических особенностей вида, места расположения листьев на растении, времени суток, фазы роста и развития, что необходимо учитывать при оценки перспективных генотипов культуры по показателям интенсивности фотосинтеза.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Амелин, А.В.* Зависимость урожайности сортов гороха от скороспелости и условий произрастания / А.В. Амелин // Сборник научных трудов: селекция и технология возделывания зерновых, бобовых и крупяных культур. – Орел: ВНИИЗБК, 1994. – С. 100–109.
2. *Амелин, А.В.* Физиологические особенности селекции зернового гороха листочкового морфотипа / А.В. Амелин // Вестник РАСХН. – 2001. – № 4. – С. 29–31.
3. *Амелин, А.В.* Особенности фотосинтеза в онтогенезе различных по эколого-географическому происхождению сортов сои / А.В. Амелин, И.И. Кузнецов, Е.И. Чекалин / Вестник ОрелГАУ. – № 3 (30). – 2011. – С. 2–4.
4. *Чайка М.Т., Ламан Н.А., Гриб С.И.* Исследование связи роста и фотосинтеза с продукционным процессом при селекции хлебных злаков // Фотосинтез и продукционный процесс / Под ред. Ничипоровича А.А. – М.: Наука, 1988. – С. 262–267.
5. *Вавилов, Н.И.* Селекция как наука // Теоретические основы селекции: в 3 т./под ред. Н.И. Вавилова. – М.:Л., 1935. – Т.1. – С.1. –17.

6. *Володарский Н.И., Быстрых Е.Е., Николаева Е.К.* Фотосинтетическая активность верхнего листа пшеницы у сортов различной продуктивности // Сельскохозяйственная биология. – 1978. – Т. 8. – № 5. – С. 703–710.
7. *Доспехов, Б.А.* Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – М.: Агропромиздат. Изд. 5-е, доп. и перераб., 1985 – 131 с.
8. *Зеленский М.И.* Фотосинтетические характеристики важнейших сельскохозяйственных культур и перспективы их селекционного использования // Физиологические основы селекции растений / Под ред. Удовенко Г.В., Шевелухи В.С. Санкт-Петербург: ВИР. – 1995. – Т. II. – Ч. II. – С. 466–554.
9. *Литвиненко, Н.А.* Селекция на повышение адаптивного потенциала озимой мягкой пшеницы / Н.А. Литвиненко // Вестник сельскохозяйственной науки. – 1990. – № 5. – С. 98–106.
10. *Неттевич, Э.Д.* Проблемы селекции зерновых культур в Нечерноземной зоне РСФСР в связи с интенсификацией земледелия / Э.Д. Неттевич // Сельскохозяйственная биология. – 1979. – Т. XIV. – № 5. – С. 543–549.
11. *Ничипорович, А.А.* Энергетическая эффективность фотосинтеза и продуктивность растений / А.А. Ничипорович. – Пушечно: НЦ БИ АН СССР, 1979. – 37 с.
12. *Новикова, Н. Е.* Физиологическое обоснование роли морфотипа растений в формировании урожайности сортов гороха: 03. 00. 12 «Физиология и биохимия растений» : автореф. дис. на соиск. учен. степ. д-ра с.-х. наук / Надежда Евгеньевна Новикова ; [Орел ГАУ]. – Орел, 2002. – 46 с. – Библиограф.: С. 42–46.
13. *Чекалин Е.И.* Интенсивность фотосинтеза хлорофиллсодержащих органов растений у старых и новых сортов гороха посевного / Чекалин Е.И., Амелин А.В. // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2017. – № 66. – С. 237–242.
14. *Чиков, В.И.* Дневная динамика фотосинтеза целого растения пшеницы / В.И. Чиков, В.В. Лозовая, И.А. Тарчевский // Физиология растений. – 1977. – Т. 24. – № 4. – С. 691–698.
15. *Amelin A.V.* Variability of photosynthesis intensity in cultivated common buckwheat *Fagopyrum esculentum* Moench. depending on ontogenetic phase and environment conditions / A.V. Amelin, A.N. Fesenko, E.I. Chekalin, V.V. Zaikin // The 13th International Symposium on Buckwheat (ISB), 9-11.09.2016, Chungbuk National University, Korean. – 2016. – P. 773–778.
16. *Evans, L.T.* Morphological and physiological changes among rice varieties used in the Philippines over the last seventy years / L.T. Evans, R.M. Visperas, B.S. Vergara // Field Crops Res. – 1984. – V. 8. – P. 105–124.
17. *Kraft, S.E.* Variation in the relationship between corn yield and climate in a sample of counties in Illinois 1951–1980 / S.E. Kraft, P. Dharmadhikari // Trans III State Acad.Sci. – 1984. – V.77. – N 3–4. – P. 219–228.
18. *Long S. P.* Can improved photosynthesis increase crop yields? / S. P. Long, Xin-Guang Zhu, S.L. Naidu, D.R. Ort // Plant, Cell and Environment. – 2006. – 29. – P. 315–330. – doi: 10.1111/j.1365-3040.2005.01493.x.
19. *Ort D.R.* Optimizing antenna size to maximize photosynthetic efficiency / D.R. Ort, A. Melis // Plant Physiology. – 2011. – V.155. – P. 79–85. – doi/10.1104/pp.110.165886
20. *Ort D.R.* Redesigning photosynthesis to sustainably meet global food and bioenergy demand / D.R. Ort, S.S. Merchant, J.Alric, A.Barkan, et al.// PNAS. – 2015. – V. 112. – №. 28. – P. 8529–8536. – doi: 10.1073/pnas.1424031112.
21. *Richards R.A.* Selectable traits to increase crop photosynthesis and yield of grain crops / R.A. Richards // Journal of Experimental Botany. – 2000. – V. 51. – P. 447–458.
22. *Von Caemmerer S., Evans J.R.* Enhancing C3 photosynthesis / von S. Caemmerer, J.R. Evans // Plant Physiology. – 2010. – V. 154. – No. 2. – P. 589–592. doi:10.1104/pp.110.160952.

Д.В. Сапронова, А.К. Зеленьяк

Нижевожская станция по селекции древесных пород – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук», г. Камышин, Россия

ПРОБЛЕМЫ ЭФФЕКТИВНОГО РАЗМНОЖЕНИЯ ФОРМОВОГО РАЗНООБРАЗИЯ PSEUDOTSUGA MENZIESII И LARIX SIBIRICA В УСЛОВИЯХ КАШТАНОВЫХ ПОЧВ

Континентальный климат степи откладывает свой отпечаток на рост и развитие, декоративность растений интродуцированных из других географических пунктов. Доля участия хвойных древесных пород в защитном лесоразведении степной зоны Юга РФ в настоящее время не превышает 3 % от общего ассортимента. В тоже время создание эффективных, долговечных, устойчивых ЗЛН обуславливает повышение биоразнообразия агроландшафтов, побуждает исследовать и внедрять новые ценные древесные породы и виды. Если сосна обыкновенная является достаточно изученной и внедряемой породой, то лжетсуга Мензиса (*Pseudotsuga menziesii*) и лиственница сибирская (*Larix sibirica* Ledeb) для степной зоны – это растения интродуценты с крайне незначительным участием в насаждениях защитного назначения, в озеленении.

В коллекции дендрария Нижевожской станции по селекции древесных пород (Волгоградская обл. г. Камышин) лжетсуга и лиственница разных возрастов (до 55 лет) проходят испытания по адаптации и в богарных условиях успешно переносят засухи, произрастают на бедных каштановых почвах, имеют хороший рост и состояние, периодически плодоносят, образуют качественные семена. На чернозёмовидных почвах степи в защитном лесоразведении и озеленении эти породы могут представлять особую ценность и перспективность.

Лжетсуга форма зеленая – одна из наиболее декоративных хвойных пород в зеленом строительстве. Применима при одиночных солитерных посадках на газоне и небольшими группами, в линейных посадках в парках и садах. Особенно декоративна весной своей ярко-зеленой хвоей и пурпурными или зелеными продолговато-яйцевидными позже светло-коричневыми шишками. Ветви кроны горизонтальные или слегка опущенные и извилистые. Кора ствола толстая, глубокотрещиноватая. Хвоя мягкая, тонкая, заостренная, часто серповидная, двухрядно расположенная, 15–30 мм длины, 1,4 мм ширины. Шишки длиной 7–10 см, с 50 семенными чешуйками, кроющие чешуи прямые, расположены вдоль шишки и прилегают к ней, семена до 7 мм длины.

Лжетсуга форма сизая – отличается сизовато-зеленой окраской хвои, шишки по размерам несколько мельче, чем у зеленой, 4,0–7,5 см длины, овальной формы, кроющие чешуи загнуты к основанию шишки, хвоя также короче – длиной 1,5–2,0 см., толщиной 1,5 мм, толстая, тупая, расположена щеткообразно под острым углом к побегу, семена также мельче, чем у зеленой формы длиной до 5,0 мм. Деревья выделяется незначительной пирамидальностью кроны, кора тонкая бороздчато-трещиноватая. В возрасте 55 лет в дендрарии станции они имели высоту 12,3 м и средний диаметр 23,6 см, у отдельных деревьев – до 34,0 см и не уступают рядом растущим сосне обыкновенной, крымской и желтой, какие-либо признаки суховершинности или усыхания отсутствуют. По А.И.Колесникову в парке Аскания-Нова на засоленной темно-каштановой почве в возрасте 50 лет лжетсуга достигает высоты 14,0 м и диаметра ствола 25,0 см [3].

Лжетсуга форма серая – ветви горизонтальные, кора тонкая, мелкотрещиноватая, хвоя плотная, серовато-зеленая, туповатая, неправильно двурядная, длиной 15–20 мм, 1,6 мм ширины, шишки до 5 см длины, овальнозаостренные, кроющие чешуи слегка

отогнуты от шишки, семена мельче, чем у формы зеленой до 5 мм. длины. По росту и развитию имеет те же показатели высоты и диаметра, также отсутствуют признаки суховершинности, общее состояние деревьев жизнеспособное. Биометрические показатели длины, ширины семян у разных форм лжетсуги достоверно различны. Форма зелёная имеет более крупные семена и более высокую массу 1000 шт. семян. Как правило, крупные семена имеют более высокую лабораторную и грунтовую всхожесть. Более крупные семена у формы зелёная имеют полнозернистость до 80 %, у сизой – до 72 %. Таким образом, лжетсуга форма зелёная по показателям качества семян имеет существенное предпочтение над формой сизой.

Совместно со специалистами Новоаннинского лесничества в 1985 году создана клоновая лесосеменная плантация лиственницы сибирской, которая с 24 лет плодоносит и способна обеспечить массовую производственную заготовку местного селекционно-улучшенного качественного посевного материала. В перспективе планируется закладка ЛСП лжетсуги. Для лиственницы сибирской характерны следующие показатели, обеспечивающие целесообразность ее использования для создания ЗЛН: высокая зимостойкость, широкий географический и эдафический ареал, характеризующий адаптационные возможности ее как вида, способность к формированию как чистых, так и смешанных культур, интенсивный рост и долговечность, почвоулучшающие свойства, высокая устойчивость к техногенным воздействиям, болезням и вредителям. По совокупности всех приоритетных свойств эта порода в защитном лесоразведении не имеет конкурентов, а ее цветные шишечные формы эстетично вписываются в садово-парковые ландшафты [1, 2]. Несмотря на эти очевидные достоинства, использование лиственницы весьма ограничено. В Саратовской области доля ее участия в покрытых лесом землях составляет всего 0,12 %, среди хвойных пород – всего 1,1 %, из 18 главных лесообразующих пород только одна лиственница по производительности превосходит все породы и имеет бонитет насаждений 1.3, остальные, в т.ч. сосна и дуб, кроме малоценных осины и тополя, ниже 2,5 [4]. По Оренбургской области участие лиственницы в объеме посадок составляло в 1966–1970 гг. 1,7 %, в 1976–1980 гг. – 0,06 %, в Самарской, соответственно, – 3,0 и 0,1, в Волгоградской – единичные участки посадок, с 1992 г. высадка этой ценной породы повсеместно прекратилась. Ее широкому внедрению препятствуют отсутствие местных семян и сложность выращивания сеянцев в питомниках. Практический небогатый опыт существующих насаждений показывает, что интродуцированная лиственница сибирская в возрасте 104 года достигает высоты 34,8 м. и диаметра ствола 40,8 см (с. Полибино, Оренбургская область). Насаждения Бузулукского бора на бедных супесчаных почвах хуже: в 65 лет достигли высоты 12,6 м и диаметра 17,6 см. Чернозем обыкновенный супесчаный Шахматовского питомника (Оренбургская) с корнедоступным уровнем грунтовых вод (3,5–4,0 м) создает благоприятные условия роста этой породы: высота в 40 лет 15,5 м, лиственница опережает в росте березу и ясень. Снижение роста отмечается на бедном супесчаном черноземе Ново-Сергиевского лесхоза. На черноземе обыкновенном, карбонатном, легкосуглинистом Боклинского лесхоза рост улучшается, 30-летние насаждения относятся к II бонитету (Н – 10,8 м, Д – 11,2 см). В заволжских степях Самарского и Безенчукского лесхозов (Самарская обл.) культуры лиственницы на черноземе обыкновенном имеют I а – III класс бонитета и по росту значительно превосходят дуб и ясень. На обыкновенных черноземах Поволжской АГ-ЛОС в поlezащитной лесной полосе в возрасте 32 лет лиственница имела высоту 13,0 м и диаметр 15,3 см. Красношишечные и зеленошишечные формы лиственницы сибирской, встречающиеся во всех обследованных насаждениях, по биометрическим показателям существенно не отличались. Так, в дендрарии станции 25-летние деревья красношишечной формы имели среднюю высоту 8,9 м, средний диаметр – 7,3 см, таксационные показатели деревьев зеленошишечных форм – Н – 9,1 м, Д – 7,1 см. Как среди красношишечных, так и среди зеленошишечных форм встречаются деревья с мелкими и крупными шишками. Более крупные семена имеют красношишечные формы лист-

венницы сибирской, масса 1000 шт. семян равна в разные годы 9,0–11,7 г, но она всегда выше массы семян зеленошишечных форм – 7,6–9,8 г. Эту особенность отмечал на Алтае И.А. Лагов [5].

Для успешности дальнейшего внедрения этих ценных пород. проведена серия опытов по выращиванию сеянцев и их качественной оценке. В условиях Нижнего Поволжья (г. Камышин) сумма среднесуточных положительных температур (выше +10 °С) составляет 3000 °, в Среднем Заволжье, где нами также закладывались опыты (г. Бузулук) – 2500 °. Дополнительное влияние положительных температур (+500°) позволяет по иному подходить к применению пленочных покрытий в процессе выращивания стандартных 1 – летних сеянцев, т.е. вместо постоянных культивационных плёночных сооружений целесообразно применять временные (на 25–30 дней) укрытия. Для посева лжетсуги и лиственницы использовались семена дендрария Нижневолжской станции по селекции древесных пород. Посевы произведены под временным полиэтиленовым покрытием: покрытие каркаса полиэтиленовой пленкой 14 апреля, снятие пленки – 17 мая. За этот период микроклимат под пленкой способствует ускорению прорастания семян, получению дружных всходов, сокращает полегание, ускоряет рост и развитие сеянцев. Применялась пятистрочная схема посева – 30–5–15–5–15–5–15–5–15–5–30, где 30 см – ширина межленточного пространства, 5 – ширина строчки, 15 – межстрочное расстояние. Лучшие варианты выращивания сеянцев лжетсуги и лиственницы – временные пленочные укрытия, обработка семян препаратом «Бишаль», способствующему сохранности растений и увеличению выхода сеянцев на 17 %, норма высева 3 г на 1 п. м строчки, применение полимерного материала «Санбелт», NPK+перегной (рис. 1, 2).



Рис. 1. Двухлетние сеянцы лжетсуги



Рис. 2. Опытные посевы лиственницы 45 дней

Единичные всходы появляются на 6-8 день, массовые – на 13–15, затем, как правило, ежегодно начинается отпад растений. Полегание и отпад всходов хвойных пород – инфекционное заболевание вызываемое грибами рода *Fusarium*. После всходов фузариоз – нижняя часть стебелька становится водянистой, морщинистой, затем в области корневой шейки стебелек буреет, загнивает, в этом месте образуется перетяжка, сеянец ложится и быстро отмирает. Для предотвращения и снижения полегания сеянцев на 8–10 день после посева поверхность посевных строчек обрабатывали фунгицидом нитрофеном путем рассыпки с нормой 6 гр. порошка на 1 м², через неделю проводили повторные обработки посевных строк фунгицидом цинеб: опрыскивание водным раствором с нормой расхода препарата 4 г на 1 м² площади почвы. В сравнении с всходами ели колючей отпад растений лжетсуги и лиственницы незначительный и этими агротехническими приемами удаётся прекратить дальнейшее полегание сеянцев. Все в комплексе увеличивает абсолютно сухую массу надземной и корневой части сеянца в срав-

нении с контролем открытого грунта в 1,9 раза, улучшает рост в высоту в 1,3 раза, диаметр – на 82 %, выход сеянцев – в 2,1 раза. Однако однолетние сеянцы лжетсуги нестандартные и по высоте значительно уступают лиственнице (табл. 1).

Данные опытов по выращиванию сеянцев хвойных пород показывают, что в равных условиях проявляется различная реакция роста растений. В 1-летнем возрасте стандартных размеров по высоте (более 15 см) достигает лишь лиственница. В Нижнем Поволжье дополнительная сумма положительных температур в 500°С позволяет получить среднюю высоту сеянцев 30,1 см, что в 2 раза превышает показатели роста в Среднем Заволжье (15,1 см). Хорошая сохранность всходов обеспечила высокий выход посадочного материала – 3180 тыс. шт. с 1 га площади. Лжетсуга по росту в высоту достигает стандартных размеров на 2-й год выращивания. Выход стандартных сеянцев с 1 га у лжетсуги достаточно велик и составляет 2670 тыс. шт.

Показатели роста сеянцев хвойных пород

Порода	Возраст, лет	Высота, см	Диаметр, мм	Выход сеянцев, тыс. шт. с 1 га
Лиственница (Нижнее Поволжье)	1	30,1±1,1	3,5	3180
Лиственница (Среднее Заволжье)	1	15,1±0,3	4,0	2679
Лжетсуга	1	7,6±0,2	2,0	2700
Лжетсуга	2	15,7±0,4	3,8	2670

Таким образом, климатические условия региона исследований, бедные каштановые почвы, применяемая нами агротехника обеспечивает выращивание стандартных сеянцев хвойных пород в сроки: лиственница сибирская – 1 год, лжетсуга – 2 года. Клоновая ЛСП лиственницы в отдельные годы давала урожайность семян до 120 кг с 1 га. На основе результатов этих исследований, работ опубликованных ранее [1, 2] и производственной проверки совокупности приемов семеноводства и размножения отобранного генофонда в степной зоне РФ впервые на площади 12 га создана и продуцирует клоновая лесосеменная плантация лиственницы сибирской, способная обеспечить местным, качественным, селекционно-улучшенным семенным материалом несколько регионов, разработана технология выращивания посадочного материала. Создавать семенные плантации целесообразно в комбинации с лесными питомниками, что обеспечит необходимое количество специалистов для проведения всего комплекса селекционно-семеноводческих работ, значительно улучшит общую организацию выращивания селекционно-улучшенного посадочного материала.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зеленьяк А.К. Резервы повышения эффективности лесомелиоративных насаждений // Земледелие – 5, 2008. – С. 15–17.
2. Зеленьяк А.К. Лесомелиорация сельскохозяйственных угодий степной зоны России // Актуальные проблемы лесопользования и кадрового обеспечения лесного сектора экономики стран Центральной Азии: сб. докл. Межд. науч.-практ. конф. – Алматы: 2008. – С.245–249.
3. Колесников А.И. Декоративная дендрология. – М., 1960. – 675 с.
4. Кравцов С. З. Гасилин В.Н. Леса будущего в кн. Саратовские леса. – Саратов, 1998. – С. 157–170.
5. Лагов И.А. О качестве семян биологических форм лиственницы сибирской. // Лесное хозяйство – 2, 1959.

И.П. Свинцов, В.А. Семенютина

Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций
и защитного лесоразведения Российской академии наук,
г. Волгоград, Россия

БИОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПОДБОРА СУБТРОПИЧЕСКИХ КУЛЬТУР ДЛЯ ЮЖНЫХ РАЙОНОВ НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

Интродукция морозостойких сортов *Zizyphus jujuba* представляет научно-практический интерес для южных районов Нижнего Поволжья, биохимический состав плодов которых малоизучен. В настоящее время развитие наукоемких технологий предусматривает расширение сырьевой базы биотехнологии и увеличение производства биологически активных веществ (БАВ). Растущий интерес к БАВ для нужд медицины, парфюмерии, пищевой промышленности при одновременном истощении традиционных ресурсов заставляет уделять внимание новым нетрадиционным источникам сырья. С этой точки зрения сорта унаби можно рассматривать как перспективный объект, благодаря высокому содержанию углеводов, протеинов, витаминов, пектина, органических кислот.

Для определения биоморфологических признаков и их параметров, характеризующих хозяйственную ценность сортового разнообразия объектом исследований являлась коллекция сортов унаби (*Zizyphus jujuba* Mill.) из семейства крушиновых (*Rhamnaceae*), произрастающая в ФГУП «Волгоградское».

Коллекция включает крупноплодные (Та-Ян-Цзао, Южанин), среднеплодные (Дружба, Финик), мелкоплодные (Темрюкский, Сочинский) сорта, посадочный материал которых получен из Всероссийского НИИ цветоводства и субтропических культур (рис. 1).



Растения сортов унаби в фазе плодоношения

(а – Финик, б – Дружба, в – Сочинский, г – Та-ян-цзао, д – Темрюкский, е – Южанин)

Почвы коллекционного участка – светло-каштановые, среднемоштные, среднесуглинистые, сформированные на делювиальном наносе, состоящем из песков, залегающих однородной массой с глубины одного метра, характеризуются небольшим количеством гумуса (0,7–1,2 %).

Данные анализа водной вытяжки свидетельствуют об отсутствии засоления почвенно-грунтовой толщи. На фоне изменяющихся метеорологических условий и влажности почвы в период вегетации изучался водный обмен и состояние унаби. Изучение поведения растений в периоды снижения влажности почвы и воздуха позволило установить не только влияние фактора обезвоживания на состояние различных сортов, но и вскрыть и сравнить природу их засухоустойчивости.

Для оценки эколого-физиологического состояния применяли лабораторные методы исследований, наблюдения за фенологией, ростом и развитием велись по общепринятым методикам.

Ответная реакция на эти климатические факторы визуально определялась весной по наличию поврежденных побегов. В 10-летнем возрасте повреждаются эпизодически однолетние побеги до 50 % (Сочинский, Темрюкский). Полностью отмирают побеги текущего года и частично повреждаются более старые ветви у 10-летних растений (Дружба, Финик – 0,40–0,56). Обмерзают 2–3-летние побеги и скелетные ветви у сортов Та-ян-Цзао, Южанин (0,30–0,34).

Определены морфологические признаки, характеризующие хозяйственную ценность сортового разнообразия *Zizyphus jujuba* Mill. (унаби). В условиях северной границы культивирования выявлены механизмы адаптации сортового разнообразия (мелко-, средне- и крупноплодные) к стресс-факторам на клеточном, организменном и популяционном уровнях. На основе морфологических и физиолого-биохимических признаков и параметров, характеризующих адаптационные возможности и хозяйственную ценность сортового разнообразия унаби, как пищевых и лечебных растений, установлены индивидуальный оптимум условий и степень толерантности. При часто повторяющихся засухах у *Zizyphus jujuba* Mill. с увеличением возраста уменьшается показатель относительного выхода электролитов, возрастает устойчивость клеточных структур. В плодах изученных сортов в условиях северной границы их культивирования (Волгоградская область) содержание аскорбиновой кислоты (432–751,6 мг %), биофлавоноидов (около 80 мг %) и сахаров (23,5–31,2 %) варьирует в зависимости от сортовых особенностей, географического места произрастания, времени сбора плодов, погодных условий вегетационного периода. В листьях, стеблях, плодах и корнях растений, выращенных в северных районах, витамина С больше, чем в растениях, возделываемых на юге. Высокой степенью адаптации по засухоустойчивости и толерантностью к низким температурам (0,80–0,86) обладают мелкоплодные сорта (Сочинский, Темрюкский).

Испытанные сорта унаби имеют потенциальные возможности в условиях засушливого лета. Главный лимитирующий фактор определяющий их распространение это устойчивость к низким температурам. При моделировании условий произрастания с учетом эдафических и орографических факторов испытанные сорта могут найти применение в частном садоводстве и озеленительных посадках.

В результате исследований выявлено, что наиболее устойчивыми в условиях светлокаштановых почв являются мелкоплодные (Сочинский, Темрюкский) сорта, которые перспективны для многофункциональных насаждений деградированных ландшафтов засушливого региона. На основе изучения адаптационных возможностей предложены сорта для широкого и ограниченного применения: крупноплодные – для частного садоводства и фермерских хозяйств; среднеплодные – для озеленительных целей; мелкоплодные для насаждений деградированных ландшафтов при создании зеленых зон пригородных территорий. Рекомендуются для покрытия сухих южных склонов, создания живых изгородей и групповых посадок.

Н. Ю. Семёнова, Б. Д. Шатаханов

Балашовский институт (филиал) Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н.Г. Чернышевского,
г. Балашов, Россия

СОСТОЯНИЕ ЦЕНОПОПУЛЯЦИИ И РЕСУРСОВ *PLANTAGO MAJOR* L. В БАЛАШОВСКОМ РАЙОНЕ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Изучение особенностей онтогенеза и структуры ценопопуляций весьма важно в плане прояснения вопросов ее устойчивости и возможности к самоподдержанию [6]. В этой связи актуальность исследования ценопопуляций лекарственных растений не вызывает сомнений.

Подорожник большой (*Plantago major* L.) – многолетнее поликарпическое, короткокорневищное растение из семейства Plantaginaceae, высотой 10 – 50 (70) см. Особи *P. major* формируют многолетние моноподиально нарастающие розеточные полициклические вегетативные побеги. Соцветие – простой колос. Цветки актиноморфные. Плод – синкарпная многосеменная двугнездная вскрывающаяся верхняя коробочка. Цветет с мая по октябрь. Листья взрослых растений *P. major* овально-яйцевидной формы с дуговым жилкованием. Край листа ровный, мелкозубчатый. Корневая система мочковатая, содержит контрактильные корни [4]. Растет на разнообразных по механическому составу, содержанию гумуса и влаги почвах.

P. major – евроазиатский вид, имеющий обширный ареал. В России северная граница ареала проходит несколько ниже Мурманска, достигает Архангельска и далее по 69 параллели северной широты идет на восток до Салехарда и Игирки, затем по р. Нижняя Тунгуска и Вилюй, пересекает низовья Алдана и доходит до Камчатки [1, 9].

Подорожник большой – лекарственное официальное растение [2]. Листья подорожника содержат индикановый гликозид аукубин, горькие и дубильные вещества, каротин, 20,7–42,2 мг % аскорбиновой кислоты, незначительное количество алкалоидов и витамина К [1].

Настой листьев употребляют в качестве отхаркивающего, разжижающего мокроту и обволакивающего средства при бронхите, туберкулезе легких, коклюше, энтерите, колите. Экстракт листьев оказывает успокаивающее и снотворное действие, понижает артериальное давление [7].

Цель исследования – изучить особенности онтогенетической структуры ценопопуляции *P. major* и определить накопление биомассы изучаемого вида.

В ходе работы использовались общепринятые методы геоботанических описаний [3, 5, 8, 10]. Для изучения возрастной структуры ценопопуляции случайно-регулярным способом закладывались пробные площадки площадью 1 м².

Исследования проводили в урочище «Солнечный», находящегося за дачным массивом в окрестности села Ветельный Балашовского района Саратовской области. Расстояние от г. Балашов – 5 км на юго-восток. Район исследования находится в зоне типчаково-ковыльных степей. Почвы – чернозем обыкновенный.

Ценопопуляция *P. major* неполночленная, при обследовании не обнаружены проростки, старые генеративные растения и особи постгенеративной фракции (рис.). Онтогенетический спектр одновершинный с максимумом в области виргинильных растений (47,8 %). В возрастном спектре ценопопуляции доминируют прегенеративные особи – 76,5 % от общего числа проанализированных растений. Среди растений генеративной фракции преобладают молодые генеративные особи (10,4 %).



Онтогенетическая структура ЦП *P. major*

Анализ возрастной структуры ценопопуляции *P. major* на основании индексов возрастности ($\Delta=0,19$) и эффективности ($\omega=0,41$) (классификация «дельта-омега») показал, что ЦП соответствует молодому типу. По классификации Т. А. Работного ЦП *P. major* является инвазионной.

Высокие значения индексов возобновляемости ($I_{\text{возобн}}=82,3$), генеративности ($I_{\text{генер}}=17,8$) и замещения ($I_{\text{зам}}=0,8$) свидетельствуют об устойчивом состоянии ЦП *P. major* в данных эколого-фитоценологических условиях.

В процессе онтогенеза наблюдалось существенное увеличение биомассы *P. major*. Наибольший прирост биомассы в 11 раз отмечен у виргинильных особей (9,93 г) по сравнению с имматурными растениями (0,84 г). Биомасса особей среднегенеративной фракции была выше в 59 раз по сравнению с ювенильными растениями.

Биомасса генеративных растений составляет у g_1 – 17,9, у g_2 – 26,4 г. Плотность стояния растений на 1 м², в среднем, 20 особей. Заросль имеет площадь 200 м². Биологический запас сырья составляет – 71,6 и 105,6 кг, эксплуатационный 24 и 35 кг соответственно. Как показывают расчёты, ресурсы вида могут быть использованы для заготовки местным населением. Повторная заготовка вегетативной массы возможна через 2 года.

Таким образом, исследуемая ценопопуляция *P. major* характеризуется одновершинным возрастным спектром, в котором максимум располагается в молодой генеративной (g_1) части. При переходе от одного онтогенетического состояния к другому отмечено увеличение накопления биомассы подорожника большого. Процессы самоподдержания в ценопопуляции идут интенсивно. Устойчивость обеспечивается высокой семенной продуктивностью. Заготовка лекарственного растительного сырья возможна раз в 2 года в обоснованных пределах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Атлас ареалов и ресурсов лекарственных растений СССР. – М., 1990. – С. 284 – 285.
2. Государственная фармакопея СССР. – М. : Медицина, 11-е издание, вып. 1-й. – 1987. – 334 с.
- 3 Животовский Л. А. Онтогенетические состояния, эффективная плотность и классификация популяций растений / Л. А. Животовский // Экология. – 2001. – № 1. – С. 3 – 7.
4. Онтогенетический атлас лекарственных растений. – Йошкар-Ола, МарГУ, 1997. – 240 с.
5. Работнов, Т. А. Определение возрастных состояний популяций видов в сообществе / Т. А. Работнов // Полевая геоботаника. – М. – Л. : Наука. – 1974. – Т. 3. – С. 132 – 208.

6. *Смирнова Е.Б.* Мониторинг распространения редких и лекарственных растений в природных условиях среднего Прихопёрья (Саратовская область) / Е. Б. Смирнова, Н. Ю. Семёнова, А. В. Невзоров // *Успехи современной науки и образования.* – 2016. – №10. – Том 7. – С. 97–99.

7. *Турова А. Д.* Лекарственные растения и их применение / А. Д. Турова. – М. : Медицина, 1974. – 426 с.

8. *Уранов, А. А.* Возрастной спектр фитоценопопуляций как функция времени и энергетических волновых процессов / А. А. Уранов // *Науч. докл. высш. школы. Биолог. науки.* – 1975. – № 2. – С. 7–34.

УДК 635.9:634.95

А.В. Семенютина, С.М. Костюков

Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций
и защитного лесоразведения Российской академии наук,
г. Волгоград, Россия

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ОТБОРА АДАПТИРОВАННОГО ГЕНОФОНДА ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ ДЛЯ ЗАЩИТНЫХ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ

Интродукция деревьев и кустарников для защитных лесных насаждений разного целевого назначения позволяет решать конкретные задачи агроэкологического регламента, связанные с проблемой опустынивания и деградации почв. Опыт интродукции в аридном поясе России показал, что из нескольких тысяч испытанных деревьев и кустарников здесь способны успешно произрастать чуть более 300 видов. Среди них есть виды, дающие лекарственное и техническое сырье, кормовые, плодовые, медоносные, фитонцидные растения, немало лесомелиоративных пород.

Со временем некоторые интродуцированные виды стали плодоносить, давать корневые отпрыски. Размножение интродуцентов без помощи человека привело к инвазии, т. е. самовольному распространению, образованию новых растительных сообществ с участием экзотов, внедрению их в местные фитоценозы, а в некоторых случаях даже вытеснению аборигенов. Неконтролируемый процесс натурализации может привести к значительным нарушениям в местных фитоценозах, особенно это характерно для травянистой растительности.

Для преодоления принципиальных разногласий на эту проблему следует: дифференцировать обогащение дендрофлоры с учетом лимитирующих факторов роста и развития растений и эколого-экономического эффекта; в различных экологических условиях осуществлять специальные эксперименты на модельных объектах; обобщать и глубоко анализировать всю поступающую информацию (рис. 1).

Деревья и кустарники размножаются медленно, и их самопроизвольное распространение можно приостановить. Поэтому одной из современных задач мониторинга при обогащении дендрофлоры аридных территорий является регламентация работ по интродукции и внедрению растений экономически важных групп, которые не засоряют территорий. С другой стороны, интродукция обеспечивает биоразнообразие и является важнейшим способом повышения продуктивности деградированных агроэкосистем.

Значительный прогресс в последние годы достигнут и в области моделирования инвазионного процесса. Модели свидетельствуют, что простой зависимости биоразнообразия сообщества и его устойчивости к вселениям не существует, а предсказание результата инвазионного процесса требует в каждом конкретном случае проведения тщательного биологического и математического анализа ситуации.

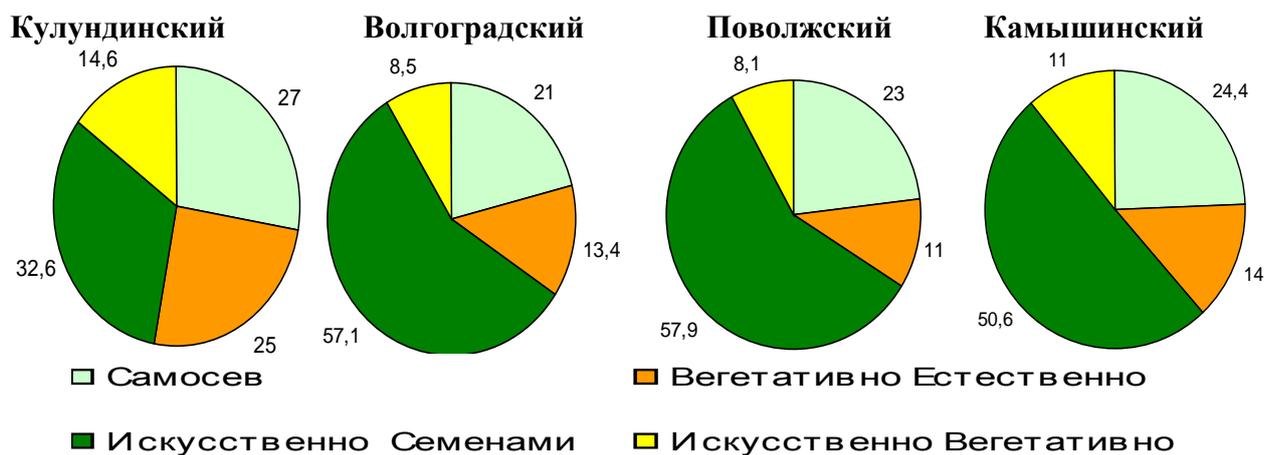


Рис. 1. Оценка интродукционных ресурсов по способности к возобновлению

Анализ рисков – относится к: 1) оценке последствий интродукции и вероятности укоренения чужеродного вида, с использованием основанной на научных данных информации (т.е. оценке рисков); и 2) определению мер, которые могут быть осуществлены для уменьшения или регулирования этих рисков (т.е. регулированию рисков), с учетом социально-экономических и культурных соображений. Уменьшение видового и генотипического состава насаждений, происходящее вследствие хозяйственной деятельности человека, ставит на грань риска возможность будущих адаптаций, как в природных ландшафтах, так и в агро- и урбозкосистемах. В связи с резким ухудшением экологической ситуации и усиливающейся деградацией сельскохозяйственных земель особо актуально решение вопросов сохранения и непрерывного использования биоразнообразия.

При привлечении семян для лесомелиоративных насаждений в засушливых условиях следует уделять большое внимание исходному материалу, от которого зависит конечный результат акклиматизации и адаптации растений в регионе. Мобилизация осуществляется путем посева семян, посадкой вегетативно размноженных растений, прививкой или переносом целых растений. Способ мобилизации, так же как и источник получения растений для интродукции, позволяет судить о генетической природе привлекаемого материала и правильно подходить к оценке характера наблюдаемых изменений интродуцентов.

Наблюдение за поведением древесных интродуцентов оценивается по степени развития в с возможным получением репродукции (рис. 2).

Анализ перспективности древесных растений с целью отбора адаптированного генотипа хозяйственно ценных растений для защитных лесных насаждений различного целевого назначения в степи и полупустыне необходимо проводить с учетом: исходного ареала; ареала длительной культуры, ареала устойчивости к климатическим факторам на уровне пластичности, ареала преимущественного роста интродуцентов перед местной экологически замещаемой формой, видом; ареала, дополнительно ограниченный почвенными условиями; ареала достаточной репродукции, ареала достаточной устойчивости против вредителей и болезней, ареала чистой культуры, ареала плантационной культуры, ареала смешанной фитоценотической культуры, ареала лесоводственной культуры (с учетом экономического эффекта). Относительная оценка и анализ ведется в сравнении с местным, экологически замещаемым, видом.

Высокая степень адаптации большинства видов объясняется тем, что в процессе эволюционного становления у растений возникла способность адаптироваться к широкому диапазону изменчивости климатических параметров. Эти виды представляют большую научно-практическую ценность в качестве растений многоцелевого назначе-

ния и представлены полиморфными родовыми комплексами (боярышники, шиповники, жимолости и др.).

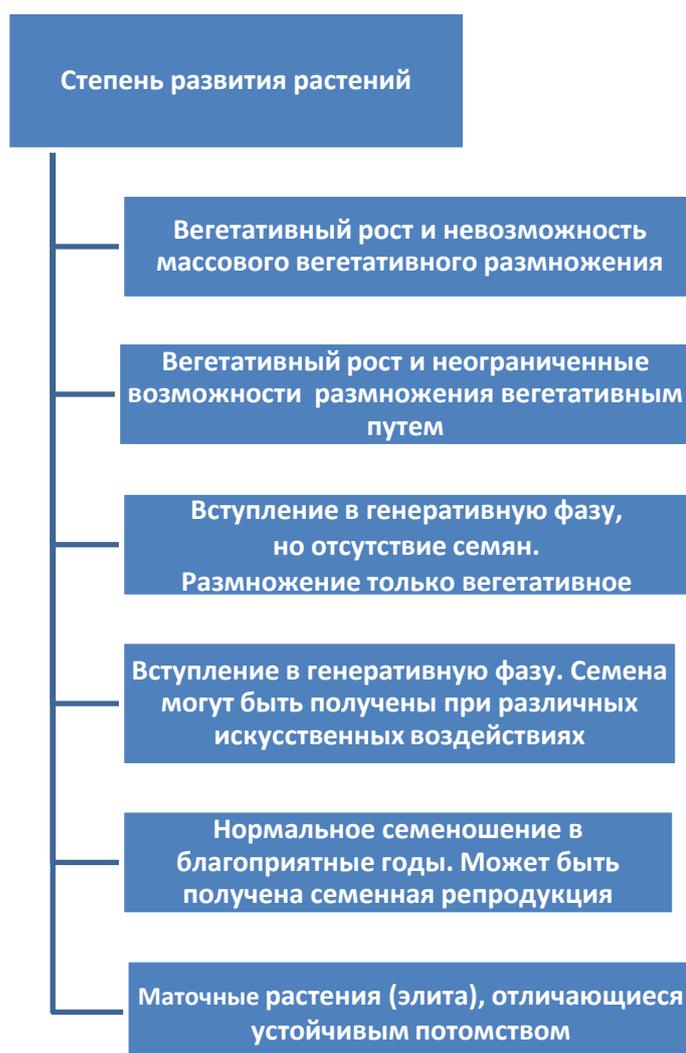


Рис. 2. Репродуктивная способность древесных видов по степени их развития

Таким образом, критерии отбора древесных растений многоцелевого назначения определяются оценкой природно-ресурсного потенциала и перечисленными ниже признаками деревьев и кустарников:

- биологическая устойчивость (широкий ареал в природных условиях при высокой экологической пластичности);
- фитоценотическая устойчивость (совместимость видов в фитоценозе, долговечность фитоценозов);
- хозяйственная ценность (кормовая, лекарственная, техническая, пищевая, медоносная);
- средостабилизирующая способность (почвозащитная, почвоулучшающая, ресурсовоспроизводящая и ландшафтоформирующая).

При оценке биоэкологического потенциала растений и определения перспективности видов родовых комплексов, кластерный метод является основой подбора ассортимента. Он базируется на следующих позициях:

– разработка концептуальных схем формирования однородных кластеров по диапазону условий среды, в которых происходило формирование и развитие растений, морфобиологических, эколого-физиологических особенностей, таксационных характери-

стик, хозяйственно ценных свойств и степени экологической пластичности по уровню адаптации к климатическим показателям;

– анализ, выявление и оценка интродукционного потенциала растения в новых для них условиях существования, подбор ассортимента растений на основе экспериментальных данных по результативности интродукции видов, форм, вариаций, сортов, гибридов объединённых по кластерному принципу;

– проверка адекватности гипотезы применения кластерного метода при отборе адаптированного генофонда хозяйственно ценных растений с учетом агроэкологического регламента.

Объединение качественных и количественных признаков в однородные группы (кластеры) базируется на теоретических предпосылках принадлежности к одной совокупности, выяснении отношений близости, особенности сравниваемых видов, в том числе типах используемых признаков (для качественных – ранги, баллы, для количественных – размеры, количество, доля, частота и др.). На их примере, с учётом экологических условий произрастания необходимо проводить оценку и отбор генофонда древесных растений для расширения их биоразнообразия в агро- и урбоэкосистемах аридных регионов.

Разработка критериев отбора генофонда хозяйственно ценных деревьев и кустарников, включающих интродукцию, селекцию, семеноводство и питомниководство, необходимы для формирования защитных лесных насаждений разного целевого назначения при стабилизации агро- и урболандшафтов в условиях опустынивания и деградации. Они базируются на выявлении индикаторов степени адаптивности древесных растений в засушливых условиях (выявлении закономерностей роста и развития, толерантности к стресс-факторам, внутривидовом полиморфизме, экологических основах семеноведения) и хозяйственной пригодности для защитных лесных насаждений различного целевого назначения с учетом их биоценотического значения. Согласуются с Глобальной стратегией сохранения растений, Стратегией и Планом действия по сохранению биологического разнообразия РФ, Федеральным законом РФ от 10.02.2002 г. «Об охране окружающей среды», Стратегией развития защитного лесоразведения в РФ на период до 2020 г.

УДК 631.811.98:633.11(470.44)

И.В. Сергеева, Е.А. Лисенко, Н.Н. Гусакова

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов, Россия

ОПТИМИЗАЦИЯ СИЛЫ РОСТА СЕМЯН ТОМАТОВ ПОД ВЛИЯНИЕМ ПОЧВЕННЫХ КОМПОЗИЦИЙ НА ОСНОВЕ ДРЕВЕСНО-РАСТИТЕЛЬНЫХ ОТХОДОВ

Аннотация. В работе приведены результаты исследования органических удобрений на основе древесно-растительных отходов с эффективными добавками на силу роста семян томатов. Обоснован оптимальный вариант почвенной композиции для оптимизации силы роста семян культуры.

Ключевые слова: семена томатов, сила роста, древесно-растительные отходы, торф, птичий помет, микробиологическое удобрение Байкал.

В настоящее время общий запас древесины в России – 82 млрд м³, что в 4 раза больше чем в США, в 40 раз больше, чем в Швеции. В России комплексное использование древесного сырья является одним из инновационных направлений дорожной карты развития лесопромышленного производства [1]. Вместе с тем, достаточно актуаль-

ной является проблема утилизации древесных отходов. Основные направления использования, современные технологии и оборудование по переработке вторичных сырьевых ресурсов и отходов АПК обобщены в [2, 3, 4, 5, 6]. Обобщение литературного материала показало, что до сих пор не существует универсального способа решения этой проблемы. Среди предложенных вариантов наиболее экологически оправданы методы, позволяющие использовать древесные отходы в виде удобрения. Отмечено, что эффективными свойствами обладают компосты, приготовленные из смесей (1 – торф, опилки, птичий помет, земля, минеральные добавки и др.) и (2 – торф, биогумус, доломитовая мука, опилки, хлориды и сульфаты цинка, меди, марганца, кобальта, молибдена, борную кислоту) [3, 4]. Вместе с тем, существующие методики зачастую неоднозначны. Кроме того, в литературных источниках не обсуждаются вопросы управления процессом компостирования, роли добавок минеральных удобрений в общий эффект удобрений, вклада участвующих в процессе компостирования микроорганизмов. Все эти задачи достаточно актуальны и требуют своего решения для понимания происходящих при компостировании процессов и целенаправленного получения конечного продукта с прогнозируемыми свойствами.

Целью настоящего исследования явилось создание органических удобрений на основе древесно-растительных отходов с эффективными добавками для оптимизации полевых качеств томатов.

Определение энергии прорастания, лабораторной всхожести проводили согласно действующей методике (ГОСТ-12038-84, ГОСТ-12041-82) в четырехкратной повторности. Способ компостирования древесно-растительных отходов (ДРО) представлен в работе [7]. Нами использовались томаты сорта «Розовый лидер».

Мы замачивали семена томата 0,5 часа в 0,5 % растворе перманганата калия, затем промывали водой, помещали в кусочки хлопчатобумажной ткани в чашки Петри, обильно смачивали их водой и ставили в растительни при температуре 24 °С. Ежедневно следили за состоянием влажности семян. Далее мы посадили проросшие семена в почвенные композиции, отличающиеся друг от друга подготовкой ДРО – перепревшие с разными компонентами и неперепревшие. На 10 день после всходов мы осуществили морфометрические исследования.

Анализ представленных данных позволяет заключить следующее:

1. Средняя длина проростка томатов в контроле составляет 2,72 см (n=10).

Использование почвенной композиции 1, включающей 0,3 части перегноя, 0,3 части торфа, 0,3 части почвы, 0,1 часть песка и 1 часть ДРО, перепревших с минеральными удобрениями, приводит к росту длины пророста томата на 66,7 %. Применение композиции 2, содержащей ДРО, перепревшие с микробиологическим удобрением Байкал, увеличивает длину проростков на 22,2 %. Отклик в 100 % увеличение показателя длины проростка томатов – мы получили при использовании ДРО, перепревших с птичьим пометом и микробиологическим препаратом Байкал. Применение свежеприготовленной почвенной композиции ДРО с минеральными удобрениями практически не сказалось на величине показателя, длина проростка изменилась на 7,4 %.

2. Средняя длина корня у проростков томатов в контроле составила 1,92 см (n=10).

Почвенная композиция 1 приводит к росту длины корня проростка томатов на 41,2 %. Применение композиции 2 приводит к возрастанию длины корней проростков по сравнению с контролем всего на 23,5 %. Более всего – на 64,7 % длина корня проростка томатов возрастает в случае проращивания томатов в композиции 3. Применение свежеприготовленной почвенной композиции ДРО с минеральными удобрениями всего на 11,8 % увеличивают длину корня проростков томатов.

3. Масса проростков томатов с корнями в контроле составляет 1,9 г (n=10).

Использование ДРО (вариант 1) приводит к возрастанию массы на 75 %. Почвенная композиция 2 приводит к возрастанию массы проростка на 50 %.

На 100 % увеличивается масса проростков томатов при использовании почвенной композиции – вариант 3. Применение композиции 4 увеличивает массу проростков томатов всего на 25 %.

Таким образом, на основе обзора литературы глубиной в 20 лет нами показана актуальность проблемы утилизации древесных отходов. Изучены почвенные композиции, содержащие ДРО с минеральными и другими добавками на силу роста семян томатов. Установлено, при соотношении компонентов в почвенной композиции 3, содержащей 0,3 части перегной, торф и почва, 0,1 часть песок, 1 часть ДРО, перепревшие с птичьим пометом и препаратом Байкал достигается максимальное увеличение силы роста семян томатов, что неизменно должно привести к повышению урожайности культуры.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Сергеева, И.В.* Перспективы экологически безопасного использования древесно-растительных отходов/И.В. Сергеева, Н.Н. Гусакова, К.Л. Хильченко// «Вавиловские чтения – 2015»: Сборник статей Межд. научн.-практ. конф., – Саратов: 2015. – С. 231–232.
2. *Голубев, И.Г.* Рециклинг отходов в АПК/ И.Г. Голубев, И.А. Шванская, Л.Ю. Коноваленко, М.В. Лопатников //Справочник – М.: Росинформагротех, 2014. – 296 с.
3. *Медведев, С.О.* Пути расширения переработки древесных отходов /С.О. Медведев, Р.А. Степень, С.В. Соболев //Вест. КрасГАУ, 2010. – Вып. 3. – С. 173–176.
4. *Sawan, OMM.* Sawdust as an alternative to peat moss media for cucumber seedlings production in greenhouses/ OMM. Sawan, AM. Eissa// Acta Hort. – 1996. – № 434. – С. 127–138.
5. *Thomas, GV.* Co-composting of coconut coir pith with solid poultry manure /GV. Thomas, C. Palaniswami, SR. Prabhu, M. Gopal, A. Gupta// Current Sci. – 2013. – № 104 (2). – С. 245–250.
6. *White Jr, A. W.* The Effect of Sawdust on Crop Growth and Physical and Biological Properties of Cecil Soil/ A. W. White Jr, J. E. Giddens, H. D. Morris// Agronomy Journal . – 2014. – № 3. – С. 25–28.
7. *Лисенко, Е.А.* Оптимизация силы роста семян кабачка под влиянием почвенных композиций на основе древесно-растительных отходов/ Е.А. Лисенко, И.В. Сергеева, Н.Н. Гусакова// «Агротехнологии XXI века» : Сборник статей Всероссийской научн.-практ. конф. – Пермь: 2016. – С. 40–42.

УДК 504.75 (470.44)

И.В. Сергеева, А.Л. Пономарева, Е.Н. Шевченко, М.А. Даулетов, А.Т. Бикимбаева
Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов, Россия

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ И АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ РАЙОНАХ ГОРОДА САРАТОВА

В городах воздух очень сильно загрязняют вредные выбросы автотранспорта и промышленных предприятий, выбрасывающих целую гамму веществ, каждое из которых с разной степенью интенсивности отрицательно влияет на здоровье человека [1, 2, 3].

Цель нашей работы – изучение состояния атмосферного воздуха в двух наиболее крупных, производственных районах города Саратова – Ленинском и Заводском (2017 г.).

Для реализации цели были поставлены следующие задачи: освоить способы отбора проб атмосферного воздуха для проведения анализов по изучению его состава; определить содержание диоксида серы в пробах атмосферного воздуха; изучить содержание диоксида азота в отобранных пробах; исследовать содержание углеводов в пробах атмосферного воздуха; определить содержание взвешенных веществ в пробах атмо-

сферного воздуха; изучить в сравнительном аспекте состояние атмосферного воздуха в Ленинском и Заводском районах г. Саратова.

В результате проведенных исследований освоены инструментальные способы отбора проб воздуха и методы проведения анализа. Измеренные концентрации диоксида серы в пробах атмосферного воздуха Ленинского и Заводского районов не превышали значения ПДК ($0,5 \text{ мг/м}^3$). При сравнении проб воздуха, отмечены более высокие концентрации в Ленинском районе, превышающие в среднем концентрации по Заводскому району на $0,05 \text{ мг/м}^3$. Было определено, что содержание диоксида азота в пробах воздуха Ленинского и Заводского районов не превышают значения ПДК ($0,085 \text{ мг/м}^3$) и, следовательно, не представляют опасности для здоровья населения. Концентрации взвешенных веществ (пыль) в атмосферном воздухе превышают ПДК ($0,5 \text{ мг/м}^3$) в теплое время года, в Ленинском районе в среднем на $0,015 \text{ мг/м}^3$, в Заводском районе $0,03 \text{ мг/м}^3$, что вызывают опасение за здоровье людей.

Исследованное, методом хроматографии, присутствие метана в атмосферном воздухе Ленинского и Заводского г. Саратова показало, что его содержание не превышает значений ПДК (50 мг/м^3). Концентрации метана в воздухе Заводского района были выше, чем в Ленинском, в среднем на $0,15 \text{ мг/м}^3$.

В комплексе мероприятий по борьбе с загрязнением атмосферного воздуха важное место принадлежит совершенствованию производственных процессов и двигателей, герметизации оборудования, очистке дымовых и вентиляционных газов, разработке более эффективных способов сжигания топлива, замене твердого и жидкого топлива природным газом, созданию новых типов двигателей автомобилей, строительству объездных автодорог и своевременному ремонту существующих городских дорог, влажной уборке улиц в засушливые периоды года [2, 4].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Влияние основных загрязнителей воздуха на здоровье человека – тема для внедрения в учебный процесс по дисциплине «Экология человека» / И. В. Сергеева [и др.] // Качественное экологическое образование и инновационная деятельность – основа прогресса и устойчивого развития России: сборник статей Междунар. науч.-практ. конф. – Саратов, Амирит, 2017. – С. 108–110.

2. Основы экологии: Учебник / Н.К. Христофорова. – 3-е изд., доп. – М.: Магистр: НИЦ ИНФРА-М, 2013. – 640 с

3. Сергеева И.В., Мохонько Ю.М., Сергеева Е.С., Пономарева А.Л. Тестовые задания по экологии человека: учебное пособие:– Саратов: Буква, 2014 – 104 с.

4. Экология человека : курс лекций / И.О. Лысенко, В.П. Толоконников, А.А. Коровин, Е.Б. Гридчина. – Ставрополь, 2013. – 120 с.

УДК 574.556 (470.44)

И.В. Сергеева, А.Л. Пономарева, Е.Н. Шевченко, М.А. Даулетов, А.Т. Бикимбаева
Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов, Россия

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ООО «САРАТОВОРГСИНТЕЗ» НА КАЧЕСТВО ПОВЕРХНОСТНЫХ И ПОДЗЕМНЫХ ВОД ГОРОДА САРАТОВА

Одной из актуальнейших проблем современности является защита гидросферы от загрязнения и истощения. Поэтому в настоящее время большое внимание уделяется вопросам рационального использования воды. На многих предприятиях предусмотрена

система мер, позволяющих обеспечить снижение загрязнения водоемов промышленными и бытовыми отходами, разработаны и внедряются безводные и маловодные технологические процессы; используются локальные методы эффективной очистки и доочистки сточных вод с утилизацией всех уловленных веществ; внедряются оборотные и замкнутые системы водоснабжения предприятий. Использование сточных вод в таких системах связано с необходимостью создания эффективных локальных методов, аппаратов и оборудования для очистки промышленных стоков от механических, химических, физических и биологических загрязнений [1, 2, 4].

Целью нашей работы являлось – провести оценку соответствия деятельности ООО «Саратоворгсинтез» установленным санитарным нормам и влияния на качество поверхностных и подземных вод города Саратова (2017 г.).

В связи с поставленной целью решались следующие задачи: провести анализ применяемых методов очистки сточных вод; проанализировать и оценить технологию биологической очистки сточных вод ООО «Саратоворгсинтез»; проанализировать состав сточных вод и определить концентрацию загрязняющих веществ в исходной сточной воде; провести контроль качества очищенной воды, и при необходимости изучить методы доочистки сточной воды по выявленным загрязняющим веществам.

В рамках наших исследований был выполнен анализ по оценке эффективности биологических очистных сооружений при очистке бытовых сточных вод ООО «Саратоворгсинтез».

По содержанию загрязненных веществ (ЗВ) в очищенных сточных водах выявлена следующая ситуация:

1. По взвешенным веществам, сухому остатку, азоту нитратов, азоту нитритов, БПК, хлоридов, фосфатов, сухому остатку и СПАВ превышения ПДК вредных веществ (ВВ) для водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение, не наблюдается. Концентрации вышеперечисленных ЗВ соответствуют разрешенным.

2. По нефтепродуктам (НП) наблюдается превышение ПДК в 2 раза (разрешенная – 0,05 мг/л, фактическая 0,1 мг/л). Это свидетельствует о том, что несмотря на высокую эффективность биологических очистных сооружений (90–97 %), необходимо применить доочистку сточной воды по данному веществу.

Проведенный анализ существующих методов очистки бытовых сточных вод показал, что для данного предприятия с точки зрения экологии является метод экстракции с использованием в качестве экстрагента гексана. Начальная концентрация НП в воде составляла 0,1 мг/л (что превышает ПДК в 2 раза), конечная после очистки – 0,05 мг/л.

Однако с экономической точки зрения предложенный метод доочистки сточных вод является невыгодным. При применении данного метода доочистки с использованием в качестве растворителя гексана затраты предприятия в год будут составлять 204,765 рублей. Однако, отбор проб из реки Волга, в которую осуществляется спуск сточных вод, после биологической очистки показал, что концентрации ЗВ превышают ПДК. Это означает, что предприятие должно заплатить штраф за превышение нормативов. Размер штрафа составляет 10000 рублей в год, что в 20 раз меньше, чем стоимость предложенного метода очистки сточных вод экстракцией.

Таким образом, при применении метода экстракции для доочистки сточных вод от НП затраты предприятия за год будут составлять 204,765 рублей, но при этом вода в реке Волга будет соответствовать нормативам водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение. То есть, данный метод с экологической точки зрения является эффективным, а с экономической – предприятию выгоднее заплатить штраф, который в 20 раз меньше стоимости предложенной установки, и продолжать загрязнять реку.

Поэтому проблема защиты поверхностных вод водоемов выходит на первое место и для улучшения экологической защиты окружающей среды необходимо совершенствовать экологическое законодательство [2, 3, 5].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Влияние основных загрязнителей воздуха на здоровье человека – тема для внедрения в учебный процесс по дисциплине «Экология человека» / И. В. Сергеева [и др.] // Качественное экологическое образование и инновационная деятельность – основа прогресса и устойчивого развития России: сборник статей Междунар. науч.-практ. конф. – Саратов, Амирит, 2017. – С. 108–110.
2. Основы экологии: Учебник / Н.К. Христофорова. - 3-е изд., доп. - М.: Магистр: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 640 с.
3. Перспективы развития совместной эколого-просветительской деятельности вузов и муниципальных образовательных учреждений / И. В. Сергеева [и др.] // Научные труды национального парка «Хвалынский»: материалы III Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. – Саратов, 2016. – С. 151–154.
4. Пути повышения вузами экологического образования в муниципальных образовательных учреждениях в рамках концепции устойчивого развития // Гуманизация образовательного пространства: материалы Междунар. науч. конф. – Саратов: Перо; М., 2016. – С. 346–352.
5. Сергеева И.В., Мохонько Ю.М., Сергеева Е.С., Пономарева А.Л. Тестовые задания по экологии человека: учебное пособие.– Саратов: Буква, 2014 – 104 с.

УДК 633/635: 581.9

И.В. Сергеева, Е.Н. Шевченко, А.Л. Пономарева

Саратовский государственный аграрный университет имени Н. И. Вавилова,
г. Саратов, Россия

РАЗНООБРАЗИЕ ДИКИХ РОДИЧЕЙ КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ ООПТ ФГУ «КАВКАЗСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПРИРОДНЫЙ БИОСФЕРНЫЙ ЗАПОВЕДНИК ИМЕНИ Х.Г. ШАПОШНИКОВА»

Дикие родичи культурных растений (ДРКР) – вместе с культурными растениями входят в состав генетических растительных ресурсов (ГРР), которые необходимо сохранять как национальное природное наследие [10]. Наиболее известный и широко используемый метод сохранения ГРР – *ex situ* (в коллекциях). Однако в последние годы, особенно после вступления в силу Конвенции о биоразнообразии (Рио-де-Жанейро, 1994), приоритетным способом сохранения ГРР признано сохранение *in situ* – в составе природных растительных сообществ, в том числе на территориях ООПТ [6]. При этом произрастающие в естественных экосистемах виды, характеризуются значительным генетическим многообразием, поэтому могут лучше адаптироваться к меняющимся условиям окружающей среды и в большей степени подвергаться процессам естественной эволюции. Адаптационные способности видов растений могут быть использованы в качестве источника ценных хозяйственных признаков [5]. В связи с чем, ДРКР проще всего сохранять в рамках сети ООПТ и лишь при необходимости организовывать специальные резерваты [10].

Кавказ является одним из основных центров происхождения многих видов культурных растений и местом произрастания ДРКР. Именно с первичными географическими центрами происхождения культурных растений связано многообразие их форм, это «локализация внутривидовой изменчивости» [2, 3]. В 1928 году Н.И. Вавилов совместно с Ю.Н. Вороновым, Ф.А. Крюковым и В.П. Екимовым осуществил длительное экспедиционное обследование Кавказа и Закавказья с целью изучить и собрать для привлечения в коллекции ВИР дикорастущие и культурные растения региона.

Одна из особенностей растительности Северо-Западного Кавказа состоит в том, что она является составной частью одного из мировых центров видового разнообразия в

пределах Большого Кавказа. Во флоре Краснодарского края насчитывается большое количество полезных растений: 250 лекарственных видов, свыше 140 видов эфиромасличных, сотни видов медоносов [1, 13].

В 2017 г. ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ была организована учебно-исследовательская экспедиция «Дорогами Н.И. Вавилова по Северному Кавказу», по территории ООПТ ФГУ «Кавказского государственного природного биосферного заповедника имени Х.Г. Шапошникова». Одна из целей экспедиции было нахождение и регистрация ДРКР.

ООПТ ФГУ «Кавказский государственный природный биосферный заповедник имени Х.Г. Шапошникова» имеет международное эталонное значение как участок нетронутой природы, биоразнообразия, сохранивший первозданные ландшафты с уникальной флорой. Кавказский заповедник является основной частью, ядром территории Всемирного природного наследия ЮНЕСКО (номинация «Западный Кавказ»). Всемирная значимость этой территории была признана экспертами в соответствии со 2 и 4 критериями «Конвенции об охране Всемирного природного и культурного наследия» как «...выдающийся пример, представляющий экологические и биологические эволюционные процессы, а также содержащий наиболее представительные и важные для сохранения биологического разнообразия места обитания» [14].

Маршрут экспедиции был следующим: посёлок Гузерипль – долина реки Белой – Яворовая поляна – перевал Гузерипль – перевал Армянский – приют Фишт – радиальный выход на малый ледник г. Фишт – радиальный выход на перевал Фишт-Оштенский – радиальный выход на г. Оштен – перевал Белореченский – перевал Черкесский – приют Бабук-Аул – село Солох-Аул – Дагомыс – выезд в район реки Дедеркой (рис. 1). Общая протяженность маршрута: около 50 км. Сроки проведения экспедиции: 05.08– 15.08.2017 года.

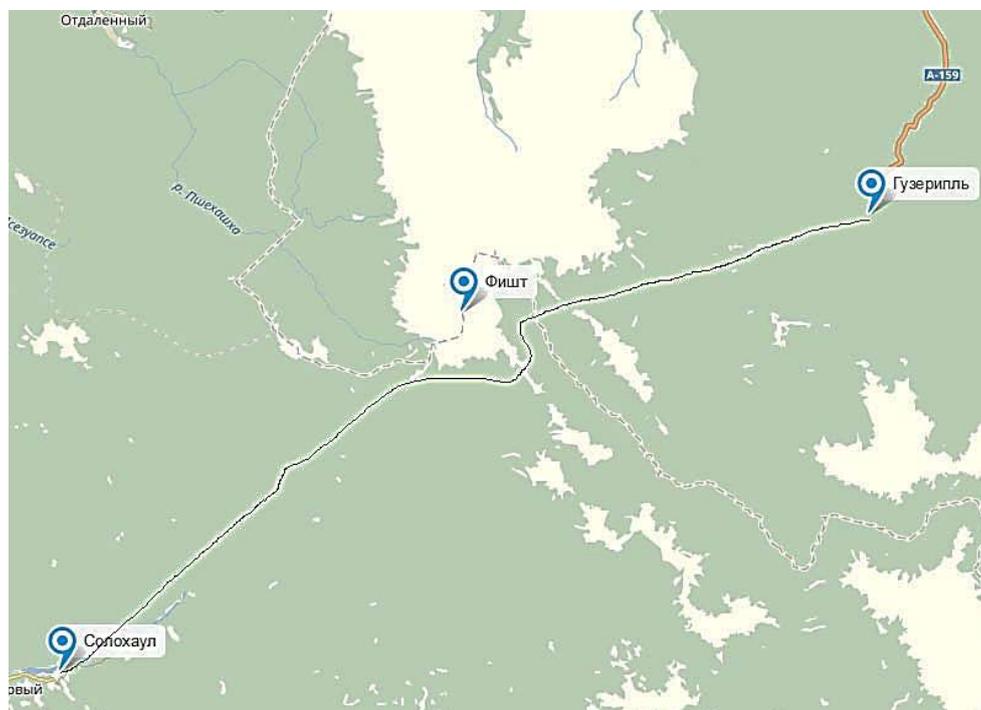


Рис. 1. Маршрут экспедиции (2017 год)

Горы Оштен и Фишт, для многих видов растений являются единственным местообитанием на территории России, поэтому, несмотря на длительную историю ее использования, данная территория остается значимой для охраны биоразнообразия.

Кроме того на территории Фишт-Оштенковского высокогорного массива произрастают редкие древнетретичные эндемичные виды растений [14].

Фишт – Оштенский массив, самая западная высокогорная область Главного Кавказского хребта. Своеобразие флоры обусловлено, с одной стороны, нахождением массива на границе двух ботанических провинций – Кавказской и Колхидской, с другой стороны, наличием скальных и осыпных участков и преобладанием известнякового субстрата, что ведет к распространению петрофитных и кальцефильных видов. Оригинальность флоры этой, сравнительно небольшой по площади территории, определяется достаточно высоким уровнем локальных и узкорегionalных эндемиков [9]. Горная растительность – явление поясное, с увеличением высоты над уровнем моря происходит смена высотных поясов и приуроченных к ним основных типов растительности: пояс пихтовых и буковых лесов постепенно сменяется субальпийским редколесьем, переходящим в высокотравные и субальпийские луга и альпийские луга и ковры.

На маршруте нами были отмечены следующие кормовые, лекарственные, пищевые и плодовые ДРКР: *Castanea sativa* Mill. – Каштан посевной (село Солохаул), *Cornus mas* L. – Кизил мужской (район реки Дедеркой), *Corylus avellana* L. – Лещина обыкновенная (район реки Дедеркой), *Crataegus microphylla* K. Koch – Боярышник мелколистный (кордон Гузерипль, вверх по течению реки Белая), *Dactylis glomerata* L. – Ежа сборная (тропа на малый ледник г. Фишт), *Fragaria viridis* (Duchesne) Weston – Земляника зеленая (перевал Белореченский), *Malus orientalis* Uglitzk. – Яблоня восточная (кордон Гузерипль, вверх по течению реки Белая), *Prunus cerasifera* Ehrh. – Слива вишненосная (Алыча) (спуск с Черкесского перевала), *Ribes alpinum* L. – Смородина альпийская, *Rosa pulverulenta* M. Bieb. – Шиповник припудренный (кордон Гузерипль, вверх по течению реки Белая), *Rubus sanctus* Schreb. – Ежевика священная (кордон Гузерипль, вверх по течению реки Белая), *Sorbus aucuparia* L. – Рябина обыкновенная (тропа на малый ледник г. Фишт), *Thymus nummularius* M. Bieb. – Тимьян монетчатый (Фишт-Оштенковский перевал), *Tamus communis* L. – Тамус обыкновенный или Адамов корень (район реки Дедеркой), *Vaccinium myrtillus* L. – Черника обыкновенная (перевал Черкесский) [4, 7, 8].

В районе Фишт-Оштенковского горного массива также было отмечено большое разнообразие декоративных растений: *Gentiana septemfida* Pall – Горечавка семираздельная, *Inula helenium* L. – Девясил высокий, *Inula grandiflora* Willd. – Девясил крупноцветковый, *Lilium kesselringianum* Miscz. – Лилия Кессельринга, *Rhododendron* sp., *Aconitum orientale* Mill. – Аконит восточный, *Anemonastrum fasciculatum* (L.) Holub – Ветреник пучковатый, *Anthemis melanoloma* Trautv. – Пупавка темноокаймленная, *Aruncus vulgaris* Raf. – Волжанка обыкновенная, *Astrantia maxima* Pall. – Звездочка большая, *Betonica macrantha* K. Koch – Буквица крупноцветковая, *Bistorta carnea* (K. Koch) Kom. – Змеевик мясо-красный, *Campanula latifolia* L. – Колокольчик широколистный, *Cephalaria gigantea* (Ledeb.) Bobrov – Головчатка гигантская, *Chaerophyllum roseum* M. Bieb. – Бутень розовый, *Dactylorhiza euxina* (Nevski) Czerep. – Пальчатокоренник черноморский, *Delphinium speciosum* M. Bieb. – Живокость красивая, *Erigeron venustus* Botsch. – Мелколепестник приятный, *Gadellia lactiflora* (M. Bieb.) Schulkina – Гаделия молочноцветковая, *Ilex colchica* Pojark. – Падуб колхидский, *Linum hypericifolium* Salisb. – Лён зверобоелистный, *Myosotis alpestris* F.W. Schmidt – Незабудка альпийская, *Ranunculus raddeanus* Regel – Лютик Радде, *Aquilegia olympica* Boiss. – Водосбор олимпийский и др. [4, 7, 8].

В результате работы экспедиции были отмечены места произрастания диких родичей культурных растений, отражающие разнообразие кормовых, лекарственных, пищевых, плодовых и декоративных растений. Собранная информация о видах ДРКР, произрастающих на территории ООПТ ФГУ «Кавказского государственного природного биосферного заповедника имени Х.Г. Шапошникова», имеет большое значение для уточнения современных границ их ареалов. На территории заповедника отмечается вы-

сокое видовое флористическое разнообразие сосудистых растений, но в тоже время фитоценозы подвергаются значительному антропогенному прессингу, что обуславливает необходимость дальнейшей разработки программы научно-исследовательской работы, включающей длительный мониторинг флоры и растительности [11, 12].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Алтухов, М.Д.* Охрана растительного мира на Северо-Западном Кавказе. / М.Д. Алтухов, С.А. Литвинская / Краснодар: Краснодарск. книжн. изд-во, 1989. – 190 с.
2. *Вавилов, Н.И.* Ботанико-географические основы селекции: Происхождение и география культурных растений. – Л.: Наука. – 1987. – С. 289–333.
3. *Вавилов, Н.И.* Растительные ресурсы земного шара и овладение ими: Происхождение и география культурных растений. – Л.: Наука. – 1987. – 283 – 288 с.
4. *Зернов, А.С.* Растения Российского Западного Кавказа. Полевой атлас. – М.: Т-во научных изданий КМК, 2010. – 449 с.
5. Каталог мировой коллекции ВИР. Выпуск 766. Дикие родичи культурных растений России / Авт.-сост. Смекалова Т. Н., Чухина И. Г. – СПб: ГНЦ РФ ВИР, 2005. – 54 с.
6. Конвенция о биоразнообразии (текст и приложения на рус.яз.) // The Interim secretariat for the CBD, Geneva, Executive Center. – 1992.
7. Конспект флоры Кавказа: в 3 томах / Отв. Ред. Акад. А.Л. Тахтаджян. / Ред. Ю.Л. Меницкий, Т.Н. Попова, Г.Л. Кудряшова, И.В. Татанов. – СПб.; М.: Т-во научных изданий КМК, 2008.
8. *Косенко, И. С.* Определитель высших растений Северо-Западного Кавказа и Предкавказья. – М.: «Колос», 1970. – 614 с.
9. *Куранова, Н.Г.* Флора Лагонакского нагорья: автореф. дис. ... канд. биол. наук / Куранова Наталия Геннадиевна. – М., 2000. – 16 с.
10. *Нухимовская, Ю. Д.* Дикорастущие родичи культурных растений в заповедниках России: Кадастр / Ю. Д. Нухимовская, Т. Н. Смекалова, И.Г. Чухина / Под ред. Ю. Д. Нухимовской. – М.-СПб., 2005. – 85 с.
11. *Сергеева, И.В.* Особенности флоры и растительности разновозрастных залежных земель южной части Приволжской возвышенности Саратовской области/ И.В. Сергеева, Е.Н. Шевченко, М.М. Зябирова// Аграрный научный журнал. – № 10, 2015. – С. 26–28.
12. *Сергеева, И.В.* Редкие и охраняемые растения антропогенных территорий / И.В. Сергеева, Е.В. Гулина, Н.А. Спивак, Е.Н. Шевченко, А.Л. Пономарева // Научные труды Национального парка «Хвалынский»: Выпуск 7: Материалы II Всероссийской научно-практической конференции «Особо охраняемые природные территории: прошлое, настоящее, будущее»: Сборник научных статей. – Саратов – Хвалынский: «Амирит», 2015. – С. 116–119.
13. *Смекалова, Т.Н.* Дикие родичи культурных растений на территории Северо-Западного Кавказа (по материалам экспедиции 2006 года) / Т.Н. Смекалова, Л.В. Багмет, В. А. Семенов, Young Wang Na, Jeong Haet-Nim // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – Т. 172. – СПб.: ВИР, 2013. – С. 64–69.
14. *Туова, Т.Г.* Современные проблемы Кавказского государственного природного биосферного заповедника им. Х.Г. Шапошникова. / Т.Г. Туова, А.А. Можайская // Вестник Адыгейского государственного университета. – Серия 4: естественно-математические и технические науки. – Выпуск 1 (154), 2015. – С. 112–118.

¹О.В. Созинов, ²Irma Maciulevičienė

¹Гродненский государственный университет имени Я. Купалы,
г. Гродно, Республика Беларусь

²Veisiejų regioninis parkas, Veisiejai, Lietuvos Respublika

CYPRIPEDIUM CALCEOLUS В ВЕЙСЕЯЙСКОМ РЕГИОНАЛЬНОМ ПАРКЕ (ЛИТВА) И ЛАНДШАФТНОМ ЗАКАЗНИКЕ «ОЗЁРЫ» (БЕЛАРУСЬ)

Августовская Пуща – один из крупнейших в Европе лесных массивов, который сохранился в южной Литве, северо-западной части Беларуси и северо-восточной Польше. Общая площадь Пущи около 160 000 га. Большая часть (114 000 га) Августовской Пущи находится в Польше. Часть Августовской Пущи, которая находится в Литве, называется Пуща Капчяместиса, на стороне Беларуси – Гродненская Пуща. Для Августовской Пущи характерно высокий уровень биоразнообразия, исторического и культурного наследия [1, 2]. В перспективе – создание трехстороннего биосферного резервата «Три Пущи» под эгидой ЮНЕСКО [3, 4]. В 2013–2014 гг. в результате реализации проекта «Менеджмент трансграничных особо охраняемых территорий Алитусского уезда и Гродненской области и их интеграция в Пан-Европейскую экологическую сеть» (LLB 2-175) в рамках Программы трансграничного сотрудничества Латвия–Литва–Беларусь Европейской инициативы добрососедства и партнерства была создана концепция трансграничного белорусско-литовского биосферного резервата «Друскининкай–Гродно» [5].

Решение вопросов территории предлагаемого биосферного резервата имеет трансграничный характер, и эта территория является важным звеном в формировании русел миграции генофонда биоты, вписывается в национальные экологические сети, системы особо охраняемых территорий трех стран и, в весьма значительной мере, – в Общеввропейскую экологическую сеть. В пределах Августовской Пущи находится ряд особо охраняемых природных территорий (ООПТ), из которых Вейсейяйский региональный парк (12,2 тыс. га, Veisiejų regioninis parkas, Литва; <http://veisiejuparkas.am.lt>) и ландшафтный заказник «Озёры» (23,9 тыс. га, Беларусь; <http://www.gpu-ozera.by>) являются ключевыми для сохранения озёрных ландшафтов трансграничного региона, которые сформировались в раннем голоцене [6].

Одной из важнейших задач функционирования биосферных резерватов, является мониторинг природных экосистем, в том числе популяций редких и исчезающих видов растений, животных и грибов.

Венерин башмачок настоящий *Cypripedium calceolus* L. – имеет национальный охранный статус в Литве (2 (V) категория) и в Беларуси (III категория национальной природоохранной значимости) [7, 8], а также международный статус охраны: III (VU); в IUCN Red List Category (Europe): NT; EU Wildlife Trade Regulation: A. Вид включен в Приложение II к Конвенции СИТЕС, Приложение I к Бернской конвенции и в Приложения II и IV к Директиве Европейского Союза о местообитаниях [9]. Популяции *S. calceolus* отмечены как в Вейсейяйском региональном парке, так и в заказнике «Озёры». Расстояние между вейсейяйскими и озёрскими популяциями *S. calceolus* составляет около 60 км.

Изучение местопроизрастания *S. calceolus* и его популяционной структуры проводили 2–3 июня 2013 года в обоих ООПТ по классическим методикам геоботаники и популяционной биоэкологии [10, 11]. Градации экологических факторов биотопов определяли по Н. Ellenberg et al. [12]. Статистический анализ проводили с помощью базовой и непараметрической статистики, корреляционного анализа в программе STATISTICA 10.

Анализ экологических режимов местопроизрастаний популяций *C. calceolus* показал значительное их сходство по основным параметрам: мозаичное затенение (светлые леса), на хорошо увлажненных (от свежих до влажных), слабощелочных с достаточным обеспечением азотом почвах на фоне умеренного субокеанического климата (табл. 1).

Популяция *C. calceolus* на территории Республиканского ландшафтного заказника «Озёры» находилась в окр. санатория «Озёрный», в долине озера Белое. *C. calceolus* произрастал в экотоне прибрежной полосы *Alnus glutinosa* и дубравы орешниково-снытевой с елью, сосной, ольхой и березой. Выявлена высокая степень мозаичности фитоценоза вследствие деятельности бобров и рекреации рыбаков. Отмечено 12 экземпляров *C. calceolus*: 6 генеративных и 6 вегетативных растений, коэффициент вариации признака – $C_v = 11,4\%$ и $C_v = 20,2\%$, соответственно. У трех цветущих побегов было по 2 цветка (табл. 2).

Таблица 1

**Фитоиндикация экологических режимов местопроизрастаний *C. calceolus*
(по [11], баллы)**

Биотопы, №*	Увлажнение	Содержание азота	Кислотность	Освещенность	Температура	Континентальность
1	5,9	4,0	6,4	6,6	5,0	4,0
2	5,2	4,2	6,9	6,4	4,9	4,4
3	5,7	4,9	6,3	5,1	5,0	4,4

Примечание. * – биотоп № 1: окр. оз. Славантелис (Šlavantėlis); биотоп № 2: окр. озеро Люнелис (Liūnelis); биотоп № 3: окр. озеро Белое.

На территории Вейсейского регионального парка в пределах природного резервата Natura 2000 «Озеро Люнелис с приозёрьем (Liūnelio ežeras ir jo apyežerės) изучены две популяции *C. calceolus*, которые находились в межозерной долине озер Славантелис и Люнелис. Малая популяция *C. calceolus* располагалась у озера Славантелис, а большая – у озера Люнелис.

C. calceolus у озера Славантелис произрастал в прибрежном мелколесье *Padus racemosa* с костяником и злаками и состоял только из генеративных экземпляров (6 ед., C_v высоты побегов = 4,6 %), тогда как популяция «Люнелис» была более многочисленна и состояла как из вегетативных (8 ед., $C_v=24,8\%$), так и генеративных побегов (10 ед., $C_v=14,4\%$) и находилась в низкополотном березняке с подростом ели. Изменчивость вегетативных побегов *C. calceolus* во всех изученных популяциях устойчиво была выше, чем генеративных.

Сравнительный анализ характеристик *C. calceolus* показал межпопуляционное сходство по высоте генеративных побегов ($p>0,05$), и в тоже время выявлены достоверные отличия по высоте как между генеративными и вегетативными побегами в пределах популяции, так и между популяциями по вегетативным побегам (по тесту Манна-Уитни, $p<0,05$).

Таблица 2

Популяционные характеристики *C. calceolus* (2–3 июня 2013 г.)

№	Параметры		Популяции <i>C. calceolus</i>		
			Славантелис	Люнелис	Белое
1	Высота побега, см	вегетативного	–	11,4±1	25,3±2,1
2		генеративного	39,8±0,7	39,6±1,8	35,3±1,6
3	Количество цветков (сумма), шт.		9	13	9

Выявлена прямая коллекционная связь между высотой побега и количеством цветков: популяция «Славантелис»: $r=0,7$ ($p=0,1$), популяция «Люнелис»: $r=0,85$ ($p=0,000008$), популяция «Белое»: $r=0,71$ ($p=0,01$). Во всех популяциях количество цветков на побеге не превышало 2 единиц.

Таким образом, в ходе мониторинговых исследований популяций *Cypripedium calceolus* в Вейсейском региональном парке (Литва) и заказнике «Озёры» (Беларусь) выявлено сходство их местопроизрастаний по экологическим режимам и по высоте генеративных побегов. Выявлена положительная согласованная изменчивость высоты побега и количества цветков, а также бóльшая вариабельность высоты вегетативных побегов, чем генеративных.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Rkowski, G. Transgraniczne Obszary Chronione na wschodnim pograniczu Polski. Zarys koncepcji.* – Warszawa, 2000. – 150 s.
2. *Дубовик Д.В., Скуратович А.Н.* Редкие и охраняемые виды растений во флоре проектируемого резервата «Августовская пуца» // Актуальные проблемы экологии. – Гродно, 2005. – Ч. 1. – С. 207–210.
3. *National Spatial Development Concept 2030 / P. Żuber [et al.].* – Warsaw, 2012. – 228 p.
4. Подготовить обоснование и проекты документов для создания биосферного резервата в регионе Августовской пуцы: отчет о НИР (заключ.) / УП «БелНИЦзем»; рук. темы Г.В. Дудко; № ГР 2004849. – Минск, 2004. – 244 с.
5. *Созинов О.В.* Укрепление инициативы Беларуси и Литвы по развитию международного сотрудничества для совместного мониторинга приграничных особо охраняемых природных территорий // Европейский союз и Республика Беларусь: перспективы сотрудничества = The European Union and Republic of Belarus: Getting Closer for Better Future: сб. материалов Международной конференции. – Минск, 2014. – С. 57–60.
6. От Марыхи до Котры = Nuo Maros iki Katros: Охраняемые природные территории белорусско-литовского пограничья / отв. за вып. Л. Янкаускаене, Э. Дробялис, О.В. Созинов. – Гродно, 2014. – 69 с.
7. *Lietuvos gaudonoji knyga / [V. Rađomavièius (vyr. red.) ir kt.]* – Kaunas, 2007. – 800 p.
8. Красная книга Республики Беларусь. Растения: редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды дикорастущих растений. – Минск, 2015. – 448 с.
9. *Bilz, M., Kell S.P., Maxted N., Lansdown R.V.* European Red List of Vascular Plants. – Luxembourg, 2011. – 132 p.
10. *Ипатов В. С., Мирин Д.М.* Описание фитоценоза. СПб, 2008. – 71 с.
11. *Пугачевский А.В., Вознячук И.П., Семеренко Л.В.* Программа и методика организации и проведения мониторинга охраняемых видов растений в Республике Беларусь: Методическое пособие. – Минск, 2011. – 48 с.
12. *Ellenberg H., Weber H.E., Düll R, Wirth V, Werner W, Paulissen D.* Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa // Scripta Geobotanica, 18. – Göttingen, 1992. – 258 pp.

Ю.Ф. Сосновчик

Забайкальский государственный университет, г. Чита, Россия

ЗАКОНОМЕРНОСТЬ РАЗВИТИЯ НИЗОВЫХ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ, МЕТОД ПРОФИЛАКТИКИ И ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ РАСПРОСТРАНЕНИЯ НИЗОВОГО ЛЕСНОГО ПОЖАРА

Аннотация. В статье представлено экономичное, малозатратное, эффективное, многократно применяемое изобретение по предотвращению распространения низового лесного или степного пожара, с осуществлением произвольного процесса ликвидации лесного, степного пожара без участия человека в дневное и в ночное время.

Ключевые слова: Лесных пожаров, лесопожарный сезон, пожароопасным месяцем, низовой пожар, способ предотвращения распространения низового лесного или степного пожара, лесопожарная профилактика, низовой пожар, установка заграждения, устройство, огнеупорные листы, пожаротушающего порошка, предлагаемое изобретение, испытании метода профилактики.

Пожароопасный сезон в лесу (часть календарного года), в течение которого возможно возникновение лесных пожаров, начинается с момента схода снегового покрова и заканчивается при наступлении дождливой осенней погоды или образования снегового покрова. Средняя продолжительность пожароопасного сезона по России 180 дней и может достигать в отдельных районах 220 дней.

Наиболее пожароопасным является весенний период от момента схода снегового покрова до появления обильной травяной растительности (апрель-май). Этот период характерен малой относительной влажностью воздуха, обилием солнечных дней. Высохший травяной покров, хвоя, листва и др. загораются от слабого источника огня. В этот период наблюдается наибольшее количество лесных пожаров (пожарный максимум) [2].

По статистическим данным Главного управления МЧС России по Забайкальскому краю автором статьи проведен анализ количества и площади лесных пожаров на территории Забайкальского края за пять лет для определения пожароопасных месяцев в исследуемые лесопожарные сезоны.

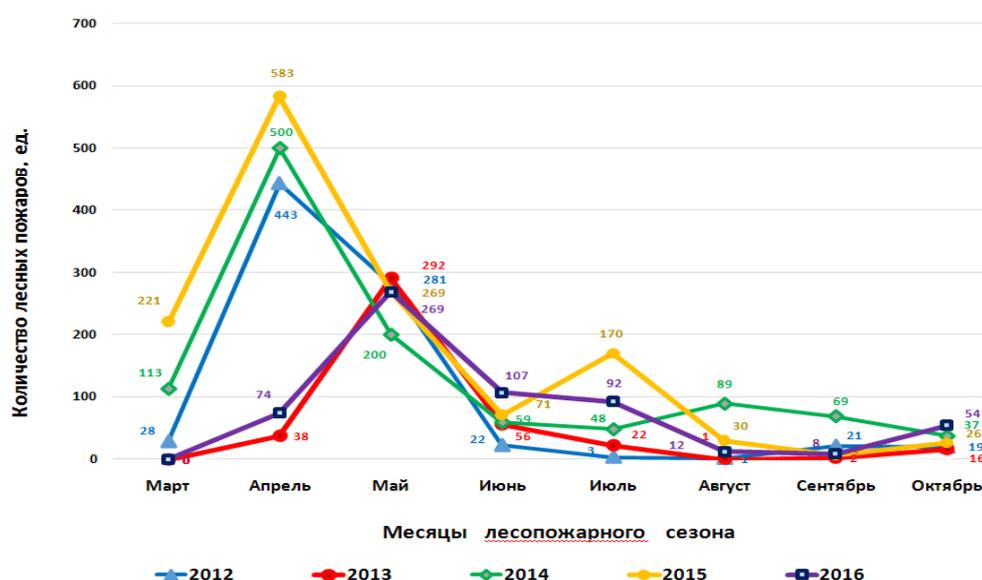


Рис. 1. График количества лесных пожаров в Забайкальском крае с 2012–2016 гг.

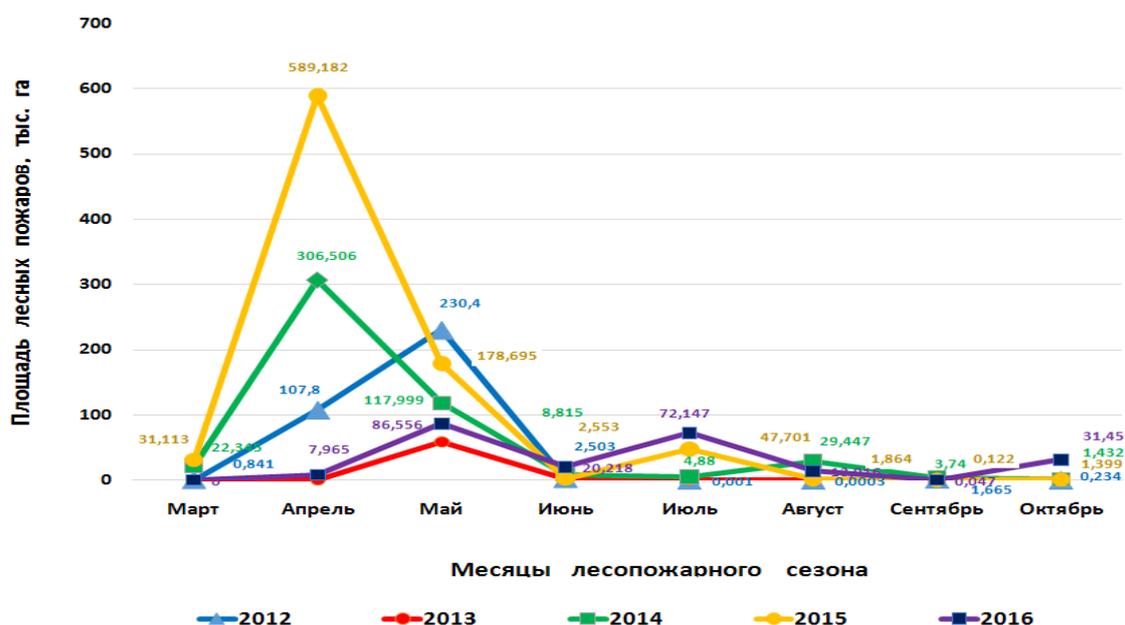


Рис. 2. График площади лесных пожаров в Забайкальском крае с 2012–2016 гг.

Автором статьи исследованы статистические данные и установлены пожароопасные месяцы в лесопожарные сезоны за пять лет. Значительными пожароопасными месяцами выявлены апрель, май и июль. Незначительным пожароопасным месяцем в лесопожарные сезоны являются июнь, август и сентябрь месяца.

В осенний период года условия вновь способствуют возникновению загораний, так как происходит отмирание и высыхание травянистой растительности, опадение листвы и т.д. Количество пожаров увеличивается.

На возникновение лесных пожаров оказывают влияние погодные условия. Чаше всего пожары возникают в сухую жаркую погоду. При высоких температурах воздуха усиливается испарение и вследствие этого влажность горючего материала снижается быстрее. Следовательно, вероятность возникновения пожаров увеличивается. При уменьшении влажности воздуха происходит аналогичное явление – испарение влаги из горючих материалов растет.

Лесные пожары, распространившиеся на значительных площадях, для тушения которых сил и средств лесхозов и оперативных отделений баз авиационной охраны лесов недостаточно, считаются крупными. В районах авиационной охраны лесов от пожаров к таким пожарам относят пожары площадью 200 га, в районах наземной охраны лесов – площадью более 25 га. Крупные пожары в большинстве случаев развиваются в длительные засушливые периоды [2].

Автором статьи проведен анализ площадей и количества лесных пожаров с 1999 по 2016 гг. и установлено что с 1999 года по 2016 год через три года наблюдается повышение площадей и количества лесных пожаров [1].

Лесной пожар в процессе своего развития может переходить из одного вида в другой или проявляться в комбинации двух и даже трех видов.

По количеству регистрируемых случаев низовые пожары составляют 98 % и охватывают 81,4 % площади, пройденной огнем в лесу, верховые – 1,5 % и охватывают 18,6 % площади, почвенные – 0,5 %, их площадь 0,02 %.

Важнейшими характеристиками пожаров, имеющих большое значение для практики борьбы с ними, являются скорость распространения кромки пожара, высота пламени, глубина прогорания почвы, интенсивность горения, величина выгоревших участков.



Рис. 3. График площадей и количества лесных пожаров на территории Забайкальского края с 1999 по 2016 гг.

В зависимости от характера возгорания и от того, в каких элементах леса (состава леса) распространяется огонь, лесные пожары подразделяются на низовые, верховые, подземные (почвенные).

Низовым пожаром называется лесной пожар, распространяющийся по почвенному покрову. Низовой пожар бывает двух видов: беглый и устойчивый.

Беглым пожаром называется пожар, при котором горят напочвенный покров, опавшие листья и хвоя.

Устойчивым пожаром называется пожар, при котором после сгорания покрова горят подстилка, пни, валежник и т.д. Он развивается обычно летом, горение продолжается длительное время. Здесь могут развиваться условия для развития верховых пожаров. Для низового пожара характерна вытянутая форма пожарища с неровной кромкой. Цвет дыма при низовом пожаре – светло-серый. В ночное время скорость распространения пожара меньше, чем в дневное. Скорость распространения низовых пожаров во все стороны не одинакова и зависит от скорости и направлении ветра, неравномерности распределения горючих материалов, их влажности и др. факторов. Скорость ветра почти полностью определяет контур пожара. Чем сильнее ветер, тем более вытянут будет контур пожара по его направлению.

По скорости распространения и высоте пламени низовые пожары разделяются: сильные, средней силы и слабые (табл.).

Параметры пожара	Значения показателей силы низового лесного пожара		
	слабого	среднего	сильного
Скорость распространения низового лесного пожара, м/мин.	До 1	1–3	Более 3
Высота низового лесного пожара, м	До 0,5	0,5–1,5	Более 1,5

По интенсивности (мощности тепловыделения с 1 пог. м кромки пожара) лесные пожары подразделяют на слабой, средней и высокой интенсивности [3].

Скорость распространения кромки пожара и интенсивность горения не постоянны в течение суток. Во второй половине дня (с 12 до 16 ч) наиболее благоприятные условия возникновения и распространения пожаров, менее благоприятные ночью и ранним утром (с 3 до 7 ч), когда понижается температура и повышается влажность воздуха, выпадает роса и влажность горючих материалов увеличивается. В связи с этим, в ночное время интенсивность и скорость распространения горения снижается.

Автором изучена закономерность развития низовых лесных пожаров и проведен анализ лесопожарной обстановки на территории Забайкальского края с 1999 по 2016 гг. Для проведения лесопожарных профилактических мероприятий автором изобретен экономичный, малозатратный, эффективный, многократно применяемый способ по предотвращению распространения низового лесного или степного пожара, с осуществлением произвольного процесса ликвидации лесного, степного пожара без участия человека как в дневное так и в ночное время (Регистрационный номер интеллектуальной собственности №2016145532/12(073168), МПК А62С 3/02) [5].

Техническим результатом предлагаемого изобретения является повышение эффективности предотвращения распространения низового лесного или степного пожара, а также осуществление произвольного процесса пожаротушения.

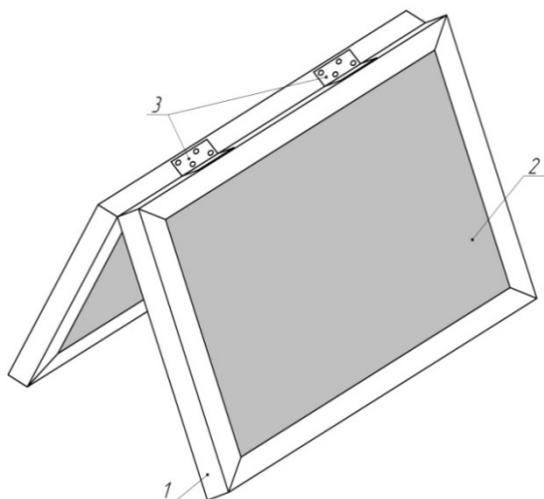
Результат достигается тем, что способ предотвращения распространения низового лесного или степного пожара предварительно осуществляют размещением перед кромкой пожара на расстоянии от 50 до 200 м заградительных устройств высотой не менее 1,80 м (допускается изготовление устройства высотой до 1 м для препятствия пожара в ночное время, так как в ночное время интенсивность и скорость распространения горения снижается) выполненных в виде двух панелей из негорючего материала, закрепленных в верхней части между собой, а нижней частью установленных на почву с углом разворота панелей на 45–60 ° относительно друг друга, при этом огнетушащие средства наносят внутрь заградительных устройств. Устройство для предотвращения распространения низового лесного или степного пожара, характеризуется тем, что содержит каркас, состоящий из двух частей, выполненных с возможностью соединения верха частей между собой петлями и с возможностью разворота низа частей.

В практике для предотвращения лесных или степных пожаров применяют взрывчатые вещества для подрыва лесопожарных территорий, вывоз в зимнее время снега в лесные массивы, разнотипные пожаротушащие вещества, электрические взрывающиеся проводники, инженерную технику для оборудования противопожарных разрывов путем снятия минерализованного слоя лесной почвы, но из-за сильного ветра лесной огонь перепрыгивает противопожарную полосу или противопожарный разрыв, что приводит к малоэффективным огромным затратам. Все существующие способы предотвращения распространения лесных пожаров связаны с большими затратами и с высоким риском для человека в применении, а также с привлечением большого количества людей и техники.

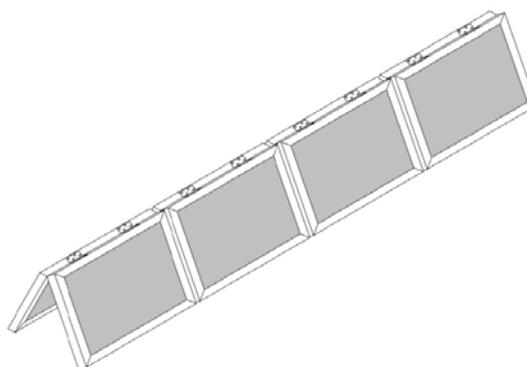
Большим недостатком при предотвращении распространения лесного или степного пожаров является недостаточное внимание к первоначальной стадии развития лесного низового пожара. При увеличении площади лесных пожаров происходит угроза населенным пунктам, объектам социального, стратегического и военного назначения, происходят огромные затраты сил и средств.

Преимуществами предлагаемого способа с установкой заградительных устройств является повышение эффективности предотвращения распространения и тушения пожаров, экономия материальных затрат на изготовление конструкций заграждения по сравнению с существующими затратами на применяемую технику, простота конструкции, многократное применение заграждений, возможность оперативно разобрать, переместить и собрать заградительные устройства на необходимой площади, привлечение

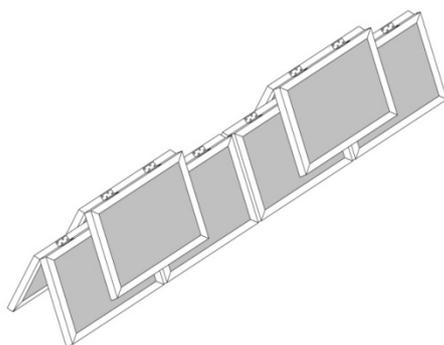
минимального количества людей для сбора и установки заградительных устройств, эффективность защиты от распространения пожара при недостатке времени на реагирование и при нехватке людей и техники для тушения лесного пожара.



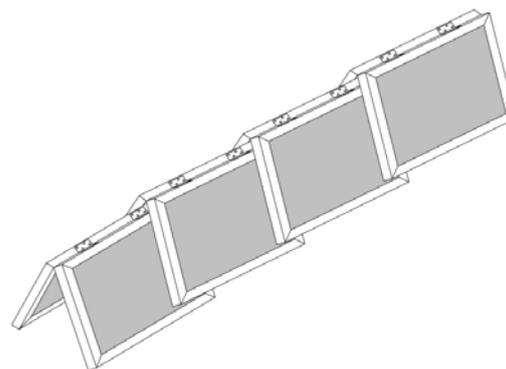
Фиг. 1



Фиг. 2.



Фиг. 3



Фиг. 4

Применение заградительных устройств позволяет создать противопожарный разрыв в один, два, три и т.д. ряда и, за счет высоты огнезащитного листа, не позволяет лесному или степному низовому пожару перейти за ограждение, а различные варианты установки устройств позволяют придать ограждению устойчивость и при высокой скорости ветра.

На фиг. 1 изображено устройство для предотвращения распространения низовых лесных и степных пожаров (по максимальной устойчивости от сильной скорости и высоты низового пожара – высота 1,8 м и ширина 2,0 м), на фиг. 2, 3, 4 – варианты установки заградительных устройств.

На фиг. 1 изображены: 1 – каркас, состоящий из двух частей, 2 – панели из негорючего материала, например, тонких листов металла, стекломгнезитовых листов, гипсокартонных влагостойких огнеустойчивых листов, рам с натянутой тканью из стекловолокна и т.д., 3 – петли, скрепляющие части каркаса.

Способ осуществляется следующим образом.

При оповещении населения о приближении лесного пожара, уточняется участок кромки низового лесного или степного пожара и сила ветра. Лесопожарная команда прибывает на автомобиле с заградительными устройствами, оценивает подъездные пути, рельеф, метеоусловия и на расстоянии 50–200 м от кромки низового лесного или степного пожара устанавливает заградительные устройства. Установку производят со-

единением верхних частей каркаса с помощью петель, каркас устанавливают на поверхность земли с разворотом нижних частей каркаса на 45–60 ° относительно друг друга. Если заранее в каркасе конструктивно не прикреплены огнеупорные листы, тогда выполняется установка в каркас панелей из негорючего огнестойкого материала. В период испытаний для оперативности утверждена конструкция каркаса с заранее прикрепленным негорючим листе.

Установку заграждений производят различными методами.

Установка устройств встык (фиг. 2) предназначена для фиксирования заграждений на ровной местности лесного (степного) рельефа в одну линию. Данный вариант считается высокоэффективным, так как между конструкциями отсутствуют щели, которые способствуют распространению огня на защищаемую территорию, а также в том, что заграждения можно установить с наименьшими физическими, техническими и временными затратами. При слабой скорости распространения низового пожара, данный вариант заграждения устанавливают на лесной (степной) грунт на расстоянии 50–100 м от кромки низового пожара на требуемую длину.

Установка устройств по вариантам, изображенным на фиг. 3 и 4, производится на неровной поверхности. В местностях с уклонами поверхности могут образовываться щели в стыках конструкции заграждения, это может способствовать переходу пожара за заграждение. Данные варианты установки закрывают щели и могут защитить от перехода огня на противоположную сторону. В случае сильного распространения низового пожара, с увеличенной скоростью ветра, такая установка устройств является эффективной, так как образуется устойчивая конструкция с увеличенной массой, максимально закрытая от щелей и защищенная от опрокидывания. Данный способ при сильном скорости ветра может быть применен с размещением заграждения на расстоянии 100–200 м от кромки низового пожара.

При любых вариантах установки заграждения, дополнительным противопожарным заграждением применяется распыление внутри конструкции каркаса огнетушащей смеси состоящей из распыленной жидкости или пожаротушащего порошка. Нанесение огнетушащей смеси внутрь конструкции заграждения способствует тому, что обработанная противопожарной смесью площадь внутри конструкции максимально защищена от воздействия ветра, для не раздувания огня, для не выдувания пожаротушащего порошка, испарения влаги под воздействием солнечных лучей.

Способ позволяет как приостановить распространение лесного или степного пожара, так и направить его в необходимую сторону от защищаемых объектов без больших затрат на привлечение пожарных, оборудования и техники.

Предлагаемый способ предотвращения распространения низового лесного или степного пожара с установкой заградительных устройств является эффективным методом борьбы с пожарами, осуществляется с минимальными затратами средств, с привлечением минимального количества людей и техники и с минимальной опасностью в применении.

Стоимость заградительного устройства (по максимальной устойчивости от сильной скорости и высоты низового пожара) высотой 1,8 м и шириной 2,0 м составляет 4 тыс. руб. Для защиты 200 м лесной территории, 100 шт. заградительных устройств (по размеру длины двух футбольных поля) необходимо затратить на изготовление заградительных устройств 400 тыс. руб.

Заведующий кафедрой охраны лесов от пожаров Всероссийского института повышения квалификации работников лесного хозяйства, кандидат сельскохозяйственных наук Николай Коршунов прокомментировал ситуацию с лесными пожарами на севере УрФО. Как сообщили Znak.com в пресс-службе Федеральной авиалесоохраны, Коршунов заявил, что для тушения пожаров эффективнее использовать ручной труд, а не самолеты.



Заградительное устройство



Замер высоты заградительного устройства



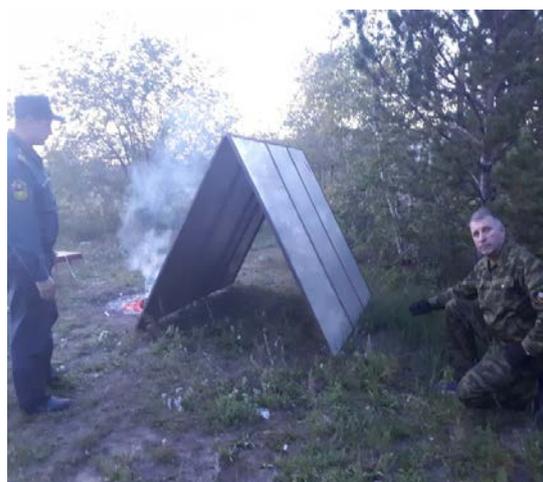
Испытание заградительного устройства с имитацией скорости распространения низового пожара силой более 3 м/мин.



Испытание заградительного устройства с имитацией высоты распространения низового пожара более 1,5 м



Испытание заградительного устройства в ночное время с имитацией высоты распространения низового пожара более 1,5 м



Утренняя оценка о предотвращении распространения и локализации низового лесного пожара

Как отмечает Коршунов, применение самолетов для тушения пожаров на большой площади становится неэффективным и дорогим. «Сегодня стоимость летного часа са-

молетов-танкеров, особенно среднего и тяжелого класса, таких как Бе-200, Ил-76, варьируется от 500 тыс. до 1 млн рублей», – сказал он [4].

Предлагаемое изобретение по предотвращению низовых лесных пожаров разработано с целью использовать много раз и по цене изготовления и применения гораздо дешевле привлекаемых сил и средств.

При испытании метода профилактики и способа предотвращения низового лесного пожара результат эксперимента показал эффективность профилактики заградительного устройства и препятствия нераспространения низового лесного пожара за пределы границ предлагаемого способа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анализ Главного управления МЧС России по Забайкальскому краю от 02.11.2015г. №8868-9-2-7 «Лесопожарная обстановка в Забайкальском крае за 2015 год». – 14 с.
2. Воробьев Ю. Л., Акимов В. А., Соколов Ю. И. Лесные пожары на территории России // Состояние и проблемы – М.: Дзэкс-ПРЕСС, 2004. – С. 5–9, С. 100–203.
3. Коровин Г.Н., Исаев А.С., Охрана лесов от пожаров как важнейший элемент национальной безопасности России. «Лесной бюллетень», №8–9 2000 г. – 53с.
4. Информационное агентство «Znak» – https://www.znak.com/2017-07-28/eksperty_zayavili_chno_tushit_1_esnye_pozhary_vruchnuyu_gorazdo_effektivnee_chem__aviatehnikoy/
5. Сосновчик Ю.Ф., Уведомление о положительном результате формальной экспертизы заявки на изобретение. Регистрационный номер интеллектуальной собственности №2016145532/12(073168), МПК А62С 3/02.

УДК 633.111«321»:632.51 (470.44/.47)

Н.И. Стрижков¹, К.Е. Денисов², А.С. Султанов², Б.З. Шагиев², А.Т. Бикимбаева², М.А. Даулетов²

¹ФГБНУ Научно исследовательский институт сельского хозяйства Юго-Востока, г. Саратов, Россия

²Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЗАЩИТЫ ПОСЕВОВ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ОТ СОРНЫХ РАСТЕНИЙ В НИЖНЕМ ПОВОЛЖЬЕ

Экологическая безопасность препаратов зависит от строгого соблюдения регламентов применения. Так, при использовании гербицидов в оптимальные сроки высокую эффективность можно получить даже при минимальных нормах расхода. Запаздывание со сроками обработок, особенно при высоком уровне распространения сорных растений, влечёт за собой большой расход. Поэтому, изучение агроэкологических особенностей борьбы с сорными растениями в посевах сельскохозяйственных культур в конкретных региональных условиях земледелия, безусловно, актуально [1, 2, 3, 4, 5].

Исследования, которые проводились на чернозёмных почвах НИИСХ Юго-Востока, показали, что видовой состав сорных растений в основном был типичным для данной зоны. В посевах яровой пшеницы (сорт: Саратовская Золотистая) преобладали однолетние двудольные и многолетние виды. В наших опытах, за 2015–2017 гг., использовали комплексный гербицид Элант-премиум – 0,6–0,7 л/га (2,4-Д кислоты сложный 2-этилгексилловый эфир 442 г/л, Дикамбы кислоты сложный 2-этилгексилловый эфир 70,6 г/л). В среднем засорённость снижалась на 87,7–90,5 %.

Анализ результатов определения структуры урожая показал, что улучшение этих показателей на вариантах с применением гербицида по сравнению с контрольным вариантом коррелирует с эффективностью препарата в уничтожении сорняков. Было получено хорошо выполненное зерно с массой 1000 зёрен 37,9 г. Более высокие показатели структуры урожая обусловили и более высокий урожай на варианте с внесением гербицида по сравнению с контрольным, что связано с уничтожением сорняков и созданием более благоприятных условий для питания, роста и развития культуры. В среднем за годы исследований прирост дополнительной продукции от гербицида составил 0,33–0,43 т/га (30,3–39,4 %).

На основе проведённых исследований, в зернопаропропашном севообороте на яровой пшенице, нами установлена обратная зависимость между урожайностью яровой пшеницы и засорённостью её посевов. Урожайность яровой пшеницы тесно коррелирует с засорённостью посевов. Так, через месяц после опрыскивания при зависимости урожайности от количества сорняков получили уравнение обратной корреляции и регрессии: $y = -0,0495x + 1,564$; в период уборки: $y = -0,0565x + 1,6027$; в период уборки от массы сорняков: $y = -0,0535x + 1,586$, показывающие снижение урожайности при увеличении количества и биомассы сорных растений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агрэкологические аспекты применения химических средств защиты посевов проса от сорных растений в Саратовском Правобережье / М. А. Даулетов [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2017. – № 9. – С. 3–9.
2. Борьба с молоканом татарским / С. С. Деревягин [и др.] // Устойчивое развитие мирового сельского хозяйства: материалы Междунар. науч.-практ. конф. посвящ. 80-летию проф. А.А. Прохорова. – Саратов, 2017. – С. 122–125.
3. Борьба с сорной растительностью на посевах зерновых культур / Р. Г. Сайфуллин [и др.] // Инновационные технологии создания и возделывания сельскохозяйственных растений : материалы III Междунар. науч.-практ. конф. – Саратов: Амирит, 2016. – С. 67–69.
4. Применение комплексных гербицидов для защиты яровой пшеницы от сорных растений в агроэкосистемах Саратовского Правобережья / Н. И. Стрижков [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2016. – № 6. – С. 41–46.
5. Разработка интегрированной технологии защиты посевов полевых культур от болезней, вредителей и сорняков на основе биологических и химических методов / Ю. Я. Спиридонов [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2017. – № 9. – С. 37–42.

УДК 712

С.Н. Тимофеева¹, О.И. Юдакова², А.Н. Харитонов¹

¹ УНЦ «Ботанический сад» Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н.Г. Чернышевского, г. Саратов, Россия

² Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского, г. Саратов, Россия

БОБОВНИК АНАГИРОВИДНЫЙ ПРИ ИНТРОДУКЦИИ В УСЛОВИЯХ НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

Интродуцированные виды растений в настоящее время широко используются для расширения ассортимента культур, применяемых в ландшафтном озеленении (Деденко, Хазова, 2015). Перспективным растением для озеленения является бобовник анагировидный (*Laburnum anagyroides* Medic.) – невысокое (до 5 м) листопадное деревце из

сем. *Leguminosae*. Особенно привлекательно выглядит весной во время цветения, когда золотисто-желтые цветки, собранные в свисающие многоцветковые кисти длиной 20–25 см, как бы струятся между крупными темно-зелеными листьями, создавая иллюзию «золотого дождя», за что он и получил свое второе название – Golden Chain Tree. *L. anagyroides* быстро растет, рано вступает в пору цветения и плодоношения (в возрасте 3 лет), выдерживает понижение температуры до $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$, толерантен к загазованности воздуха (Колесников, 1974; Heywood, 1993).

Ареал естественного произрастания *L. anagyroides* – Средиземноморье, с дождливой теплой зимой и жарким сухим летом. Континентальный климат Нижнего Поволжья также характеризуется жарким и засушливым летом, но значительно отличается от средиземноморского холодной зимой, во время которой наблюдаются резкие перепады температуры от 0 до $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Как известно, успешность интродукции определяется совокупностью многих факторов, в том числе и репродуктивным успехом вида в новых условиях произрастания. Целью проведенного нами исследования было изучение репродуктивных особенностей *L. anagyroides* в условиях Нижнего Поволжья.

Материалом исследования послужил *L. anagyroides*, выращенный в дендрарии УНЦ «Ботанический сад» Саратовского госуниверситета из семян, полученных по делектусу из г. Кишинев (Молдова) в 1974 г.

За годы наблюдений *L. anagyroides* в целом достаточно хорошо перезимовывал в климатических условиях Нижнего Поволжья. В особо морозные зимы наблюдалось обмерзание однолетних побегов, но в последующем растение быстро восстанавливалось. Ежегодно, начиная с 1981 г., *L. anagyroides* обильно цвел и завязывал семена. Однако на протяжении многих лет попытки массово размножить растение традиционными методами оказывались безуспешными: корневая поросль и самосев отсутствовали, размножение черенками и интактными семенами было мало эффективным (не более 10 %).

Причинами снижения эффективности семенного размножения могут быть как аномалии развития генеративных органов и структур, так и нарушения процессов опыления, оплодотворения, завязываемости семян и созревания плодов. В связи с этим был проведен цитозембриологический анализ мужской и женской генеративных сфер *L. anagyroides* на разных стадиях развития. Цветки фиксировали темпорально через каждые 2 сут ацетоалкоголем (3:1). Женскую генеративную сферу исследовали на препаратах, приготовленных с использованием метода просветления растительных тканей (Юдакова и др., 2012).

Проведенное исследование показало, что в условиях интродукции генеративные органы и структуры *L. anagyroides* развиваются без каких-либо отклонений от нормы. Цветки мотылькового типа, собраны в поникающие многоцветковые кисти длиной 18–22 см. Тычинок десять, они сросшиеся. Качество пыльцы высокое. Степень дефектности пыльцы составляет менее 10 %. Пестик с шиловидным столбиком и головчатым рыльцем, завязь на ножке. В завязях формируется в среднем 5.2 ± 0.1 кампилотропных семязачатков. Соотношение количества пыльцевых зерен к количеству семязачатков (P/O ratio) составляет в среднем 1440, что характерно для факультативных аллогамов (Cruden, 1977). Зародышевые мешки восьмиядерные, семиклеточные, с трёхклеточным яйцевым аппаратом, трёхклеточным антиподальным комплексом и центральной клеткой с двумя полярными ядрами. Зародыш и эндосперм развиваются в результате оплодотворения. Нарушений постсингамных процессов и цитозембриологических признаков апомиксиса не обнаружено. Однако в завязях значительная доля семязачатков остаются неоплодотворенными, в следствие чего реальная семенная продуктивность (1.5 ± 0.1 семян на 1 плод) составляет лишь около 30 % от потенциальной продуктивности (5.2 ± 0.1 семязачатков на одну завязь). Плоды – бобы, линейные, неясно перетянутые, длиной 2–5 см. Семена гладкие, почковидные, размером 3–4 мм, цвет их варьирует от светло-

желтого до светло-коричневого. Завязавшиеся семена полностью сформированы, с нормально развитым зародышем и эндоспермом.

Полученные данные дают основание полагать, что отсутствие самосева у растений *L. anagyroides* в условиях Нижнего Поволжья не является результатом нарушения эмбриологических процессов, а обусловлено другими причинами. Одной из таких причин может быть свойственное Бобовым явление глубокого физического покоя семян (Николаева и др., 1985). В связи с этим нами были изучены различные методы их предобработки с целью преодоления твердосемянности (Тимофеева и др., 2017). Было установлено, что высокотемпературное воздействие горячей водой (+90 °С) в течение 20 мин стимулирует прорастание максимального количества семян (около 80 %).

Таким образом, интродукцию *L. anagyroides* в условиях Нижнего Поволжья можно считать достаточно успешной, поскольку растение проходит весь цикл сезонного развития и завязывает полноценные семена. Для стимуляции прорастания семян *L. anagyroides* необходимо использовать высокотемпературную предобработку.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Деденко, Т. П. Интродукция декоративных древесных и кустарниковых пород: учебное пособие / Т.П. Деденко, Е.П. Хазова. – Воронеж: Мин-во образования и науки РФ, ФГБОУ ВПО «ВГЛТА», 2015. – 95 с.
2. Колесников, А.И. Декоративная дендрология / А.И. Колесников. – Москва: Лесная промышленность, 1974. – 704 с.
3. Николаева, М.Г. Справочник по проращиванию покоящихся семян / М.Г. Николаева, М.В. Разумова, В.Н. Гладкова. – Л.: Наука, 1985. – 245 с.
4. Тимофеева, С.Н. Преодоление физического покоя семян бобовника анагировидного *in vivo* и в культуре *in vitro* / С.Н. Тимофеева, О.И. Юдакова, Л.А. Эльконин // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Химия. Биология. Экология. – 2017. – Т. 17, Вып. 1. – С. 30–35.
5. Юдакова, О.И. Методы исследования репродуктивных структур и органов растений / О.И. Юдакова, О.В. Гуторова, Ю.А. Беляченко. – Саратов: изд-во Саратов. ун-та, 2012. – 38 с.
6. Cruden, R.W. Pollen-ovule ratios: A conservative indicator of breeding systems in flowering plants / R.W. Cruden // Evolution. – 1977. – №31. – P. 32–46.
7. Heywood, V.H. Flowering plants of the world / V.H. Hewood. – Batsford: BT Londres, 1993. – 336 p.

УДК 634.0.232.1.635.9+634.1

А.Ш. Хужахметова

Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций
и защитного лесоразведения Российской академии наук,
г. Волгоград, Россия

К ВОПРОСУ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ СОРТОВОГО РАЗНООБРАЗИЯ ФУНДУКА В СУХОЙ СТЕПИ

Культивирование сортового разнообразия фундука проводилось на коллекционном участке ФГУП «Волгоградское», который был заложен на светло-каштановых почвах, с глубоким залеганием грунтовых вод. Схема посадки 6×4 м. Сорты *Corylus pontica* (Президент, Футкурами, Черкесский-2) получены из Всероссийского НИИ цветоводства и субтропических культур. Исследования особенностей роста и сезонного развития проводилось с использованием методов визуальных фенологических наблюдений и биометрических измерений по общепринятым методикам. Орехоплодным свойственная диогогамия, поэтому важной задачей являлся отбор образцов с синхронным цветением

мужских и женских почек. Для выявления лимитирующих факторов на скорость прохождения этапов цветения и плодоношения сортов фундука определяли интенсивность цветения, завязываемость, продуктивность, структура урожая и качество плодов согласно методическим указаниям. Для сравнительного изучения физиологических особенностей сортов фундука определяли оводненность, водоудерживающую способность, водный дефицит листьев и относительный выход электролитов при обезвоживании. Полученный цифровой материал обработан статистически с использованием компьютерных программ «MS Excel».

Успешность культивирования сортового разнообразия фундука зависит от генеративных возможностей. В условиях Нижнего Поволжья этот орехоплодный кустарник вступил в плодоношение в возрасте 4–5 лет. Начальной фазой развития фундука, как и других видов рода *Corylus*, является цветение. По типу цветения сорта отнесли к протерандричному, с более ранним цветением мужских соцветий. По годам разница в цветении фундука колеблется от 10 до 20 дней, что обусловлено ходом температур. Более ранний срок цветения отмечен у сортов Футкурами и Президент, затем следует сорт Черкесский-2. Фундук – однодомное раздельнополое ветроопыляемое растение. Многие авторы указывают, что наиболее уязвимой частью его являются женские цветковые почки и мужские соцветия (сережки).

Наблюдения за зимостойкостью интродуцированных сортов показали, что морозы не вызывают серьезных повреждений растений и они нормально плодоносят. Сильное повреждение мужских соцветий отмечено у Футкурами при температуре -37 °С. Наиболее критическими для перезимовки фундука является период вынужденного покоя (конец февраль – март) и распускание почек – цветение (апрель-май), когда отмечаются резкие похолодания после продолжительной оттепели с понижением температуры воздуха. При этом различные части растения имеют неодинаковую морозостойкость.

Закладка генеративных почек приходится на середину лета. Во второй декаде июля тычиночные почки раскрываются и формируют по 1–6 мужских соцветий, сидящей на общей цветоножке. К концу лета на растении, в пазухах листьев побегов текущего года сформированы зачатки женских цветков (женские соцветия) и мужских соцветий (сережек) (рис. 1, 2).



Рис. 1. Заложение тычиночных цветков

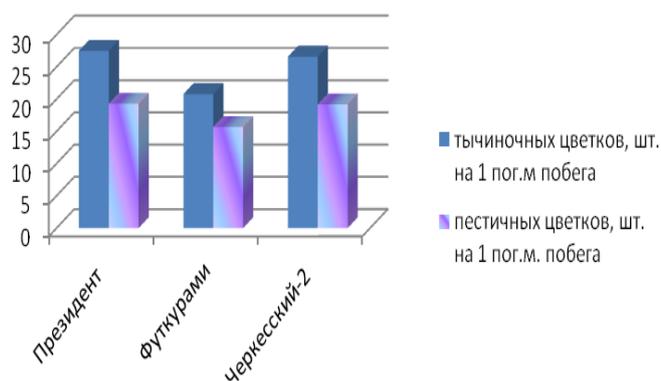


Рис. 2. Энергия закладки соцветий фундука в условиях интродукции

Мужские соцветия сильно вытягиваются перед цветением, достигая 8–11 см длины, разрыхляются, кроющие цветки чешуи раздвигаются. В это время в пыльниках созревает пыльца, они лопаются, обильно выделяемая пыльца переносится ветром, и происходит опыление рылец женских цветков. Женские соцветия состоят из группы пестич-

ных цветков, находящиеся в почке, из которой в период цветения высовываются красноватые рыльца (4–20 шт. и более). Каждой паре рылец соответствует один цветок.

Период от цветения до плодообразования у трех сортов довольно продолжительный (35–55 дней). Для полной физиологической спелости плодов требуется 150–180 дней. Ежегодный учет параметров плодоношения показал, что более пластичен сорт Черкесский-2, отличающийся стабильным хорошим урожаем в новых условиях.

При сортоиспытании важным показателем успешности интродукции является плодовая продуктивность и качество плодов. В условиях сухой степи орехи изученных сортов характеризовались неплохой выполненностью ядра, легкой его извлекаемостью, хорошими вкусовыми достоинствами.

Водный стресс накладывает отпечаток на закладку плодовых почек под урожай следующего года и ослабляет общее состояние растений. Механизмы толерантности приобретают особое значение в аридных зонах при экстремально выраженных неблагоприятных факторах, когда в почве нет доступных запасов влаги, а водоудерживающая способность тканей не может защитить растения от обезвоживания.

Изучение основных эколого-физиологических показателей у интродуцированных растений фундука, связанных с адаптивным потенциалом показал, что в условиях жесткой засухи, когда температура окружающей среды повышалась до 40 °С, а относительная влажность воздуха снижалась до 15 %, наибольшие различия по степени устойчивости клеточных структур к засухе отмечены между сортами Черкесский-2 и Футкурами (критерий достоверности Стьюдента $t_{ч-ф}=7,60$). По состоянию мембран клеток Черкесский-2 и Президент обладают сравнительно одинаковой устойчивостью к воздействию высоких температур.

Способность удерживать влагу клетками листьев этих сортов достаточно высока (потеря воды от 36,3 до 63,3 % при 6-ти часовом завядании). У 15–18-летних растений коэффициенты вариации данного показателя в острозасушливые годы не превышали в среднем 15,1–20,7 %. Растения Футкурами отличались меньшей засухоустойчивостью вследствие низкой водоудерживающей способности клеток листьев (53,6–76,4 %).

Отмечено отрицательное влияние высоких температур воздуха и дефицита влаги в почве на величину и качество плодов. В период цветения сухая жаркая погода приводит к иссушению рылец пестиков, что затрудняет прорастание попадающей на них пыльцы, от чего женские цветки не оплодотворяются и осыпаются со снижением количества плодов в соплодии. Летом дефицит влаги в почве вызывает значительную порчу плодов, расположенных в периферийной части кроны.

Морфологические параметры листьев определяют развитие и адаптацию к факторам среды ассимиляционного аппарата и влияют на особенности биологического потенциала сортов. Рассматривая, изменчивость морфологических признаков фундука, мы смогли выявить его экологическую валентность в условиях интродукции. Большинство признаков сортов Футкурами и Президент отличаются средним и низким уровнем изменчивости (с.в. 9,0–18,5 %). Средняя и высокая вариабельность формы и размера листа (с.в. 17,8–24,4 %) отмечена у Черкесского-2.

Фундук сохраняет свои сортовые свойства в условиях сухой степи, на что указывает изучение изменчивости орехов (низкий уровень – 0,8–11,2 %).

Коэффициент вариации показал, что у сортов Футкурами и Президент вариабельность листьев ниже по сравнению с сортом Черкесский-2.

Таким образом, показатели засухоустойчивости, сезонного прироста побегов, количества генеративных органов на текущем приросте свидетельствуют о большей потенциальной продуктивности сортов Черкесский-2, Президента в условиях интродукции. На успешность акклиматизации сортов фундука указывает средняя степень изменчивости изученных признаков. Биоэкология цветения и плодоношения определяют специфику формирования целевых насаждений. Для реализации потенциальной плодовой продуктивности сортов фундука необходимо уделять внимание формированию расте-

ний, оставляя оптимальное количество стволов на плодоношение. Для защитного лесоразведения представляет интерес кустовая формировка фундука с возможностью размещения насаждений на склонах крутизной от 5 до 30°.

УДК 582.26

М.В. Чижевская¹, Н.В. Фомина²

¹Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева, г. Красноярск, Россия

²Красноярский государственный аграрный университет, г. Красноярск, Россия

ПРЕДСТАВЛЕННОСТЬ РОДА *CYLINDROSPERMUM* KÜTZ. В ПОЧВОГРУНТАХ АНТРОПОГЕННО ПРЕОБРАЗОВАННЫХ ЛАНДШАФТОВ ЦЕНТРАЛЬНОЙ СИБИРИ

В соответствии с современной системой *Cyanophyta* на основе морфоцитологических и молекулярно-биологических данных (Komárek, Anagnostidis, 1989), род *Cylindrospermum* Kützing ex É.Bornet & C.Flahault, входит в состав семейства *Nostocaceae*, порядка *Nostocales*, класса *Hormogoniophyceae* [1, 2]. В настоящее время, из 85 видов и внутривидовых таксонов рода *Cylindrospermum* таксономически достоверными указаны 52 вида [3]. Надо полагать, что накопление молекулярно-генетических данных приведет к дальнейшей ревизии не только рода *Cylindrospermum*, но других систематических категорий *Cyanophyta*.

Представители *Cylindrospermum* sp. являются эталоном для характеристики жизненной С-формы почвенных водорослей. Водоросли С-формы являются теневыносливыми, требовательными к условиям увлажнения, на поверхности почвы развиваются под укрытием высших растений [4]. Почвенные представители рода *Cylindrospermum* относятся к видам-азотфиксаторам. Поэтому их присутствие в почвах, в совокупности с другими сине-зелеными водорослями, зачастую диагностирует высокое содержание азота.

Исследования альго-бактериальных сообществ центральных районов Красноярского края ведутся с 2004 года. Область исследований включает в себя зоны, подверженные тому или иному виду антропогенных воздействий: рекреационная нагрузка, загрязнение нефтепродуктами, лесопитомники, сельско-хозяйственные угодья. Почвы опытных площадок подвергались комплексной антропогенной нагрузке на протяжении нескольких десятков лет. Это привело к значительному изменению зональных характеристик почвенного покрова, а также к полному вырождению естественных фитоценозов на некоторых участках исследований.

К настоящему времени исследованы альго-бактериальные сообщества зеленых зон и парков г. Красноярска: главная пешеходная тропа ГПЗ «Столбы», 7 парков, скверов и лесопарковых зон г. Красноярска; полигон захоронения мазута около пос. Кедровый; хвойные лесопитомники Большемуртинского, Сухобузимского, Уярского районов Красноярского края; почвы с/х назначения Сухобузимского (посевы люцерны, зернобобовых, многолетнее сено, пастбище) и Манского района (посевы ржи и пшеницы) [5, 6, 7, 8].

На сегодняшний день, в почвах Центральной Сибири определено 156 видов и внутривидовых таксонов почвенных водорослей, среди них 63 вида и внутривидовых таксона сине-зеленых водорослей, что составляет 40,4 % от общего числа видов почвенных водорослей. Анализ видовой насыщенности таксонов *Cyanophyta* выявил ведущее семейство – *Nostocaceae* (47,6 % от общего числа видов). В ходе исследований впервые были обнаружены представители рода *Cylindrospermum*: *C. majus*, *C. stagnale*, *C. alatosporum*, *C. sp.*, которые ранее для почв Центральной Сибири не определялись (рис. 1).

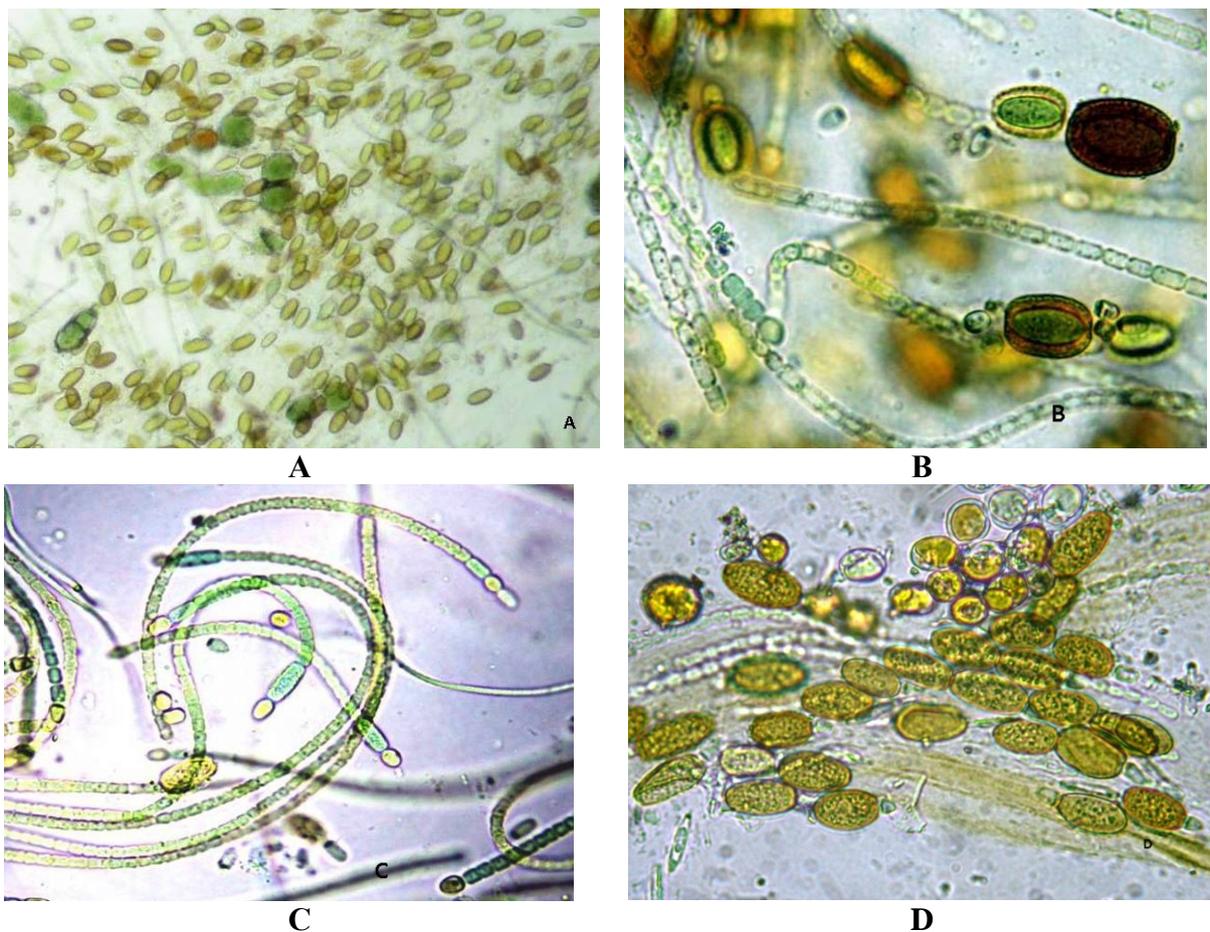


Рис. 1. Представители рода *Cylandrospermum* Kütz. в культурах на стеклах обрастания: А. Колония *Cylandrospermum* sp. при малом увеличении; В. *C. alatosporum*; С. *C. stagnale*; D. *Cylandrospermum* sp.

Представители рода *Cylandrospermum* были выявлены в пяти образцах почв и грунтов, отобранных на совершенно разных по агрохимическому составу и биологическим характеристикам опытных площадках (табл. 1).

Присутствие видов *Cylandrospermum* sp. на опытных площадках

Вид	Дендрарий Академгородка (г. Красноярск)	Участок с высокой рекреационной нагрузкой (г. Красноярск)	Субстраты, загрязненные нефтепродуктами	Полигон захоронения мазута	Уярский хвойный лесопитомник
<i>Cylandrospermum alatosporum</i>	+				
<i>Cylandrospermum majus</i>		+			
<i>Cylandrospermum stagnale</i>		+			
<i>Cylandrospermum</i> sp.1					+
<i>Cylandrospermum</i> sp.2			+	+	

Дальнейшие наши исследования будут направлены на более полное выявление спектра видов, относящихся к роду *Cylindrospermum Kutz.*, по возможности с привлечением молекулярно-генетического анализа. Запланирован сравнительный анализ азотфиксирующей функции различных видов *Cylindrospermum*, а также определение консортивных связей между *Cylindrospermum sp.* и другими видами, образующими альгобактериальные сообщества антропогенно-преобразованных почв и почвогрунтов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Komárek J. Modern approach to the classification system of cyanophytes. 4-Nostocales / J. Komárek, K. Anagnostidis // Arch. Hydrobiol. Suppl. – 1989. – 82, № 3 (Algological Studies, 56). – P. 247–345.
2. Костіков І.Ю. Водорості ґрунтів України (історія та методи дослідження, система, конспект флори) / І.Ю. Костіков, П.О. Романенко, Е.М. Демченко [и др.]. – Київ: Фітосоціоцентр, 2001. – 300 с.
3. Algaebase URL: <http://www.algaebase.org> (дата обращения 13.08.2017).
4. Штина Э.А. Экология почвенных водорослей / Э.А. Штина, М.М. Голлербах. – М.: Наука, 1976. – 144 с.
5. Неходимова С.Л. Таксономическая и экологическая структура альгоценозов почв лесных питомников лесостепной зоны / С.Л. Неходимова, Н.В. Фомина // Вестник КрасГАУ, Вып.11. – Красноярск, 2014. – С. 137–140.
6. Фомина Н.В. Комплексная экологическая характеристика почвы техногенно-загрязненного ландшафта / Н.В. Фомина, М.В. Чижевская // Вестник КрасГАУ, Вып.5. – Красноярск, 2013. – С. 142–147.
7. Чижевская М.В. Альго-биологический подход к оценке экологического состояния почв (на примере рекреационной зоны ГПЗ «Столбы») / М.В. Чижевская, Н.В. Фомина // Вестник КрасГАУ, Вып.1. – Красноярск, 2011. – С. 43–48.
8. Трухницкая, С.М. Альгофлора рекреационных территорий Красноярской урбоэкосистемы / С.М. Трухницкая, М.В. Чижевская. – Красноярск, Изд-во КрасГАУ, 2008. – 135 с.

УДК 633.88:581.9

Б.Д. Шатаханов, Е.Б. Смирнова

Балашовский институт (филиал) Саратовского национального исследовательского государственного университета им. Н.Г. Чернышевского, г. Балашов, Россия

ОЦЕНКА РЕСУРСОВ МОРДОВНИКА ШАРОГОЛОВОГО В УРОЧИЩЕ «СОЛНЕЧНЫЙ» БАЛАШОВСКОГО РАЙОНА САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

В настоящее время значительно возросла потребность населения нашей страны в использовании лекарственных растений в связи с их широкими терапевтическими свойствами. Лекарственное растительное сырье, на основе которого приготавливаются фитопрепараты, обладает достаточно высокой эффективностью и комплексным действием на организм человека, имея при этом самую низкую токсичность [1, 2].

В 2016–2017 гг. нами изучены ресурсы зарослей мордовника шароголового в окрестностях дачного массива «Солнечный», расположенного в 5 км от г. Балашов. К нему ведут 2 дороги – от пос. Ветельный грунтовая, вдоль полей, другая асфальтированная в сторону пос. Октябрьский. От дачных домиков начинается понижение рельефа, по которому течет ручей от реки Елань. Он имеет выраженную пойму, шириной 5–10 м, глубиной до 0,5 м, летом полностью пересыхает. На склонах, спускающихся к ручью, идет выпас КРС. Местообитание мордовника – сухостепные склоны. Заросли тянутся на протяжении 2 км, прерываясь на овраги, шириной от 1 до 2 м (рис.).



Заросли мордовника шароголового в урочище «Солнечный»

Мордовник шароголовый *Echinops sphaerocephalus* L. (семейство Сложноцветные) лугово-степной травянистый многолетник. Корень стержневой, толщиной до 2–3 см. Стебель, прямой, высотой до 2 м. Листья перистолопастные или перистораздельные, длиной до 26 см и шириной до 7 см, по краю с шипами, сверху зеленые, снизу серые. Нижние листья черешками, остальные – сидячие, со стеблеобъемлющим основанием. Стебель, листья, обертки корзинок имеют железистое опушение.

Цветки мелкие, трубчатые, бледно-голубого цвета. Они группированы по 200–300 штук в шарообразные соцветия диаметром до 5 см с общей оберткой из немногочисленных щетинок, сросшихся основаниями. Мордовник шароголовый может расти на одном месте до 20 лет. Благоприятны для его роста меловые и известковые почвы. Плоды – опушенные семянки с хохолком, длиной от 0,6 до 1 см.

Цветет в июле-августе, плоды созревают в августе-сентябре. В каждой корзинке при благоприятных условиях опыления насекомыми и наличии влаги в почве образуется до 250 плодов. Ресурсная значимость – лекарственное, медоносное, декоративное. Распространение: Кавказ, средняя и южная полоса Европейской России, Южный Урал, юг Сибири, Средняя Азия. Описан вид из Италии. Обитает в степных лугах, опушках, среди кустарников, залежах, в оврагах.

Входит в Красные книги Владимирской области, республик Марий Эл, Татарстана, Удмуртии, Чувашии.

Культивируется как двулетнее растение с целью получения лекарственного растительного сырья из семян. Урожайность семян мордовника достигает до 20 центнеров с одного гектара. В дикорастущих зарослях соцветия собирают вручную при полной спелости плодов, при этом нужно использовать толстые рукавицы, так как головки очень колючие. Собранные соцветия сушат в сушилках или в сараях. Выделение семян из корзинок можно проводить вручную или использовать клеветёрку [3].

Из плодов мордовника выделены алкалоиды (эхинопсин до 2 %), жирные масла, тритерпеноиды, флавоноиды, дубильные вещества, аскорбиновая кислота, каучук, сапонины, высшие алифатические углеводороды, рутин, стероиды [2].

Алкалоид «Эхинопсин», в медицине используют в виде нитратного раствора для инъекций. Он тонизирует нервную систему и его используют при плекситах, радикули-

те, миопатии, рассеянном склерозе. Эхинопсин помогает при лучевом поражении, при астенических состояниях, при гипотонии и атрофии зрительного нерва. Широко используется в ветеринарии.

Заросль мордовника шароголового почти одновидовая, иногда с примесью пижмы обыкновенной (*Tanacetum vulgare* L.), тысячелистника обыкновенного (*Achillea millefolium* L.) и резака обыкновенного (*Falcaria vulgaris* Benth.). Создает аспект. На 1 м² от 5 до 10 экземпляров растений. Масса одного соцветия 5 г, соцветий на одном растении 8–12 штук. Урожайность семян с 1 м² в среднем за два года составляет 350 г.

Таким образом, мордовник шароголовый является перспективным и актуальным лекарственным ресурсом, заготовку семян которого в Балашовском районе можно вести в промышленных масштабах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Смирнова Е.Б. Лекарственные растения западного Правобережья Саратовской области: рациональное использование и охрана / Е. Б. Смирнова, Н. Ю. Семенова, А. В. Невзоров // Эко-профилактика, оздоровительные и спортивно-тренировочные технологии: матер. Междунар. науч.-практич. конф. 1м3 октября 2015г. г. Балашов / под. ред. Д. В. Воробьева, Н. В. Тимушкиной. – Саратов : Саратовский источник, 2015. – С. 103–106.

2. Смирнова Е.Б. Распространение *Sanguisorba officinalis* L. и *Gentiana pneumonanthe* L. в восточной части Окско-Донской равнины и состояние их популяций / Е.Б. Смирнова, Н.Ю. Семёнова, А.В. Невзоров // Известия ОГАУ, 2016. – №3(59). – С. 60–63.

3. Федоренко, С.О. Мордовник шароголовый / С. О. Федоренко // Пчеловодство. – 2004. – № 2. – С. 24–25

УДК 339.13.012

О.Н. Шкодина, О.Д. Епифанова

Саратовский государственный аграрный университет имени Н. И. Вавилова,
г. Саратов, Россия

О НЕКОТОРЫХ ВИДАХ ДИКИХ РОДИЧЕЙ ПЛОДОВЫХ КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ, ПРОИЗРАСТАЮЩИХ НА ТЕРРИТОРИИ ООПТ ФГУ «КАВКАЗСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПРИРОДНЫЙ БИОСФЕРНЫЙ ЗАПОВЕДНИК ИМЕНИ Х.Г. ШАПОШНИКОВА»

Дикие родичи культурных растений это – эволюционно-генетически близкие к культурным растениям виды естественной флоры, входящие в один род с культурными растениями, потенциально пригодные для введения в культуру или использования в процессе получения новых сортов (Смекалова, Чухина, 2005).

Дикие родичи культурных растений вместе с культурными растениями входят в состав генетических растительных ресурсов (ГРР), которые необходимо сохранять как национальное природное наследие (Нухимовская, 2005). Дикие родичи культурных растений проще всего сохранять в рамках существующей сети ООПТ и лишь при необходимости организовывать специальные резерваты (Нухимовская, 2005).

В 2017 году Саратовским ГАУ был реализован уникальный проект – учебно-исследовательская студенческая экспедиция «Дорогами Н.И. Вавилова по Северному Кавказу», посвященная 130-летию со дня рождения ученого. Часть маршрута экспедиции проходила по территории ООПТ ФГУ «Кавказский государственный природный биосферный заповедник имени Х.Г. Шапошникова». Программа экспедиции была многоплановой, одна из задач экспедиции была сбор коллекции диких родичей плодовых культурных растений.

На территории заповедника были отмечены следующие плодовые растения: *Rubus sanctus* Schreb. – Ежевика священная, *Malus orientalis* Uglitzk. – Яблоня восточная, *Prunus cerasifera* Ehrh. – Слива вишненоносная (Алыча), *Cornus mas* L. – Кизил мужской, *Fragaria viridis* (Duchesne) Weston – Земляника зеленая, *Rosa pulverulenta* M. Bieb. – Шиповник припудренный, *Vaccinium myrtillus* L. – Черника обыкновенная, *Ribes alpinum* L. – Смородина альпийская, *Sorbus aucuparia* L. – Рябина обыкновенная – и др. (Зернов, 2010).

Rubus sanctus Schreb. – Ежевика священная.

Семейство Rosaceae – Розоцветные.

Кустарник 2–4 м высотой. Однолетние побеги покрыты тонким беловатым войлоком из густых волосков. Листья пятерные или иногда тройчатые, сверху и снизу волосистые. Зрелые плоды черные. Цветение: июнь-июль. В тенистых лесах и, иногда, на опушках. Место нахождения: (кордон Гузерибль, вверх по течению реки Белая.

Malus orientalis Uglitzk – Яблоня восточная.

Семейство Rosaceae – Розоцветные.

Листопадное дерево с очередным листорасположением, до 15 м высотой. Листья яйцевидные или продолговатые, городчато-пильчатые, сверху, по крайней по жилкам, опушенные. Мякоть плода без каменистых клеток. Стилодии при основании сросшиеся. Лепестки розовые. Цветение: апрель-май. Как примесь в составе широколиственных лесов и на опушках. Место нахождения: кордон Гузерибль, вверх по течению реки Белая.

Prunus cerasifera Ehrh – Слива вишненоносная, Алыча.

Семейство Rosaceae – Розоцветные.

Крупный листопадный кустарник или небольшое деревцо, до 4 м высотой. Некоторые короткие веточки бывают изменены в колючки. Листья продолговатые, остропильчатые. Цветки сидят по одному. Плоды красные или желтые, без синего налета. В составе подлеска широколиственных лесов и на опушках, а также в посадках. Место нахождения: веселый спуск с Черкесского перевала.

Cornus mas L. – Кизил мужской.

Семейство Cornaceae – Кизилы.

Невысокое листопадное дерево или крупный кустарник, 2–5 (10) м высотой. Листья от яйцевидных до эллиптических, в основании клиновидные, на верхушке заостренные, с 4–6 парами дугообразных жилок, цельнокрайные. Цветки в числе 15–25 собраны в зонтиковидное соцветие, окруженное в основании оберткой из желтовато-зеленых листочков. Лепестки желтые, плоды красные. Цветение: март-апрель. В составе подлеска, в лесах различного типа. Место нахождения: спуск с Черкесского перевала.

Rosa pulverulenta M. Bieb – Шиповник припудренный.

Семейство Rosaceae – Розоцветные.

Листопадный, часто стланиковый, кустарник, 20–60 (100) см высотой. Побеги покрыты изогнутыми шипами и железистыми щетинками. Черешок листа с простыми волосками и железками. Цветоножки и гипантий, железисто-щетинистые. Чашелистики обычно при плодах сохраняются. Плод красно-оранжевый. Цветение: май-август. В кустарниковых зарослях. Место нахождения: кордон Гузерибль, вверх по течению реки Белая.

Vaccinium myrtillus L. – Черника обыкновенная.

Семейство Ericaceae – Вересковые.

Листопадный длиннокорневищный кустарничек, образующий густые заросли. Надземные побеги до 20 см высотой. Листья эллиптические или продолговато-ланцетные, по краю мелкопильчатые, до 4 см длиной. Цветки одиночные. Венчик розоватый, ~ 5 мм длиной. Плод шаровидный, черный, с сизым налетом. Цветение: июнь-июль. На субальпийских и альпийских лугах. Место нахождения: перевал Черкесский.

Ribes alpinum L. – Смородина альпийская.

Семейство Grossulariaceae – Крыжовниковые.

Листопадный кустарник с очередным листорасположением, 1-3 м высотой. Листья до 4 см длиной, сверху с железистыми щетинками. Цветки раздельнополые. Лепестки зеленоватые. Плоды красные. Цветение: май-июнь. В лесах верхнего пояса, субальпийских кустарниковых зарослях и на каменистых развалах. Место нахождения: гора Фишт.

Rubus saxatilis L. – Костяника.

Семейство Rosaceae – Розоцветные.

Полукустарничек или многолетнее короткокорневищное травянистое растение, с надземными столонами – плетями. Прямостоячие побеги до 20 см высотой. Листья тройчатые, листочки яйцевидные или ромбические. Кисти малоцветковые. Плод из малочисленных красных плодиков – костянок. Цветение: июнь – июль. На субальпийских и альпийских лугах и склонах. Место нахождения: перевал Белореченский.

Sorbus aucuparia L. – Рябина обыкновенная.

Семейство Rosaceae – Розоцветные.

Листопадное дерево с очередным листорасположением, до 5 м высотой. Листья непарно-перистосложные, с 11–17 продолговатыми листочками. Соцветия щитковидные. Плоды до 10 мм в диаметре, оранжево-красные. Цветение: июль – август. В субальпийских криволесьях. Место нахождения: гора Фишт. Малый ледник.

Fragaria viridis (Duchesne) Weston – Земляника зеленая.

Семейство Rosaceae – Розоцветные.

Многолетнее короткокорневищное травянистое растение, 5–15 см. высотой. Растение без столонов или с единичными короткими столонами. Средний листочек обычно с черешочком более длинным, чем у боковых, 1–2 мм длиной. Чашелистики и листочки подчашие прижаты к плоду, длина плода обычно заметно меньше его ширины. Цветение: май. На сухих травяных склонах, лугах и опушках. Место нахождения: перевал Белореченский.

В дальнейшем планируется продолжить работу с собранным материалом и сравнить его с гербарным фондом, находящимся в ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова» в г. Санкт-Петербурге.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Зернов, А.С.* Растения Российского Западного Кавказа. Полевой атлас. – М.: Т-во научных изданий КМК, 2010. – 449 с.

2. Каталог мировой коллекции ВИР. Выпуск 766. Дикие родичи культурных растений России / сост. Т.Н. Смекалова, И.Г. Чухина. – С.Пб.: ООО «Копи-Р», 2005. – 54 с.

3. *Нухимовская, Ю. Д.* Дикорастущие родичи культурных растений в заповедниках России: Кадастр / Под ред. Ю.Д. Нухимовской. – М.-СПб., 2005. – 85 с.

Е.С. Энзекрей, А.В. Воршева, Х.К. Абделаал, А.И. Шинкарецкая, Н.С. Сыроежина, О.И. Жестокова, А.А. Царегородцева

Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А.Тимирязева, г. Москва

ИЗУЧЕНИЕ ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ УРОЖАЙНОСТИ ЯРОВОЙ ТРИТИКАЛЕ СОРТООБРАЗЦА ТИМИРЯЗЕВСКАЯ И СОРТА УКРО В УСЛОВИЯХ ЦРНЗ

Аннотация. В статье описываются особенности формирования потенциальной урожайности и ее реализация у двух сортов яровой тритикале при внесении разных доз и сроков азотных удобрений. Выявлено, что биологическая урожайность изучаемых сортов складывается за счет продуктивной кустистости, массы зерна с колоса и массы 1000 зерен. Потенциальная урожайность изучаемых сортов может достигать 15 т/га при благоприятных погодных условиях и интенсивной технологии возделывания.

Ключевые слова: тритикале, потенциальная урожайность, биологическая урожайность, азотные удобрения, прогнозирование, продуктивность.

Abstract. The article describes peculiarities of formation of yield potential and its realization in two varieties of spring triticale in making of different doses and timing of nitrogen fertilizers. It is revealed that the biological yield of the studied varieties formed due to productive tillering, grain weight of spike and weight of 1000 grains. The potential yield of the studied varieties can reach 15 t/ha under favourable weather conditions and intensive cultivation technology.

Keywords: triticale, yield potential, biological yield, nitrogen fertilizers, forecasting, productivity.

Яровая тритикале – представляет огромный интерес для увеличения производства зерна, т.к. сочетает в себе высокую потенциальную урожайность даже в неблагоприятных условиях произрастания. Большой интерес представляет получение новых сортов, которые должны обладать значительным биологическим потенциалом продуктивности и способностью к максимальной её реализации, высокой пластичностью, обеспечивающей устойчивость урожая при варьирующих погодных условиях [1, 2].

Исследования проводились в 2015–2016 годах на Полевой опытной станции РГАУ–МСХА имени К.А. Тимирязева с целью изучения влияния разных доз азотных удобрений на продукционные процессы нового сортобразца Тимирязевская и уже зарекомендовавшего себя сорта Укро.

Анализ пробных снопов показал, что в результате хорошо сложившихся погодных условий в 2015 году, на сортобразце Тимирязевская была сформирована самая высокая биологическая урожайность, которая составила 15,6 т/га на варианте с внесением максимальной дозы азотных удобрений (150 кг/га д. в-ва при посеве). В 2016 году, в результате кратковременной засухи в фазу начала выхода в трубку, данный сортобразец сформировал биологическую урожайность на 1,5-6 т/га меньше, чем в 2015 году.

При изучении влияния азотных удобрений на сорт Укро в условиях 2016 года было отмечено, что самую высокую урожайность была сформирована при внесении максимальной дозы удобрений (N_{150}). Внесение удобрений дробной дозой в оба года и на обоих сортах, не было целесообразным, т.к. вторая доза скорее угнетала растения, и не способствовала получению прибавки биологической урожайности.

В результаты исследований показали, что биологическая урожайность может складываться благодаря нескольким элементам продуктивности – это продуктивная кустистость, количество и масса зерна с колоса, масса 1000 зерен. Самая высокая корреляционная связь обнаружена между биологической урожайностью и количеством и массой зерна с колоса $r=0,9$ и $r=0,92$, соответственно. Потенциальную биологическую урожайность можно спрогнозировать, в середине вегетации, зная массу колоса в фазу цветения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Щуклина О.А.* Прогнозирование потенциальной урожайности яровой тритикале / О.А. Щуклина, Е.С. Энзекрей // Материалы Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Инновационная деятельность в модернизации АПК». – Курск: КГСХА им. профессора И.И. Иванова, 2017. – С. 163–165.
2. *Тысленко А.М.* Инновационные сорта и технологии возделывания ярового тритикале / Тысленко А.М. и др. – Иваново: ПресСто, 2017. – С. 295.

УДК 626.8 (075)

Ф.К. Абдразаков, А.В. Поваров

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов, Россия

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИЙ И ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ СТРОИТЕЛЬСТВА ОРОСИТЕЛЬНЫХ КАНАЛОВ

Оросительные каналы – один из основных элементов оросительных систем по объёмам и стоимости работ [1]. Каналы должны обеспечивать своевременную подачу необходимого количества воды потребителям согласно расчётным графикам водопотребления и принятой схеме водораспределения [1, 2, 3]. В зависимости от величины поливного участка и условий рельефа местности, оросительные каналы бывают 1–5 порядков, представленных в таблице 1 [4, 5].

Таблица 1

Технические характеристики оросительных каналов

Параметр	Порядок каналов				
	1	2	3	4	5
Глубина, м	до 1,5	до 2,0	до 3,0	3,0 ÷ 5,0	5,0 ÷ 7,0
Ширина по дну, м	0,4 ÷ 0,8	0,8 ÷ 1,5	1,0 ÷ 2,5	1,0 ÷ 7,0	1,0 ÷ 10,0
Коэффициент заложения откосов	1,0; 1,5	1,0; 1,5	1,0; 1,75	1,5; 2,0	1,6; 2,0

Каналы оросительных систем отличаются большим разнообразием размеров и форм поперечных сечений. Протяжённость некоторых магистральных каналов достигает сотен километров (Иртыш-Караганда – 458 км, Большой Ставропольский – 480, Каракумский – около 1100 км) [1, 6]. При строительстве каналов основной объём занимают земляные работы, качество и сроки выполнения которых оказывают значительное влияние на весь процесс строительства. Эффективность строительства гидромелиоративных объектов на современном этапе в решающей степени определяется качеством средств механизации и уровнем комплексной механизации, которая служит основой дальнейшего роста производительности труда [7, 13, 14]. Строительство любого оросительного канала требует выполнения ряда строительных операций, высокая эффективность которых может быть достигнута только при полной механизации и взаимной увязке выполняемых процессов [1, 8]. Условия строительства, а также проведения эксплуатационно-ремонтных работ на оросительных каналах, характеризуются рядом особенностей, которые необходимо учитывать. Разнообразие строительных операций требует применение комплекса различных машин, которые должны быть подобраны по производительности, рабочим параметрам и размещены так, чтобы обеспечивали наибольшую производительность, наименьшую стоимость и наиболее короткие сроки выполнения работ [9,10]. Наиболее распространенной технологией производства земляных работ является отрывка выемки под русло канала одноковшовым экскаватором с последующей планировкой дна и откосов другими машинами.

Техническая производительность одноковшового экскаватора ($m^3/ч$) напрямую зависит от числа циклов работы в минуту [1, 4]:

$$П_T = (60 \cdot q \cdot k_n \cdot n) / k_p,$$

где: q – объем ковша м^3 ; k_n – коэффициент наполнения ковша; k_p – коэффициент разрыхления грунта; n – число циклов работы экскаватора.

Протяжённые и глубокие выемки отрываются скреперами, послойно срезающими грунт и транспортирующими его к месту укладки. В настоящее время практически забытыми оказались высокоэффективные технологии строительства оросительных каналов с применением шнекороторных экскаваторов-каналокопателей. Данные технологии строительства участков канала, например, «в выемке», глубиной превышающей технологические возможности экскаватора, предусматривали следующие операции (рис. 1): снятие растительного слоя грунта бульдозерами за несколько проходов; разработка «корыта» скреперами; планировка откосов выемки «корыта» одноковшовым экскаватором; разработка проектного сечения канала шнекороторным экскаватором; разравнивание отвалов грунта бульдозером; перемещение грунта временного отвала скрепером; нарезка водоотводящей канавки автогрейдером.

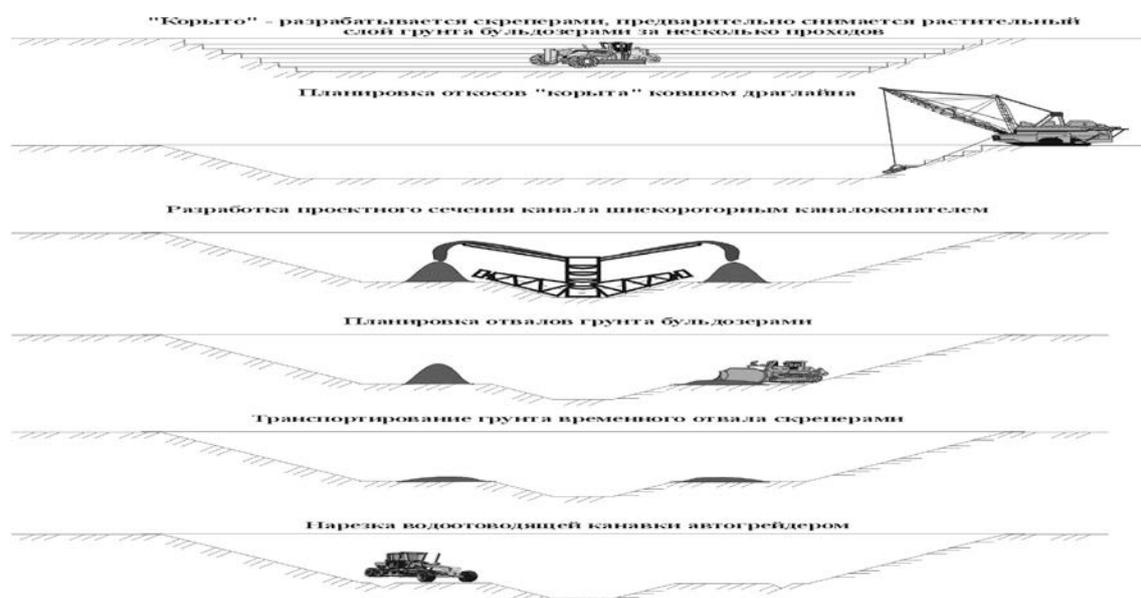


Рис. 1. Технология строительства оросительного канала в глубокой выемке

Сравнение машин циклического действия (бульдозеров, скреперов, одноковшовых экскаваторов) и машин непрерывного действия (роторных и шнекороторных экскаваторов) показывает несомненные преимущества последних [1, 11]. Эти преимущества объясняются в основном тем, что при непрерывном принципе работы шнекороторных экскаваторов отпадают холостые ходы движения машины, при этом получают спланированные дно и откосы канала за один проход без применения ручных доработок.

Техническая производительность экскаватора непрерывного действия ($\text{м}^3/\text{ч}$) определяется по выражению:

$$П_T = v_x \cdot F_B,$$

где: v_x – рабочая скорость экскаватора, $\text{м}/\text{ч}$; F_B – площадь поперечного сечения выемки, м^2 .

При использовании технологии строительства с применением шнекороторных экскаваторов достигается увеличение производительности работ и быстрее ввод оросительных систем в разряд действующих, кроме того, снижается себестоимость разработки грунта при высоком качестве земляных работ, упрощается организация работ за счёт сокращения номенклатуры и исключения простоя работающих машин [12]. В качестве выводов стоит отметить, что современные существующие технологии строительства оросительных каналов отводят главную роль машинам циклического действия, тогда как высокопроизводительные каналокопатели непрерывного действия оказались забы-

тыми. Использование традиционных технологий усложняет организацию производства работ при высокой стоимости их выполнения разномарочными машинами, тогда как применение каналокопателей непрерывного действия позволяет существенно сократить сроки строительства, повысить производительность и качество работ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Абдразаков Ф.К.* Технологии и технические средства для проведения эксплуатационно-ремонтных работ на оросительных каналах / Ф.К. Абдразаков, В.С. Егоров, Р.Н. Бахтиев. //Монография. ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов. – 2009. – 152 с.
2. *Абдразаков, Ф.К., Поваров А.В.* Как повысить эффективность оросительных каналов / Ф.К. Абдразаков, А.В. Поваров. //Мелиорация и водное хозяйство. – М.: 2014. – № 4. – С. 19–22.
3. *Абдразаков, Ф.К., Соловьев Д.А.* Эффективные технологии и машины для очистки оросительных каналов от кустарника /Ф.К. Абдразаков, Д.А. Соловьев. //Строительные и дорожные машины. – 1999. – № 12. – С. 32–33.
4. *Абдразаков, Ф.К., Горюнов Д.Г.* Состояние технической базы оросительных систем Саратовской области и пути повышения её эффективности [Текст] / Ф.К. Абдразаков, Д.Г. Горюнов. //Механизация строительства. – 2000. – № 5. – С. 5–7.
5. *Абдразаков, Ф.К., Горюнов Д.Г.* Состояние мелиоративных систем и их ремонтной базы в Саратовской области / Ф.К. Абдразаков, Д.Г. Горюнов. //Мелиорация и водное хозяйство. – 2000. – № 6. – С. 5–6.
6. *Абдразаков, Ф.К.* Организационные мероприятия по устранению неблагоприятных факторов воздействия оросительных систем на орошаемые земли [Текст] / Ф.К. Абдразаков, А.В. Поваров, А.А. Лазарева.// Научное обозрение. – 2012. – № 2. – С. 281–288.
7. *Абдразаков, Ф.К., Горюнов Д.Г.* Оптимальное планирование распределения техники – основа стабильного развития производства / Ф.К. Абдразаков, Д.Г. Горюнов.// Механизация строительства. – 2004. – № 1. – С. 8–10.
8. *Абдразаков, Ф.К., Поваров А.В.* Всесезонное применение высокопроизводительных строительных машин позволит ускорить введение новых плодородных орошаемых земель // Механизация строительства – М.: 2017. – Том 78. – № 8. – С. 5–9.
9. *Абдразаков, Ф.К., Поваров А.В.* Взаимодействие с грунтом рабочих органов мелиоративных машин при очистке оросительных каналов / Ф.К. Абдразаков, А.В. Поваров. //Научная жизнь. – М.: ЗАО «АЛКОР». – 2015. – № 1. – С. 34–41.
10. *Абдразаков, Ф.К., Поваров А.В.* Исследование процесса взаимодействия фрезерных ножей криволинейной формы с грунтом при очистке каналов от наносов / Ф.К. Абдразаков, А.В. Поваров.// Механизация строительства. – М.: 2015. – № 9. – С. 22–25.
11. *Абдразаков, Ф.К., Поваров А.В.* Процесс взаимодействия фрезерных рабочих органов, оборудованных ножами криволинейной формы, с грунтом оросительных каналов при проведении эксплуатационно-ремонтных работ / Ф.К. Абдразаков, А.В. Поваров. //Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. Научно-информационный журнал. – Пенза: Изд-во ПГУ, 2015. – № 4 (16). – С. 111–119.
12. *Abdrzakov, F.K.* The study of the process of face milling cutter work by performing service and repair works at irrigations canals / F.K. Abdrzakov, A.V. Povarov, D.A. Solov'yov, Yu. Ye. Trushin and A.A. Khalmetov. //ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. – 2016. – Т. 11. – № 16. – С. 9613–9621.
13. *Денисов Е.П.* Эффективность внесения соломы в качестве биомелиоранта/Е.П. Денисов, К.Е. Денисов, Б.З. Шагиев//Нива Поволжья. – 2009. – № 2. – С. 12–16.
14. *Денисов К.Е.* Повышение продуктивности орошаемых земель и эффективность использования влаги при уплотнении посевов в полевых севооборотах сухостепного Заволжья/ К.Е. Денисов, А.М. Косачёв, Б.З. Шагиев и др.//Нива Поволжья. – 2009. – № 4. – С. 17–22.

Ф.К. Абдразаков, А.В. Носенко, А.В. Поморова

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов, Россия

РЕЗУЛЬТАТЫ ОБСЛЕДОВАНИЯ ОСНОВНЫХ СООРУЖЕНИЙ (ОРОСИТЕЛЬНЫЕ КАНАЛЫ) КОМСОМОЛЬСКОЙ ОРОСИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Комсомольская оросительная система расположена на левом берегу Волгоградского водохранилища на территории Марксовского и Балаковского районов. Построена по проекту Московского института «Гипроводхоз». Первая очередь системы введена в эксплуатации в 1985 г. Проектная мощность орошения I и II очередей системы – 41,9 тыс. га; на 01.01.2000 г. орошаемая площадь составляла 18,1 тыс. га. Протяженность оросительной сети, состоящей из магистрального и распределительных каналов следующая: магистральный канал МК – 28,2 км, в облицовке – 6,9; распределительный канал Р-1 – 12,7, в облицовке – 6,9, в стальной трубе \varnothing 1220 мм – 4,7; распределительный канал Р-2 – 4,5, в облицовке – 4,5; распределительный канал Р-2-2 – 4,1, в облицовке – 4,1; распределительный канал Р-4 – 7,1, в облицовке – 7,1; распределительный канал Р-4-2 – 17,4, в облицовке – 17,4; распределительный канал Р-5 – 4,0, в облицовке – 4,0; распределительный канал Р-5 – 4,3, в облицовке – 4,3 км.

Обследование оросительных каналов проводилось в два этапа. В первый этап был обследован магистральный канал, во 2-й этап распределительные каналы. Общая протяженность магистрального канала – 55 км. При этом на различных участках канал имеет различные характеристики и устройство, а так же сильно отличается его техническое состояние. Участок магистрального канала до входа в распределительный канал Р-2 выполнен полностью в облицованном русле (рис. 1).



Рис. 1. Участок магистрального канала до входа в распределительный Р-2

Техническое состояние работоспособное. Дефекты облицовки (трещины и сколы) не имеют аварийный характер и не снижают безопасность гидротехнического сооружения на текущий момент. Провалов и осадок не обнаружено. Древесно-кустарниковая растительность регулярно удаляется. Берма канала не разрушена. простукивание облицовки не выявило пустот. Нарушений геометрии сечения так же не выявлено. Имеются некоторые повреждения деформационных швов. У входа в распределительный канал Р-2 (рис. 2) отсыпана временная земляная перемычка отсекающая доступ воды и магист-

ральный канал проходит в осушенном виде. После перемычки у входа в распределительный канал Р-2 магистральный канал проходит преимущественно в земляном русле. Облицованы те участки, где канал проходит в насыпи или полунасыпи. Так же облицованы подходы к основным гидротехническим сооружениям и другие ответственные участки.



Рис. 2. Регулирующее сооружение на входе в распределительный канал Р-2

Облицовка выполнена из качественного бетона и в соответствии с технологией. Техническое состояние неиспользуемой части магистрального канала в связи с отсутствием обслуживания и своевременного проведения ремонтно-восстановительных работ ограниченно-работоспособное. На всем протяжении облицованные участки магистрального канала сильно заилены и заросли древесно-кустарниковой растительностью, а в некоторых местах без возможности прохода по берме (рис. 3).



Рис. 3. Заросший участок магистрального канала в облицованном русле

В остальных местах магистральный канал проходит в земляном русле. При этом проектный поперечный профиль практически полностью отсутствует на всем протяжении. Откосы приняли очертания оврага, канал зарос растительностью. Распределительный канал Р-1 полностью в облицованном русле, на момент проведения обследования заполнен водой примерно на 50 %. Техническое состояние канала различное по участкам. Так участок длиной 1 км от магистрального канала до перекачивающей насосной станции НСП-2 находится в работоспособном состоянии. Канал облицован сборными

плитами. Имеются некоторые дефекты в основном локального характера. Некоторые деформационные швы выполнены некачественно. В стыках плит облицовки произрастает кустарниковая растительность (рис. 4). После перекачивающей станции НСП-2 состояние канала значительно ухудшается. Облицовка канала выполнена монолитным бетоном, вероятно с нарушениями технологии. Бермы канала обильно заросли древесно-кустарниковой растительностью (в среднем 1 ед. древесно-кустарниковой растительности на каждые 10 м.), диаметр ствола варьируется от 30 до 180 мм. Видны следы выщелачивания бетона.



Рис. 4. Участок от магистрального канала до НСП-2

Особую опасность представляют трещины и проломы в зоне переменного уровня и ниже. Поскольку эти нарушения вызывают усиленную фильтрацию и образование промоин и пустот под облицовкой (рис. 5).



Рис. 5. Проломы облицовки в зоне переменного уровня

При проведении обследования по всей трассе было произведено простукивание облицовки в наиболее ответственных местах. Простукивание вывило глухой звук, что свидетельствует о неплотном контакте облицованной поверхности с несущим основанием. Так же возможно имеются скрытые промоины, образованные фильтрующей водой. Наблюдения эксплуатирующей организации за фильтрационными процессами выявили сильные (свыше 50 %) фильтрационные потери. Распределительный канал Р-2 полностью в облицованном русле, на момент проведения обследования перекрыт временной перемычкой. Бермы канала обильно заросли древесно-кустарниковой растительностью (в среднем 1 ед. древесно-кустарниковой растительности на каждые 10 м), диаметр ствола варьируется от 30 до 180 мм. При этом корни растительности сильно

повреждают облицовку, образуя местное разрушение. Локальные проломы и провалы распространены на всем протяжении обследуемого канала (рис. 6).



Рис. 6. Локальные проломы и провалы

При поступлении в канал воды такое количество разрушенной облицовки даст увеличенную фильтрацию более 50 %. В местах, где канал проходит в полунасыпи, данные дефекты при подаче воды могут привести к серьезному снижению безопасности гидротехнического сооружения, и возникнет риск образования проранов и промоин с возникновением скорого истечения воды из канала с образованием волны прорыва.

По результатам обследования оросительных каналов составлена дефектная ведомость (табл. 1).

В качестве работ по реконструкции каналов в земляном русле рекомендуется выполнить следующие работы:

1. Сокращение потерь воды на фильтрацию путем устройства противофильтрационного покрытия или организации глинистой облицовки русла.
2. Окашивание откосов берм каналов от травянистой растительности, вырубка и срезка кустарников. Удаление топляков и перемычек. Перемещение и разравнивание кавайеров. Планировка берм и полос отчуждения в приканальной зоне.
3. Удаление оползней с исправлением откосов и креплением их дерном или посевом трав.
4. Придание каналам проектных размеров и уклонов, с ремонтом или переустройством элементов сети (устройство трубопроводных переходов, строительство дополнительных сооружений),
5. Устройство дополнительных пешеходных мостов, скотопрогонов, переездов с креплением при необходимости железобетонными плитами в верхнем и нижнем бьефах.
6. Очистка каналов от наносов: - оросительных каналов – при заилении более 30 % рабочего поперечного сечения;
7. Проведение дальнейших мероприятий по борьбе с фильтрацией – облицовка канала бетонными плитами, монолитным бетоном и устройство противофильтрационного покрытия.

В качестве работ по реконструкции участков канала в облицованном русле рекомендуется выполнить следующие работы:

1. Очистка каналов от наносов, растительности, мусора.
2. Перекладка в нормальное положение просевших или сдвинутых плит облицовок сборной конструкции. Смена изношенной облицовки до 50 % от общей площади каналов Р-1 и Р-2.

3. Расчистка и заделка полимерными компаундами или клеящими композициями трещин, каверн и выбоин железобетонных и бетонных облицовок.
4. Заливка поврежденных швов мастикой с последующим торкретированием.
5. Восстановление защитного слоя в надводной части железобетонной облицовки.
6. Восстановление защитного противofильтрационного слоя в подводной части железобетонной облицовки.

Таблица 1

Дефектная ведомость по объекту «Оросительные каналы»

Наименование	Описание	Рекомендации
Профиль каналов	Деформации откосов на участках канала в земляном русле. Разрушение поперечного профиля необлицованных участков. Временные перемычки по трассе канала. Облицованные и необлицованные участки сильно заилены и заросли древесно-кустарниковой растительности. Скрытые промоины, образованные фильтрующей водой. Потери воды на фильтрацию составляют более 50%	Реконструкция каналов с приданием проектных размеров и уклонов. Очистка каналов от наносов и удаление топляков, древесно-кустарниковой растительности. Разрушение перемычек. Проведение мероприятий по борьбе с фильтрацией на участках с необлицованным руслом – устройство противofильтрационного покрытия.
Облицовка	Дефекты и нарушения слоя облицовки. Протяженные участки с продольными трещинами из-за деформации основания. Локальные проломы и провалы. Растительность произрастает сквозь трещины в бетоне, тем самым способствуя разрушению облицовки. На отдельных участках выщелачивание бетона.	Полная замена изношенной облицовки монолитным бетоном. Перекладка в нормальное положение просевших или сдвинутых плит облицовок сборной конструкции. Расчистка и заделка трещин, каверн и выбоин. Заливка поврежденных швов мастикой.
Бермы	Нарушение сопряжения откосов с бермами. Сильное зарастание древесно-кустарниковой растительностью	Устройство сопряжений. Окашивание откосов и берм каналов, вырубка и срезка кустарников. Перемещение и разравнивание кавальеров. Планировка берм и полос отчуждения в приканальной зоне
Регулирующие сооружения	Регулирующее и затворное оборудование, а так же механизмы привода отсутствуют или находятся в неработоспособном состоянии. Водопрпускные сооружения замусорены или занесены иловыми отложениями практически полностью.	Монтаж затворов и механизмов привода затворов. Восстановление защитного слоя в надводной части конструкций. Очистка водопрпускных сооружений.

Реконструкция оросительной сети и сооружений на ней, позволит обеспечить повышение продуктивности орошаемых земель, сокращение потерь воды с полей, оптимизировать работу оборудования, снизить расход электроэнергии и обеспечить алгоритмы щадящего пуска для продления срока службы техники путем выбора энергоэффективного насосного оборудования (определение реконструкции СП 58.133301.2012) [1, 2, 3, 4, 5]. Относится к первоочередным мероприятиям, и необходимость проведения обусловлена не пригодностью существующей оросительной сети.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП 100.13330.2016 СНиП 2.06.03-85 Мелиоративные системы и сооружения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/456050590>
2. СП 58.133301.2012 Гидротехнические сооружения. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 33-01-2003 (с Изменением 1) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200094156>
3. Абдразаков Ф.К., Носенко А.В., Поморова А.В. Отчет по теме «Работа по обследованию состояния Комсомольской оросительной системы с дефектовкой основных сооружений». – Саратов: ФГБОУ СГАУ, 2017. – 103 с.
4. Денисов К.Е. Повышение продуктивности орошаемых земель и эффективность использования влаги при уплотнении посевов в полевых севооборотах сухостепного Заволжья/ К.Е. Денисов, А.М. Косачёв, Б.З. Шагиев и др.//Нива Поволжья. – 2009. – № 4. – С. 17–22.
5. Подгорнов Е.В. Проектирование систем земледелия / Е.В. Подгорнов, Д.А. Уполовников, Е.П. Денисов и др. Саратов, 2016. (Издание 3-е, дополненное и переработанное).

УДК 574/577

А.Ш. Алдиба¹, И.Д. Еськов²

¹Каирский университет, Египет

²Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

ВЛИЯНИЕ НЕКОТОРЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ НА ВОЗБУДИТЕЛЯ АЛЬТЕРНАРИОЗА (*ALTERNARIA SOLANI*) НА КАРТОФЕЛЕ

Картофель является одним из важнейших продовольственных и товарных культур в России и за рубежом. Культура восприимчива к широкому спектру заболеваний, включая болезни *Alternaria*, которые распространены повсеместно. Пестицидный контроль грибкового патогена *Alternaria solani* (причинный агент заболеваний *Alternaria*) не всегда эффективен, и существует тенденция к снижению использования фунгицидов в растениеводстве. Биологический контроль болезней *Alternaria* на картофеле может стать важным компонентом в интегрированной системе борьбы.

Эффективность штаммов микроорганизмов против роста мицелия возбудителя изучалась с использованием разных концентраций в диапазоне от 10^4 до 10^6 клеток/мл. Штаммы микроорганизма сильно ингибировали рост мицелия патогена (табл. 1). Увеличение концентрации штаммов микроорганизмов усилило этот эффект. Влияние штаммов микроорганизмов на рост патогена оказалось самым высоким с помощью *Trichoderma* sp. затем следуют *Pseudomonas brassicacearum* и *Pseudomonas jessenii*. *Bacillus mycooides* имел недельный эффект в ингибировании роста мицелия патогена.

Исследования показали, что штаммы микроорганизмов представляют активность против патогена *A. solani*, ингибируя их рост.

Анализируя таблицу 1 очевидно что все микроорганизмы при изучаемых концентрациях статистически достоверно контролируют рост мицелия патогена. (тест множественного диапазона Дункана при $P \leq 0,05$; $n = 4$).

Эти результаты подтвердили, что антагонисты продуцируют некоторый тип токсического вещества с антимикробным действием против патогена, вызывая антибиоз. Эти вещества являются биологически активными соединениями, полученными из липопептидов семейств сурфактина, итурина и фенгицина, которые часто указываются как токсичные для патогенов (Peuroxetal., 1999; Ongenaetal., 2005). Magnet-Danaetal. (1992) сообщили, что итурины и фенгицины проявляют сильную противогрибковую активность и ингибируют рост широкого спектра патогенов. Бактериальные биоактивные

агенты, принадлежащие к родам *Agrobacterium*, *Bacillus*, *Pseudomonas* и *Streptomyces*, были обнаружены путем наблюдения зон действия в чашках Петри (Larkin and Farvel 1998, Yazici et al. 2011).

Таблица 1

Влияние микроорганизмов на рост мицелия *Alternaria solani* в зависимости от различных концентраций микроорганизмов (клеток мл⁻¹), примененных за один день до размещения диска патогенна

Микроорганизмы	концентрация клетки мл ⁻¹	Рост мицелия патогена (мм)
<i>Flavobacterium sp.</i>	10 ⁴	1.23 c
	10 ⁵	1.51 b
	10 ⁶	1.22 c
<i>Pseudomonas mohnii</i>	10 ⁴	1.88 b
	10 ⁵	0.97 c
	10 ⁶	1.03 c
<i>Pseudomonas jessenii</i>	10 ⁴	1.46 b
	10 ⁵	1.78 b
	10 ⁶	0.81 d
<i>Trichoderma sp.</i>	10 ⁴	1.45 b
	10 ⁵	0.97 c
	10 ⁶	0.55 d
<i>Endospore bacterium</i>	10 ⁴	2.06 a
	10 ⁵	1.14 c
	10 ⁶	0.85 d
<i>Bacillus thuringiensis</i>	10 ⁴	1.19 c
	10 ⁵	1.17 c
	10 ⁶	0.91 c
<i>Bacillus mycoides</i>	10 ⁴	2.14 a
	10 ⁵	1.78 b
	10 ⁶	1.98 a
<i>Pseudomonas brassicacearum</i>	10 ⁴	1.98 a
	10 ⁵	1.06 c
	10 ⁶	0.74 d
Контроль (вода)	0	2.30 a

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Larkin, R.P., and Farvel, D.R., (1998). Efficacy of various fungal and bacterial bio-control organisms for control of Fusarium wilt of some vegetables, *Plant Dis.*, 82: 1022–1028.
2. Magnet-Dana, R.; Thimon, L.; Peypoux, F.; Ptak, M., (1992). Surfactin/iturin A interactions may explain the synergistic effect of surfactin on the biological properties of iturin A. *Biochimie*, v.74, p. 1047–1051.
3. Ongena, M.; Duby, F.; Jourdan, E.; Beaudry, T.; Jadin, V.; Dommes, J.; Thonart, P., (2005). *Bacillus subtilis* M4 decreases plant susceptibility towards fungal pathogens by increasing host resistance associated with differential gene expression. *Applied Microbiology and Biotechnology*, v.67, p. 692–698.
4. Peypoux, F.; Bonmatin, J.M.; Wallach, J., (1999). Recent trends in the biochemistry of surfactin. *Applied Microbiology and Biotechnology*, v.51, p. 553–563.

5. Yazici, S., Yanar, Y., Karaman, I., (2011). Evaluation of bacteria for biological control of early blight disease of tomato". African Journal of Biotechnology, 10 (9). –1573–1577.

УДК 579.22

С.А. Аленькина, В.Е. Никитина

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт биохимии и физиологии растений и микроорганизмов
Российской академии наук, г. Саратов, Россия

УЧАСТИЕ ЛЕКТИНОВ АЗОСПИРИЛЛ В ФОРМИРОВАНИИ АДАПТИВНЫХ РЕАКЦИЙ РАСТЕНИЙ

Для успешного выращивания растений в неблагоприятных условиях необходимо знание физиологических механизмов адаптации растений и их клеток. Реализация максимальной продуктивности культурных растений при попадании в условия абиотического стресса может быть осуществлена посредством использования новых, дополнительных источников минерального питания и биологических средств защиты растений.

Ассоциативные азотфиксирующие бактерии рода *Azospirillum* – PGPR (plant growth-promoting rhizobacteria) микроорганизмы, стимулирующие рост растений. Одним из механизмов ростстимулирующего эффекта является способность уменьшать влияние стрессоров на растение и осуществлять контроль многочисленных фитопатогенов. К механизмам опосредованного растением биоконтрольного эффекта относится способность индуцировать у растений защитные реакции, направленные на повышение устойчивости [1, 2].

В образовании азотфиксирующих систем наряду с другими факторами участвуют лектины азоспирилл, находящиеся на поверхности клетки. С поверхности двух отличающихся по способу колонизации растений штаммов азоспирилл – *A. brasilense* Sp7 и *A. brasilense* Sp245 были изолированы лектины, являющиеся гликопротеинами с различными молекулярными массами и углеводной специфичностью [3, 4]. Было показано, что лектины азоспирилл являются полифункциональными молекулами [5].

Экстремальные температуры являются одним из важнейших факторов внешней среды, воздействующих на растения. Показано, что одним из самых ранних защитных эффектов растения является окислительный стресс, обусловленный накоплением активных форм кислорода (АФК). Для защиты от него в растениях существует антиоксидантная система, состоящая из многих ферментов, в том числе супероксиддисмутазы (СОД), каталазы, некоторых пероксидаз.

В результате проведенных нами опытов было установлено, что лектины *A. brasilense* Sp7 и Sp245 (концентрации лектинов 5–40 мкг/мл, время инкубирования с корнями проростков – 2 ч) увеличивали активность пероксидазы и СОД в корнях проростков пшеницы, подвергшихся гипо- и гипертермическому воздействию. Активность пероксидазы в случае с обоими лектинами возрастала после 30-минутной экспозиции с корнями, затем постепенно сравнивалась с контрольным уровнем. Увеличение активности СОД происходило после часа инкубации. Для лектина *A. brasilense* Sp7 повышение активности пероксидазы имело пикообразный характер с максимумом для концентрации 20 мкг/мл, в случае с лектином *A. brasilense* Sp245 увеличение активности происходило пропорционально росту концентрации лектина. Наибольший эффект в отношении СОД при гипертермии был отмечен для лектина Sp7 при концентрации – 20 мкг/мл и для Sp245 – при 10 мкг/мл. При гипертермии для лектина Sp7 наибольший эффект был отмечен при концентрации – 10 мкг/мл и для Sp245 – при 5 мкг/мл.

Воздействие изучаемых лектинов на корни проростков пшеницы при гипо- и гипертермическом воздействии приводило к уменьшению активности каталазы уже через 15 минут после воздействия лектинов. Для обоих лектинов при указанной экспозиции максимальный эффект был зафиксирован при концентрации 5 мкг/мл.

Уровень эффектов во всех вышеупомянутых случаях был для лектина штамма Sp245 значительно выше по сравнению с лектином штамма Sp7. Вероятной причиной отличающейся функциональной активности лектинов могут быть различия в углеводной специфичности, структуре белков, и как следствие, неодинаковое взаимодействие с поверхностью растительной клетки, что является определяющим фактором для включения последующих этапов.

Результаты настоящей работы являются дополнением к полученным ранее данным о том, что лектины азоспирилл могут участвовать в адаптации и вызывать индукцию защитных механизмов растений, что в сочетании с ростстимулирующим эффектом бактерий, способствует формированию устойчивости и повышению продуктивности растений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Bashan Y., Holguin G., de-Bashan L.E. Can. J. Microbiol.* – 2004. – V. 50. – P. 521–577.
2. *Baldani J.I., Baldani V.L.D. An. Acad. Bras. Cienc.* – 2005. – V. 77. – P. 549–579.
3. *Никитина В.Е., Пономарева Е.Г., Аленькина С.А.* Молекулярные основы взаимоотношений ассоциативных микроорганизмов с растениями / Под ред. В.В. Игнатова. – М.: Наука, 2005. – С. 70–97.
4. *Шелудько А.В., Пономарева Е.Г., Варшаломидзе О.Э., Ветчинкина Е.И., Кацы Е.И., Никитина В.Е.* Микробиология. – 2009. – Т. 78. – С. 749–756.
5. *Alen'kina S.A., Bogatyrev V.A., Matora L.Yu., Sokolova M.K., Chernysheva M.P., Trutneva K.A., Nikitina V.E. Plant and Soil.* – 2014. – V. 381. – P. 337–349.

УДК 579.22

С.А. Аленькина, Н.И. Романов, В.Е. Никитина

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт биохимии и физиологии растений и микроорганизмов
Российской академии наук, г. Саратов, Россия

ВЛИЯНИЕ ЛЕКТИНОВ АЗОСПИРИЛЛ НА АКТИВНОСТЬ АНТИОКСИДАНТНЫХ ФЕРМЕНТОВ КОРНЕЙ ПРОРОСТКОВ ПШЕНИЦЫ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ТЯЖЁЛЫХ МЕТАЛЛОВ

Возрастающее поступление в окружающую среду тяжелых металлов приводит к загрязнению почвы, которая является основным источником поступления избыточных количеств тяжелых металлов в растения. Аккумуляция тяжелых металлов приводит к снижению количества и качества урожая сельскохозяйственных растений, а также росту заболеваемости населения и сокращению продолжительности жизни. Токсическое действие тяжелых металлов сильно сказывается на культурных растениях, а в настоящее время их часто приходится культивировать в условиях загрязнения, особенно вблизи крупных городов. В связи с тем, что самоочищения почв практически не происходит или скорость его чрезвычайно низка, это создает большие проблемы для растениеводства. Многие культурные растения на начальных стадиях развития способны к большей металлоаккумуляции по сравнению с дикорастущими. Общим следствием токсичности тяжелых металлов в растительном организме является чрезмерное накопление активных форм кислорода, которые могут вызвать перекисное окисление липи-

дов, окисление белка, инактивацию ферментов, повреждение нуклеиновых кислот и др. Высшие растения развили сложные системы антиоксидантной защиты растительных клеток от окислительного стресса, важнейшим звеном которых являются антиоксидантные ферменты – каталаза и пероксидаза. Активность этих ферментов в условиях воздействия ионов металлов ряд исследователей связывают с устойчивостью растений к данному виду стресса [1].

Ассоциативные азотфиксирующие бактерии рода *Azospirillum* – PGPR (plant growth-promoting rhizobacteria) микроорганизмы, стимулирующие рост растений. Одним из механизмов ростстимулирующего эффекта является способность уменьшать влияние стрессоров на растение и осуществлять контроль многочисленных фитопатогенов [2]. Азоспириллы – бактерии, живущие в ассоциации с растениями в их ризосфере, ризоплане и внутри корней многих злаковых культур [3]. Было показано, что инициация взаимодействия бактерий с корнями происходит по принципу лиганд-рецепторного взаимодействия. Установлено, что со стороны азоспирилл в этом процессе, в числе других факторов, участвуют лектины, находящиеся на поверхности клетки. Результатами многолетних исследований было показано участие лектинов азоспирилл в агрегации бактерий и прикреплении бактерий к корням растений [4], определены специфические рецепторы углеводной и белковой природы корней проростков растений [5], обнаружено концентрационнозависимое влияние лектинов на способность семян к прорастанию [6], показана ферментмодифицирующая способность [7–9], способность изменять содержание стрессовых метаболитов в растительной клетке [10].

Целью данной работы явилось изучение влияния лектинов *A. brasilense* Sp7 и *A. brasilense* Sp245 (концентрации лектинов 5-40 мкг/мл, время инкубирования с корнями проростков – 2 ч) на активность пероксидазы и каталазы в корнях проростков пшеницы при воздействии солей тяжелых металлов – CoSO_4 , ZnSO_4 , $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ и CuSO_4 (концентрация 10^{-3} мМ).

В результате проведенных исследований было показано, что воздействие лектинов на активность пероксидазы в присутствии CoSO_4 , ZnSO_4 , $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ приводило к повышению активности фермента в корнях проростков пшеницы. Активность пероксидазы в случае с лектином *A. brasilense* Sp245 возрастала после 15-минутной экспозиции с корнями в присутствии CoSO_4 , ZnSO_4 и 30-минутной экспозиции в присутствии $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$. Для лектина *A. brasilense* Sp7 эффект был отмечен после часа инкубации с корнями для всех вариантов. Воздействие обоих лектинов не оказывало эффекта на активность пероксидазы в присутствии CuSO_4 .

Было показано, что лектин *A. brasilense* Sp7 проявлял максимальный эффект в отношении фермента при более высоких концентрациях, чем лектин Sp245.

Определение активности каталазы в наших экспериментах показало, что после воздействия обоих лектинов в присутствии всех изучаемых солей тяжелых металлов активность этого фермента значительно снижалась по сравнению с контролем. Максимальный эффект был отмечен для обоих лектинов в варианте с $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$. Для лектина Sp7 наибольший эффект был отмечен при концентрации – 10 мкг/мл и для Sp245 – при 5 мкг/мл.

Необходимо отметить, что как в случае с пероксидазой, так и с каталазой уровень эффекта был для лектина штамма Sp245 значительно выше по сравнению с лектином штамма Sp7. Вероятной причиной отличающейся функциональной активности лектинов могут быть различия в углеводной специфичности, структуре белков, и как следствие, неодинаковое взаимодействие с поверхностью растительной клетки, что является определяющим фактором для включения последующих этапов.

Полученные результаты свидетельствуют о способности лектинов азоспирилл индуцировать развитие ответных реакций в растениях, что в сочетании с ростстимулирующим эффектом бактерий способствует формированию устойчивости и продуктивности растений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Колупаев Ю. Е. Вестник Харьковского нац. агр. ун-та. Сер. Биология. 2007. – Вып. 3. – С. 6–26.
2. Bashan Y., Holguin G., de-Bashan L.E. *Can. J. Microbiol.* – 2004. – V. 50. – P. 521–577.
3. Baldani J.I., Baldani V.L.D. *An. Acad. Bras. Cienc.* – 2005. – V. 77. – P. 549–579.
4. Никитина В.Е., Аленькина С.А., Пономарева Е.Г., Савенкова Н.Н. *Микробиология.* – 1996. – Т. 65. – № 2. – С. 165–170.
5. Никитина В.Е., Пономарева Е.Г., Аленькина С.А., Коннова С.А. *Микробиология.* – 2001. – Т. 70. – № 4. – С. 471–476.
6. Никитина В.Е., Пономарева Е.Г., Аленькина С.А. Молекулярные основы взаимоотношений ассоциативных микроорганизмов с растениями / Под ред. В.В. Игнатова. – М.: Наука, 2005. – С. 70–97.
7. Alen'kina S.A., Payusova O.A., Nikitina V.E. *Plant and Soil.* – 2006. – V. 283. – P. 147–151.
8. Аленькина С.А., Никитина В.Е. *Микробиология.* – 2015. – Т. 84. – №5. – С. 553–560.
9. Alen'kina S.A., Nikitina V.E. *J. Plant Regulation.* – 2017. – V. 381. – P. 337–349.
10. Alen'kina S.A., Bogatyrev V.A., Matora L.Yu., Sokolova M.K., Chernysheva M.P., Trutneva K.A., Nikitina V.E. *Plant and Soil.* – 2014. – V. 381. – P. 337–349.

УДК 631.17

К.Г. Алимов, Г.К. Алимова

ООО «Научно-исследовательский институт интенсивного земледелия и агроинноваций», г. Тамбов, Россия

АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗОБНОВЛЯЕМОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Многочисленные научные исследования последних 15–20 лет свидетельствуют о необходимости масштабного перевода земель сельхозназначения на биологизацию, адаптивную интенсификацию и агроландшафтное землепользование как стратегическое экологическое направление модернизации растениеводческих отраслей, повышения уровня реализации биологического потенциала сортов и обеспечения поступательного экономического развития всего аграрного сектора.

Благодаря научному наследию, в т.ч. закону гомологических рядов в наследственной изменчивости академика Н.И. Вавилова, биологические ресурсы являются одним из главенствующих факторов в обеспечении продовольственной безопасности планеты.

Придерживаясь данной концепции, в наших исследованиях упор делался на конкретизации и совершенствовании системно-воспроизводственного подхода к рациональному использованию природных ресурсов агроландшафта в сфере зернового производства. Эти процессы рассматривались через единство природы и аграрной экономики, в котором почвенно-климатические особенности, биологический потенциал культурных растений, агроландшафтные условия и ресурсы почвенного плодородия системно вовлекаются в продукционный процесс и становятся активными факторами производства.

В этом контексте, экспертной оценкой выделена иерархия глобальных природных факторов продуктивной системы агроландшафтов страны:

- Космический фактор (световая энергия солнца) – продуктивность – 180–270 ц/га з.е.;
- Биологический фактор (генофонд культурных растений – потенциал экотипов сортов зерновых культур) – 60–130 ц/га з.е.;
- Климатический фактор (агрометеорологические ресурсы) – 30–90 ц/га з.е.;
- Земельный фактор (ресурсы плодородия почвенного покрова) – 8–24 ц/га з.е.

Глобальные природные факторы существуют по своим законам, но уровень их взаимодействия и непрерывность функционирования в продуктивной системе агроландшафта регламентируются законом минимума. В результате «слабым» звеном оказываются земли сельхозназначения с низкой продуктивностью.

В рамках глобальных факторов агроландшафта нами установлены природные критерии производства (ПКП), отражающие «дно» и потенциал производства, за пределами которых зернопроизводство экономически нецелесообразно и экологически вредно.

Для устойчивости производства зерна разработана методика формирования заданных параметров урожая (ЗПУ) зерновых культур. Уровень ЗПУ характеризуется ежегодной и пространственной неравномерностью агроклиматических факторов, отражающих региональные особенности, который с учетом зональности агроландшафтных территорий страны изменяется от 30 до 90 ц/га з.е. Его показатель служит реальным стратегическим индикатором для прогнозирования стабильных валовых объемов зерна в целях насыщения внутренних и внешних рынков и обеспечения населения страны продовольствием.

Дифференциацией агроклиматической продуктивности агроландшафтных территорий выделили пять уровней градации ЗПУ, характеризующих степень эффективности: минимальный уровень – 10–25 ц/га, убыточный или слабо рентабельный; стартовый – 26–45 ц/га, экономически целесообразный; нормальный – 46–65 ц/га, высоко рентабельный; высокий – 66–85 ц/га, на максимальную прибыль; потенциальный уровень – 90 ц/га и выше, на максимальную урожайность с включением механизма синергетического взаимодействия глобальных факторов.

Данная градация дает зернопроизводителям право выбора рентабельного уровня ЗПУ, учитывающего экономические возможности, обеспеченность техническими и химико-техногенными средствами, который реализуется диверсификацией технологических агроинноваций с аддитивным характером для получения достаточной прибыли с целью самоокупаемости, самофинансирования или ведения расширенного воспроизводства.

Аддитивные технологии, апробированные от регионов Западной Сибири, ПФО до ЦЧЗ, базируются на полном учете совокупности исходных природных ресурсов агроландшафта, образующих цифровую среду зернового производства. В своей практике, с модификацией общенаучных методов нам удалось диагностировать 40 природных ресурсов агроландшафта, задействованных в производственном процессе, что приводит к необходимости управления большим объемом цифровых показателей.

Для сопоставимости и оценки показателей природных факторов привели их с помощью разработанных нами нормообразующих коэффициентов к одинаковой единице измерения – ц/га з.е. По результатам построена модель исходных природных ресурсов, которая представлена в виде ранжированного ряда параметров в нарастающем порядке (закодированных под порядковыми номерами), демонстрируя широкую амплитуду значений от 12 до 270 ц/га з.е. (рис. 1).

С фиксацией на модели показателя ПКП, она трансформируется в методический инструментарий по установлению функционального значения природных ресурсов агроландшафта. В результате их оценки приходим к выводу, что на уровне ПКП совокупность природных ресурсов является стабилизирующей (оптимальной), выше – избыточной, а ниже – сдерживающей (регламентирующей). Кроме того, в определенных условиях производственного процесса они могут проявлять адаптивные и синергетические свойства.

На основе мониторинга выявили, что производственный процесс биологического генотипа (сорта) по величине наименьшего почвенного ресурса (12 ц/га з.е.) полностью обеспечен совокупным объемом природных факторов. Это свидетельство того, что агропроизводство всецело зависимо от природных факторов и на минимальном уровне реализуется природоподобными технологиями.

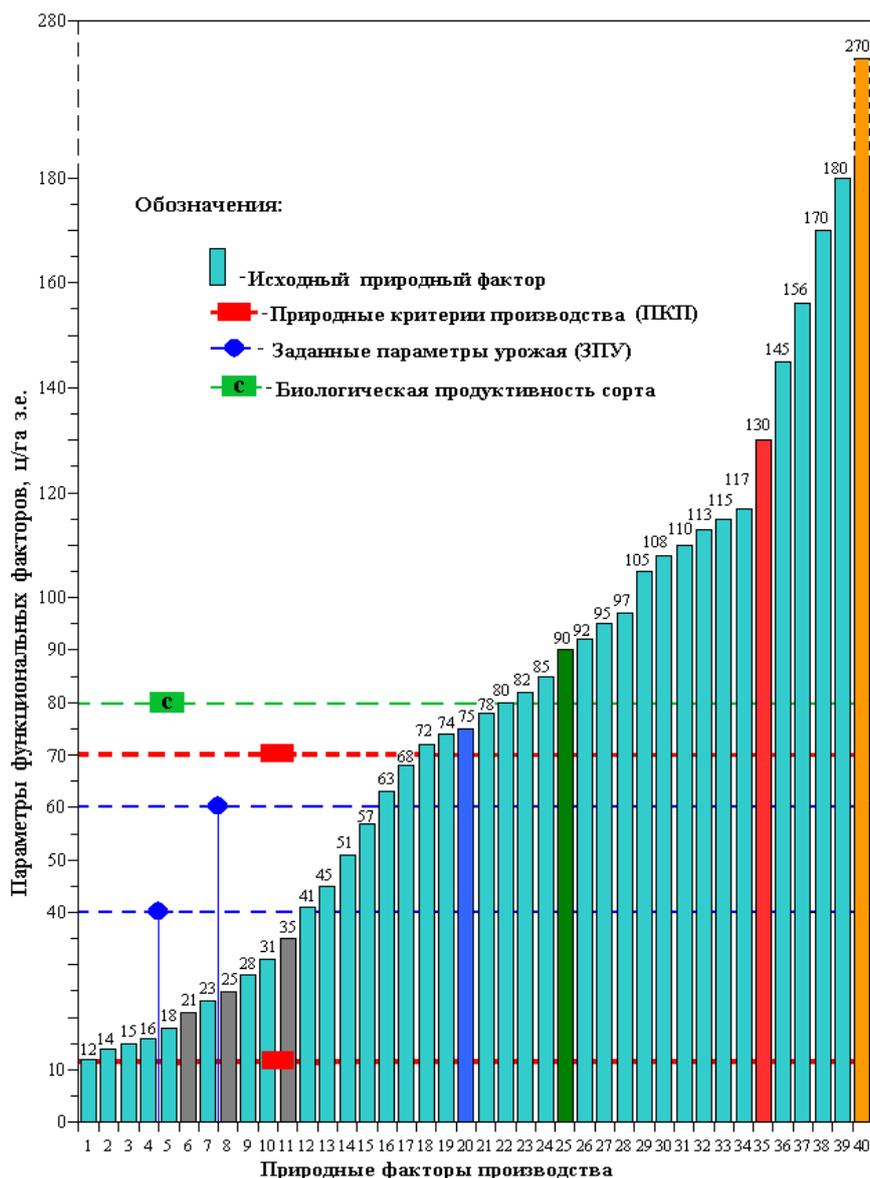


Рис. 1. Методический инструментарий по выявлению комплекса природных лимфакторов ЗПУ зерновых культур

При этом комплекс подвижных почвенных ресурсов сдерживает достижение сезонного уровня ЗПУ зерновых культур. С помощью методического инструментария нам удалось установить количество, параметры и объем лимитирующих природных факторов ЗПУ. Далее посредством системной и точной компенсации их синтетическими аналогами дополнительно вовлекаем избыточные природные ресурсы в производственный процесс. Технологические способы их дополнительного привлечения и есть аддитивные технологии, которые являются высшей ступенью природоподобных технологий.

Моделированием и практической апробацией четырех уровней ЗПУ – 20, 40, 50, 60 ц/га з.е. провели оценку 40 показателей природных ресурсов в равных условиях производственных полей. Результаты, представленные в таблице 1 свидетельствуют о том, что с повышением уровня ЗПУ от 20 до 60 ц/га з.е. количество лимитирующих факторов увеличивается от 5 до 15 ед., а их суммарный объем возрастает от 75 до 432 ц/га з.е. Установлено, что чем выше уровень ЗПУ, тем больше количество и ниже параметры комплекса лимитирующих факторов, требующего инновационного решения для его системного устранения.

Биогенные и техногенные ресурсы лимфакторов и степень потребления избыточных природных ресурсов в зависимости от уровня ЗПУ зерновых культур

Заданные параметры урожая, ц/га з.е.	Кол-во ЛФ, ед.	Биогенная и компенсирующая часть лимфакторов, ц/га з.е.		Отношение КР к БР, %	Аддитивные природные ресурсы		Общая потребность в ресурсах урожая, ц/га з.е.
		БР	КР		ц/га з.е.	индекс потребления	
12 (базис)	0	0	0	-	480	1,0	480
20	5	75	25	25/75	775	1,6	800
40	11	238	202	46/54	1398	2,9	1600
50	13	324	326	50/50	1674	3,5	2000
60	15	432	468	52/48	1932	4,0	2400

Примечание: ЛФ – лимитирующие факторы, БР – биогенные ресурсы, КР – компенсирующие техногенные ресурсы. Общая потребность – суммарный объем природных и техногенных ресурсов.

Измерительный инструментарий также позволил оценить компенсирующую часть природных лимфакторов, определить величину синтетических аналогов и нормы химико-техногенных средств для обеспечения потребности ЗПУ зерновых культур. Общая потребность в техногенных компенсирующих ресурсах составила от 25 до 468 ц/га з.е., обуславливающая неизбежное увеличение производственных затрат в соответствии с уровнем ЗПУ.

Суть аддитивных технологий заключается в том, что посредством системной и точной компенсации природных лимитирующих факторов активируется и дополнительно включается в производственный процесс ЗПУ хлебных злаков потребный объем избыточных природных ресурсов от 295 до 1442 ц/га з.е. При этом индекс потребления дополнительных природных ресурсов урожаем возрастает до 1,6–4,0 раз. Чем выше уровень ЗПУ, тем больше «даровых» избыточных природных ресурсов вовлекается в производственный процесс, обеспечивая превышение темпов роста урожайности зерновых культур над фактическими затратами.

Следовательно, при реализации сезонного ЗПУ, объем природных ресурсов используется в четыре раза больше соответствующего количества химико-техногенных средств, что характеризует их существенный вклад в конечный результат с удешевлением агропроизводства. При таком подходе к оптимизации потребности заданных параметров урожая минеральным удобрениям отводится компенсирующее значение, что обеспечивает натуральность и экологическую безопасность сельхозпродукции.

Аддитивные технологии более эффективны в реализации биологического потенциала перспективных сортов, закрепления их отзывчивости на комплекс селективных химико-техногенных средств с улучшением семенных свойств и фитосанитарной стерильности зерна. Поэтому они должны быть использованы в большей степени для размножения оригинальных сортов и их экологической адаптации в течение 2–3 лет на семеноводческих полях для выпуска семян 3–4 репродукции в целях достаточного обеспечения зернопроизводителей регионов готовыми к посеву инкрустированными семенами в мягкой таре для товарного производства зерна.

Несмотря на многолетнюю апробацию аддитивных технологий и достижение стабильно высоких урожаев (62–83 ц/га) качественного зерна (клейковина 27–32 %), нашу методологию мало кто из зернопроизводителей может самостоятельно повторить. Это связано с тем, что аддитивные технологии требуют полного и точного выявления рег-

ламентирующих природных факторов ЗПУ зерновых культур. В противном случае, в процессе их недостаточной компенсации образуется новый уровень лимитирующего фактора, который будет сдерживать реализацию запланированного показателя ЗПУ и тем снижать использование объемов избыточных природных ресурсов. В результате плановые технологические затраты используются нерационально, что усугубляет повышение себестоимости производства зерна.

Для эффективного производства качественного зерна разработаны технологические рекомендации на цифровой основе в форме наукоемких точных агорепцептов, являющихся инновационным базисом для конкретизации последовательного набора технологических операций и модернизации индустриально-технологической системы, позволяющие диверсифицировать интенсивное потребление избыточных природных ресурсов в соответствии с сезонным уровнем ЗПУ.

Своевременное применение наукоемких точных агорепцептов (25–30 технологических ресурсов) обеспечивает не только совокупную потребность заданных параметров урожая в компенсирующих и избыточных природных ресурсах, но и их сохранение от комплекса вредных организмов (сорняки, вредители и болезни) интегрированными фитосанитарными средствами, повышение устойчивости к экстремальным погодным условиям (предотвращение полегания хлебостоя, поникания колоса, снижение развития ЭМИС и сокращение периода затягивания созревания колоса) адаптивными ингибирующими препаратами и т.д.

Результатом внедрения аддитивных технологий сельхозпроизводителями страны будет оптимизация производственных затрат ЗПУ на диверсификацию технологических агроинноваций, увеличение темпов роста урожайности пшеницы в 1,5–3,0 раза, улучшение качества зерна (клейковина – 28–32 %), снижение себестоимости производства зерна на 30–40 %, повышение в 2–4 раза растительных остатков, являющихся источником восполнения 16–20 питательных элементов и развитие возобновляемой системы плодородия почв со скоростью 1,5–2,0 ц/га з.е. в год.

Активной хозяйственной деятельностью сельхозпроизводителей и в результате постоянного воспроизводственного процесса уровень плодородия за 10–15 лет может подняться до 36–40 ц/га з.е., что будет способствовать системному удешевлению агропроизводства. Этим обосновывается новое направление в богарном земледелии, названное авторами «аддитивные технологии возобновляемого земледелия».

Таким образом, масштабное внедрение аддитивных технологий с дополнительным использованием избыточных природных ресурсов агроландшафта на площади 50 млн. га, занимаемой зерновыми культурами посредством реализации экономически целесообразного уровня ЗПУ – 30–45 ц/га позволяет на одного жителя страны произвести по тонне зерна, ускорить достижение стратегических индикаторов в объемах 147–150 млн тонн зерна и расширить экспортный потенциал до 45–50 млн тонн, укрепляя экономику страны.

Т.В. Мухортова¹, А.Н. Бондаренко¹, М.Ш. Асфандиярова¹, Р.К. Туз¹, Е.Г. Мягкова¹, Л.П. Подольная²

¹ФГБНУ «Прикаспийский НИИ аридного земледелия», Астраханская область, Россия

²ФГБНУ Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.В. Вавилова, г. Санкт-Петербург, Россия

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КАПЕЛЬНОГО ОРОШЕНИЯ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР В УСЛОВИЯХ ПОЛУПУСТЫННОЙ ЗОНЫ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО ПРИКАСПИЯ

Климат полупустынной зоны светло-каштановых почв Астраханской области характеризуется резкой континентальностью. По степени засушливости он уступает лишь среднеазиатским пустыням и полупустыням.

Недостаточное количество атмосферных осадков (250–300 мм в год) и повышенные летние температуры воздуха (средняя для июля 24–26 °С) обуславливают высокую испаряемость (900–1100 мм), в 3–4 раза превышающую сумму осадков.

Аридность климата оказывает влияние на темпы накопления и характер разложения органических остатков и определяет неблагоприятные условия процессов гумификации. Образование гумуса в зональных почвах протекает при кратковременном периоде увлажнения, сменяющемся продолжительным сухим и жарким летом на фоне бедного видового состава и низкой численности почвенной микрофлоры.

Светло-каштановые, разной степени солонцеватости, почвы занимают доминирующее положение в почвенном покрове рассматриваемой территории (Добровольский, 1979). Эти почвы по гранулометрическому составу преимущественно суглинистые, имеют близкую к нейтральной реакцию почвенного раствора (рН 7,2–7,6).

Засушливые погодные условия последних лет на Юге России, приведшие к сокращению валовых сборов зерна, овощей, кормов и технических культур, показали, что в новых экономических условиях капельному орошению в сочетании с различными видами водорастворимых удобрений должна принадлежать ведущая роль в устойчивом развитии агропромышленного комплекса.

Основными задачами орошаемого земледелия являются сохранение и рациональное использование земель сельскохозяйственного назначения, создание условий для увеличения объемов производства высококачественной сельскохозяйственной продукции на основе восстановления и повышения плодородия почв при выполнении комплекса агрохимических, гидромелиоративных, культуртехнических, водохозяйственных и организационных мероприятий с использованием современных достижений науки и техники.

В практике сельскохозяйственного производства мелиорация земель – решающее условие устойчивого производства растениеводческой продукции. Во многих странах мира вода является лимитированным ресурсом, поэтому сельхозтоваропроизводители все чаще применяют микроорошение на полях. В отечественной практике при интенсивных технологиях возделывания сельскохозяйственных культур эффективно и достаточно широко распространено капельное орошение, как один из видов микрооросительных систем [1].

В последние годы в области значительно увеличились площади под капельным орошением. В настоящее время они составляют около 5000 га. Капельное орошение показало значительные преимущества перед традиционными способами полива. Эти преимущества складываются из экономии поливной воды, возможности проведения подкормок растений удобрениями в растворенном виде вместе с поливной водой, а

также возможности рыхления междурядий, проведения мероприятий по защите урожая от вредителей и болезней и уборки урожая независимо от времени проведения полива.

Капельное орошение в аридных зонах имеет универсальное применение, а также оно применимо там, где другие способы полива использовать невозможно или неэффективно.

В ФГБНУ «ПНИИАЗ» (Астраханская область) на протяжении ряда лет ведется сортоизучение различных овощных бахчевых и технических культур, возделываемых в условиях капельного орошения.

Так, например, для получения высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур большую роль играют сорта и гибриды, приспособленные к возделыванию в аридных условиях. По результатам многолетних исследований учеными ФГБНУ «ПНИИАЗ» разработаны элементы технологии возделывания различных сельскохозяйственных культур на светло-каштановых почвах при капельном орошении. Данные по наиболее продуктивным сортам и гибридам овощных культур представлены ниже [2, 3].

Впервые в условиях капельного орошения в течение ряда лет в двухфакторном полевом опыте при возделывании тыквенных культур (огурец, кабачок, тыква) отработываются приемы и способы внекорневых обработок стимуляторами на фоне внесения минеральных удобрений.

В изучении находились гибриды огурцов: Музыкальные пальчики F₁; Куколка F₁; Русский стиль F₁; Моя симпатия F₁; Мадмуазель F₁, сорт кабачков Белый лебедь и гибриды: Чудо оранжевое F₁; Маша F₁; Аполлон F₁; Гольда F₁ и сорта тыква: Амазонка; Дынная; Желтая из Парижа.

Результаты проведенных исследований показывают, что фоновое внесение минеральных удобрений N₁₁₀P₁₀₅K₇₅ и внекорневые (листовые) обработки стимуляторами роста Мегафол и Витазим по фазам вегетации приводят к повышению биологической урожайности и снижению потребления воды на формирование товарной продукции. Гибриды огурцов Куколка F₁ и Русский стиль F₁ по результатам проведенных исследований показали максимальный уровень урожайности среди всех изучаемых гибридов, находящихся в изучении, превысив порог 50,0 т/га.

Результаты исследований доказывают, что при обработке вегетирующих растений кабачков стимуляторами роста и фоновом внесении минеральных удобрений в значительной степени происходит увеличение урожая относительно контрольного варианта. Проведенный экономический анализ по возделыванию кабачков показал, что среди изучаемых гибридов высокоурожайными и рентабельными оказались: Гольда F₁, Аполлон F₁ и Маша F₁ как с применением фонового удобрения N₁₁₀P₁₀₅K₇₅, так и при совместной обработке стимуляторами роста по фазам вегетации, превысив уровень урожайности 100,0 т/га.

Сахарная свекла – техническая и кормовая культура, имеющая большое народнохозяйственное и агротехническое значение. Размещение ее в севооборотах способствует повышению культуры земледелия.

Анализ научно-технических материалов и практический опыт областного АПК указывают на недостаточную изученность вопросов возделывания сахарной свеклы в Астраханской области. При этом актуальным остается совершенствование технологического процесса возделывания сахарной свеклы, выявление наиболее перспективных для условий Нижней Волги гибридов и сортов, обладающих высокими адаптационными возможностями и значительной потенциальной урожайностью. В связи с тем, что биоклиматический потенциал Астраханской области позволяет выращивать различные виды свеклы, с 2011 года было начато изучение коллекции гибридов сахарной свеклы. Коллекция включала следующие гибриды: НЕРО F₁, Пират F₁, Шериф F₁, ХМ 1820 F₁, Фиделия F₁, Баккара F₁, Балтика F₁, СИ Ока F₁, Викинг F₁, ЛМС-94 F₁, Ахат F₁, Белице F₁, Маратон F₁, Портланд F₁, АБВ-14, Вета-309, Конкурс, ЛС-1393, АЖД-14, АИГ-14, АКБ-14, АБЖ-14, АЗГ-14, ЛС-1394, ШТ-13429, ЗКК-355. В результате исследований

2011-2014 гг.. были также отработаны технологические элементы возделывания сахарной свеклы на капельном орошении: густота посадки, уровень минерального питания, значение гибрида в увеличении урожайности.

Средняя масса корнеплода при густоте стояния 110 тыс. шт./га варьировала от 1,0 кг у гибридов Маратон и Портланд до 1,7 кг у гибрида Пират. Наибольшая урожайность отмечена у гибридов: Белице – 132,0 т/га, Шериф – 146,7 т/га и Пират – 183,0 т/га, соответственно.

Не менее важным направлением является возделывание технических культур в условиях аридного климата при капельном орошении, одной из которых является хлопчатник. Хлопчатник – важнейшая культура мирового значения. В последние годы во всем мире наибольший интерес представляют сорта хлопчатника с природноокрашенным волокном. Целью проводимых исследований является создание перспективных линий средневолокнистого хлопчатника с природноокрашенным волокном, приспособленных к почвенно-климатическим условиям Астраханской области. В изучении находилось 17 образцов с естественно окрашенным волокном [4].

Двухфакторный дисперсионный анализ показал достоверные отличия между образцами по элементам продуктивности при $P \leq 0,05$. Также достоверно различаются и большинство признаков по годам исследования и по взаимодействию факторов.

Результаты анализа показали, что условия среды оказывают наибольшее влияние на изменчивость образцов по продолжительности вегетационного периода и продуктивности – 53 и 51 %, соответственно. Остальные изученные хозяйственно ценные признаки показали нулевую зависимость от условий среды. Возможно, это связано со значительной долей влияния случайных факторов, вызванной разнонаправленной изменчивостью у разных линий. Наиболее стабильным признаком, определяемым на 91 % генотипом, является выход волокна.

Среди линий с цветным волокном выделилась линия 6 С со светло-коричневым волокном 4-го типа, не уступающая по всем параметрам образцам с белым волокном; 4-ый тип – наивысший для средневолокнистого хлопчатника, наиболее востребованный текстильной промышленностью.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Абакумова А.С.* Достоинства и недостатки капельного орошения /А.С. Абакумова, В.В. Коринец // Отраслевая специфика регионального природопользования: Сб. матер. докл. международ. конф. Ч.1. Состав. А.А. Жилкин, К.А. Маркелов, В.П. Зволинский. – М., 2006. – С. 91–93.
2. *Бондаренко А. Н.* Астраханская область – потенциальный экспортер овощной продукции / А. Н. Бондаренко, Е. Г. Мягкова // Ж.: Фермер, (март) 2016 г. – С. 66–70.
3. *Мухортова Т.В.* Перспективные сорта и гибриды овощных культур российской селекции в целях импортозамещения / Т.В. Мухортова // Инновации и импортозамещение – важнейшие факторы устойчивого развития и конкурентоспособности экономики: материалы дискуссионных площадок межрегионального форума (г. Астрахань, 14–16 апреля 2015 г.). – Астрахань: ГАОУ АО ВПО «АИСИ», 2015. – С. 20–23.
4. *Подольная Л.П.* Скороспелые линии хлопчатника с природноокрашенным волокном – перспективное направление селекции. / Л.П. Подольная, М.Ш. Асфандиярова, Р.К. Туз. // Сб. науч. тр. международной научной конференции «Генетические ресурсы растений – основа продовольственной безопасности и повышения качества жизни». – Санкт-Петербург, ВИР, 2014. – С. 149.

Р.И. Борисенко, Н.В. Рязанцев, Ю.Б. Рябушкин

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов, Россия

УСТОЙЧИВОСТЬ СОРТОВ ВИНОГРАДА К МИЛДЬЮ И ОИДИУМУ В УСЛОВИЯХ САРАТОВСКОГО РАЙОНА САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Виноградарство в Поволжье имеет богатую историю [1]. В настоящее время наблюдается большой интерес к культуре винограда в условиях личных подсобных и фермерских хозяйств Саратовской области. При этом возникает проблема подбора сортов, обладающих необходимыми адаптивными свойствами. Особую ценность представляют сорта винограда с комплексной устойчивостью к болезням. Цель данной работы – выявить устойчивые сорта винограда к основным грибным болезням: милдью и оидиуму.

Исследования проводились в 2017 году в коллекционных насаждениях винограда УНПК «Агроцентр» ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ и на винограднике Заводского района г. Саратова. Изучались 52 сорта винограда: очень раннего (Венгерский кишмиш, Виктория, ГФ 14-75, Мадлен Анжевин, Жемчуг Саба, Алешенькин, Шасла, Вечерний Саратов, Подарок Саратова, Вика белая, Саратовский кишмиш, Новый русский, Суперэкстра), раннего (Эзоп, Русбол, Цветочный, Мускат летний, Восторг белый, Восторг черный, Аркадия, Бианка, Таежный кишмиш, Люси красная, Ажурный, Новинка кишмиш, Анкор, Мариновский мускат, Новый северный плечистик, Кодрянка, Надежда АЗОС, Юбилей Новочеркасска, Преображение) и среднего срока созревания (Смуглянка Молдавии, Украинка, Феномен, Нектарный, Лвокумский устойчивый, Кантемировский, Восторг красный, Люси белая, Болгария, Талисман, Мукузани черный, Северный плечистик, Памяти Негруля, Лидия, Люси черная, Краски осени, Амурский прорыв, Триумф, Агатам, Подарок Запорожью). Агротехнику, учёты и наблюдения проводили по общепринятым методикам [2, 4]. Устойчивость сортов и гибридных форм винограда оценивали по 5-балльной шкале: 1 балл соответствует полной «полевой» устойчивости, 5 баллов – поражению более 50 % листьев и гроздей.

Вегетационный период 2017 года характеризовался сложными погодными условиями. Наблюдались весенние заморозки (28 апреля), пониженные температуры и обильные осадки в мае, июне, первой декаде июля и сентябре. Август характеризовался сухой жаркой погодой. Данные условия стали причиной эпифитотийного развития многих болезней. Наибольшее же распространение получили милдью и оидиум.

Возбудитель милдью или ложной мучнистой росы *Plasmopara viticola* паразитирует только на виноградной лозе. Может поражать все зелёные органы виноградных растений. Наиболее вредоносно заболевание при высокой влажности воздуха, в годы с выпадением большого количества осадков. Первые симптомы милдью можно обнаружить на листьях по «маслянистым» пятнам округлой формы, на которых во влажную погоду с нижней стороны образуется белый мучнистый налет (спорношение гриба). Поражённая ткань вначале желтеет, потом пятно может стать красновато-бурым, затем поражённые ткани листа засыхают. Сильно поражённые листья опадают. При благоприятных для развития болезни условиях милдью поражает соцветия и грозди, что приводит к потере урожая.

Оидиум или настоящая мучнистая роса вызывается возбудителем в конидиальной стадии *Oidium tuckeri*, в сумчатой стадии – *Uncinula necator* в жаркую погоду. Поражает все зелёные органы виноградного куста. На поверхности поражённых органов появляется белый налёт (мицелий гриба), поражённые ягоды растрескиваются. Постепенно белый налёт становится серым или пепельным, затем бурым. За период вегетации про-

исходит многократное перезаражение растений, что вызывает массовое развитие болезни и приводит к гибели урожая и ослаблению растений.

Наблюдения показали, что из группы сортов и гибридных форм винограда очень раннего срока созревания наибольшую устойчивость к милдью (1–2 балла) показали: Венгерский кишмиш, Супер-экстра, Вечерний Саратов, Подарок Саратова, Вика белая, Саратовский кишмиш; к оидиуму: Супер-экстра и Подарок Саратова. Сильное поражение милдью (3–4 балла) наблюдалось у следующих сортов: Жемчуг Саба, Мадлен Анжевин, Алешенькин.

Высокую устойчивость к милдью среди сортов раннего созревания показали: Цветочный, Нектарный, Восторг белый, Восторг черный, Бианка, Надежда АЗОС, Супер-экстра, Русбол, Люси красная, Ажурный, Мариновский мускат, Новый северный плечистик; к оидиуму: Эоп, Бианка, Русбол, Люси красная, Ажурный, Мариновский мускат. Сильное поражение милдью наблюдалось у следующих сортов: Мадлен Анжевин, кишмиш Новинка, Таежный кишмиш. Сильное поражение оидиумом наблюдалось у Кодрянки, Надежды АЗОС и Аркадии.

Высокую устойчивость к милдью среди сортов среднего срока созревания показали: Восторг красный, Кантемировский, Люси белая, Мукузани черный, Памяти Негруля, Подарок Запорожью; к оидиуму: Восторг красный, Мукузани черный, Лидия, Люси белая. Сильное поражение милдью и оидиумом наблюдалось у Украинки.

Следует обратить внимание на тот факт, что в сложных погодных условиях вегетационного периода 2017 года две формы винограда Амурский прорыв и Триумф обладали абсолютной устойчивостью к грибным заболеваниям (не было обнаружено признаков болезней)[3].

Исследования по оценке адаптивных свойств сортов винограда планируется продолжить.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рябушкин Ю. Б., Рязанцев Н.В. Становление и развитие виноградарства в Поволжье. – Саратов : Амирит, 2017. – 105 с.
2. Доброзракова Т.Л. Сельскохозяйственная фитопатология. / Под ред. М.К. Хохрякова. – Л.: Колос, 1966. – 328 с.
3. Потапенко А.И. Русский зимостойкий виноград. – Смоленск: Универсум, 2007. – 160 с.
4. Рябушкин Ю. Б., Рязанцев Н.В. Перспективные сорта винограда и элементы агротехники. Рекомендации. – Саратов: Буква, 2013. – 31 с.
5. Лялина Е.В., Борисенко Р.И. Урожайность столовых сортов укрывного винограда в условиях Саратовской области. // Вавиловские чтения – 2016: Матер. Междунар. науч.-практ. конф. – Саратов: ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2016. – С. 35–40.

УДК 633.85

Е.А. Ботова, И.Д. Еськов

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов, Россия

ВРЕДИТЕЛИ ГОРОХА И МЕРЫ БОРЬБЫ С НИМИ

Гороховая зерновка (брухус) – один из вредителей гороха в Среднем Поволжье, способный наносить значительный урон урожаю в годы массового размножения. В такие годы поврежденность бобов в посевах достигает 20 %, а на отдельных полях до 50% и более, в связи с чем, возникает необходимость в защитных мероприятиях. Так, в

2016 году в Саратовской области химические обработки против гороховой зерновки проводились на площади более 15 тыс. гектаров [2].

Проблемы с прогнозированием массовых вспышек размножения этого фитофага обычно не возникает, однако приходится сталкиваться с трудностями в определении конкретных сроков применения инсектицидов на данной культуре. Агротехнические элементы технологии возделывания гороха обуславливают условия его произрастания, и тем самым могут в значительной мере влиять на поврежденность посевов гороховой зерновкой.

Изучались три срока посева гороха: первый – ранний посев в середине третьей декады апреля; второй – через пять дней после первого; третий – через пять дней после второго. Учетная площадь – 0,5 га. Расположение делянок методом случайных (рендомизированных) блоков. Повторность опыта – четырехкратная. Закладка опыта, проведение наблюдений и учетов осуществлялись в соответствии с методическими рекомендациями [1].

Ранние посевы подвергаются в первую очередь заселению гороховой зерновкой , потому что здесь растения раньше вступают в фазу созревания и они привлекают самок вредителя для откладки яиц.

В наших опытах отмечена такая же закономерность, т.е. основная масса яйцекладок вредителя определялась на ранних посевах (3 я декада апреля) и как следствие этого наиболее сильное повреждение растений.

Количество яйцекладок на оптимальных по срокам посевах было значительно меньше и ниже была степень повреждения бобов.

Лет первых жуков приходился на фазу начала бутонизации, но наиболее максимальное заселение отмечалось с наступлением фазы полной бутонизации, во второй декаде июня. При этом максимальное количество жуков достигало 7 шт./м². Яйцекладка проходила в третьей декаде июня, отрождение личинок с 7-го июля.

Продолжительность откладки яиц, связанная с неодновременным вылетом жуков, приводила к значительному повреждению бобов также и в посевах позднего срока сева (первая декада мая), хотя она была все-таки ниже по сравнению с ранними посевами.

Нами была проведена оценка биологической эффективности ряда инсектицидов, разрешенных к применению на горохе. В опыте было использовано 5 инсектицидов из разных химических групп: Актара – неоникотиноид; Каратэ зеон – синтетический пиретроид (лямбда-цигалотрин); Фастак – пиретроид (альфа-циперметрин); Борей – комбинированный препарат (имидаклоприд+лямбда-цигалотрин); Эфория – комбинированный препарат (тиаметоксам+лямбда-цигалотрин).

Таблица 1

Биологическая эффективность инсектицидов в борьбе с гороховой зерновкой (среднее за 2010–2012 гг.)

Вариант опыта	Норма расхода, л/га; кг/га	Биологическая эффективность, %		
		1 сутки	3 суток	5 суток
Контроль	-	-	-	-
Фастак, КЭ- эталон	0,1	87,8	88,5	90,5
Борей, СК	0,12	94,5	96,2	99,0
Каратэ Зеон, МКС	0,1	88,4	88,8	90,7
Эфория, КС	0,25	89,6	92,6	94,6
Актара, ВДГ	0,1	88,1	92,1	94,2
НСР ₀₅				

Анализ полученных результатов позволил выявить наибольшую эффективность при использовании комбинированного препарата Борей (д.в. имидаклоприд+лямбда-цигалотрин), где биологическая эффективность достигала 99 %.

Таким образом, исследования показали, что в борьбе с гороховой зерновкой из изучаемых инсектицидов наиболее эффективным оказался Борей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агробиологические основы выращивания сельскохозяйственных культур / Под редакцией М.Н. Худенко [и др.] – Саратов: Изд-во СГАУ, 2003. – 260 с.
2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
3. Дружкин А.Ф. Основа научных исследований в растениеводстве и селекции / А.Ф. Дружкин [и др.]. – Саратов, 2013 – 264 с.
4. Еськов, И.Д. Совершенствование системы защиты посевов гороха в условиях степного Поволжья / И.Д. Еськов, Е.А. Ботова/ Сб. тр. Межд. научно-практ. конф., посвящ. 129-летию со дня рожд. Н.И. Вавилова. – Саратов, 2016. – С. 204.

УДК 633.31/37

Г.А. Бочкарева

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов, Россия

ИЗУЧЕНИЕ ДИНАМИКИ ЛИСТОВОЙ ПОВЕРХНОСТИ СОРТОВ НУТА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СПОСОБА ПОСЕВА

Аннотация. В статье анализируется динамика площади листовой поверхности различных сортов нута в зависимости от способа посева.

Ключевые слова: нут, листовая поверхность, урожайность, биомасса.

Площадь листовой поверхности в значительной мере определяет биологический уровень биомассы. В научной литературе имеются фрагментарная информация о формировании листовой поверхности вновь районированных сортов нута [2; 3]. Поэтому определенную информативную ценность представляют сведения о формировании листовой поверхности у новых сортов нута в Нижнем Поволжье.

Цель исследования – изучение динамики листовой поверхности новых сортов нута в зависимости от способа посева.

Задачи исследований:

- оценить параметры листовой поверхности в разные сроки вегетации;
- проанализировать сортовую специфичность динамики площади листьев растений нута в зависимости от ширины междурядий.

Материал и методика. Объекты исследования – сорт Бенефис, Бонус, Галилео, Сфера, Сокол, Шарик селекции ФГБНУ РосНИИСК «Россорго».

Экспериментальные исследования проведены на опытном поле ФГБНУ РосНИИСК «Россорго».

Почва опытного участка – южные маловыщелочные черноземы с среднесуглинистым механическим составом. В пахотном слое почвы содержится: гумуса 3,3 %.

Агротехника возделывания нута зональная, разработана в ФГБНУ РосНИИСК «Россорго». Подготовка почвы перед посевом включала боронование и две предпосевные культивации (КПС-6+МТЗ-82.1). Посев провели 4 мая сеялками: СОН-4,2 (ширина междурядий 60 и 70 см) и СЗ-3,6 во влажный слой почвы на глубину 5–7 см. Норма высева – 300 тыс. семян/га. Одновременно с посевом проводили прикатывание (ККШ-3). После посева на 3-й день провели дождевое боронование поперек направления рядков средними боронами (БЗСС-1.0). Всходы появились: через 12 суток – Галилео, 14

суток – Бонус и 15 суток у сортов Бенефис, Сфера, Шарик, Сокол. Проведена первая междурядная обработка на глубину 7–8 см, вторая – 5–6 см (КРН-4,2) [1].

Результаты исследований. В результате исследований было зафиксировано слабое нарастание листовой поверхности с 19.05.2017 г. по 21.06.2017 г. и максимальное увеличение нарастания листовой поверхности к концу цветения (рис. 1; 2). Из рисунка 1 видно, что максимальная площадь листовой поверхности зафиксирована в конце цветения (11.07.2017 г.) у сортов Бонус – 89,7 тыс. м²/га и Бенефис – 87,5 тыс.м²/га.

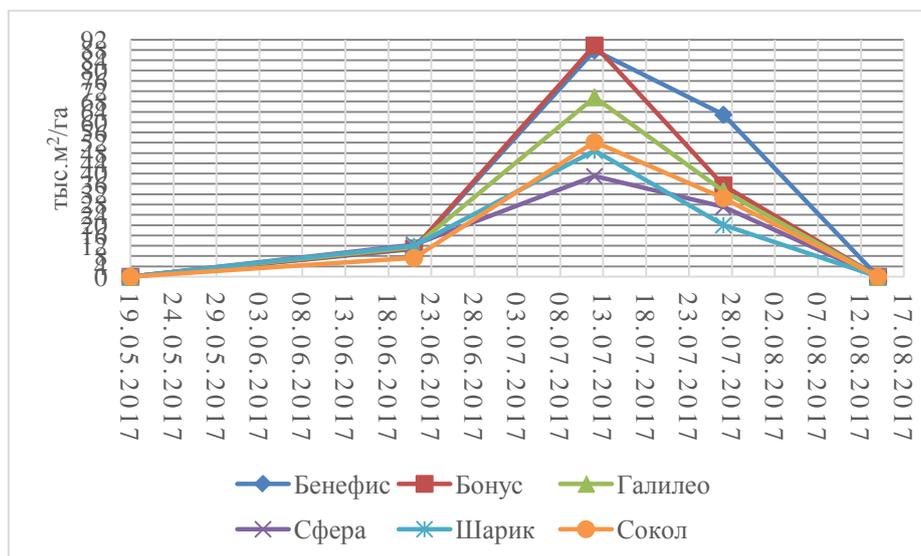


Рис. 1. Динамика листовой поверхности нута по предшественнику яровая пшеница (ширина междурядий 60 см)

На рис. 2 наблюдаем так же увеличение нарастания листовой поверхности к концу цветения, но значения на 8,2–24,1 меньше, у сорта Бенефис – 79,3 тыс. м²/га и Бонус – 65,6 тыс. м²/га

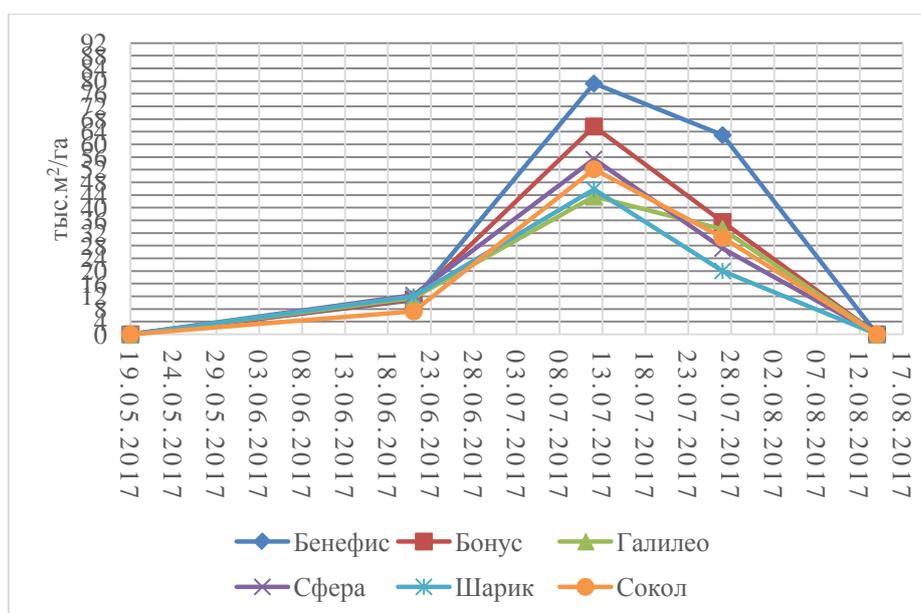


Рис. 2. Динамика листовой поверхности нута по предшественнику яровая пшеница (ширина междурядий 70 см)

Наибольшая урожайность сухой биомассы была отмечена у сортов нута Бенефис (с шириной междурядий 60 и 70 см), Бонус (при 60 см) и Галилео (при 60 см). Следует отметить, что наивысшие показатели чистой продуктивности фотосинтеза наблюдались у сортов нута: Сфера, Шарик и Сокол (табл. 1).

Таблица 1

Фотосинтетическая деятельность нута по предшественнику яровая пшеница в зависимости от сорта и способа посева, 2017 г.

№ п/п	Сорта	Ширина междурядий, см.	Урожайность сухой биомассы, т./га	ФП, млн. м ² .сутки/га	ФП в фазу цветения, млн. м ² .сутки/га	ЧПФ, г./м ² сутки
1.	Бенефис	60	6,111	2,905	0,568	2,104
	Бенефис	70	5,085	2,745	0,532	1,852
2.	Бонус	60	6,030	2,494	0,576	2,418
	Бонус	70	4,428	2,031	0,474	2,180
3.	Галилео	60	5,220	2,108	0,521	2,476
	Галилео	70	3,105	1,629	0,434	1,906
4.	Сфера	60	4,194	1,469	0,440	2,855
	Сфера	70	4,680	1,782	0,503	2,626
5.	Шарик	60	4,770	1,531	0,466	3,116
	Шарик	70	4,725	1,480	0,464	3,193
6.	Сокол	60	4,770	1,647	0,360	2,896
	Сокол	70	4,320	1,641	0,362	2,633

Выводы. В формировании листовой поверхности сорт Бенефис преобладает над другими сортами по всем срокам вегетации как при первом способе посева с междурядьями 60 см, так и с междурядьями 70 см. Сортovou специфичность динамики площади листьев растений нута в зависимости от ширины междурядий можно представить в виде ранга по следующим схемам: Бенефис>Бонус>Галилео>Сокол>Шарик>Сфера (ширина междурядий 60 см) и Бенефис>Бонус>Сфера>Сокол>Галилео>Шарик (ширина междурядий 70 см)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. 351 с. 4. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. 2. – М., 1989. – 196 с.
2. Самаров В.М. Нормы высева нута в степной зоне Среднего Поволжья / В.М. Самаров, А.С. Рябцев // Алтай: экология и природопользование. Труды XV российско-монгольской научной конференции молодых ученых и студентов. – 2016. – С. 177–180.
3. Шьюрова Н.А. Агробиологические особенности и продуктивность нута в зависимости от приемов выращивания // Современные технологии возделывания с.-х. культур. Сб. науч. работ. – Саратов: изд-во СГАУ им. Н.И. Вавилова, 2002. – С. 35–40.
4. Шевцова Л.П., Шьюрова Н.А., Башинская О.С. Зерновые культуры Степного Поволжья // ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ. – 2015.

Е.П. Ветчинкина, В.Е. Никитина

Институт биохимии и физиологии растений и микроорганизмов РАН, г. Саратов, Россия

ВЛИЯНИЕ ХОЛОДОВОГО СТРЕССА НА ПЛОДОНОШЕНИЕ КСИЛОТРОФНЫХ МАКРОМИЦЕТОВ ПРИ РАЗНЫХ УСЛОВИЯХ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ

Аннотация. Показана способность лекарственных ксилотрофных базидиомицетов *Lentinus edodes*, *Pleurotus ostreatus*, *Ganoderma lucidum* и *Grifola frondosa* к образованию типичных и атипичных плодовых тел с жизнеспособными базидиоспорами при глубинном культивировании посредством холодого стресса. Изучаемые грибы, не подвергнутые температурному стрессу, в глубинной культуре плодовых тел не образовывали. При твердофазном культивировании после холодого воздействия срок образования базидиомицетов по сравнению с контрольными культурами сократился в 1.5–2 раза. Использование в качестве инокулята мицелия подверженного холодому шоку, стимулировало и ускоряло процесс плодообразования на промышленном древесном субстрате.

Ключевые слова: ксилотрофные базидиомицеты, холодого стресс, глубинное и твердофазное культивирование, типичные и атипичные плодовые тела.

Ксилотрофные базидиомицеты *L. edodes* (шиитакэ), *P. ostreatus* (вешенка устричная), *G. frondosa* (маитакэ) и *G. lucidum* (трутовик лакированный) ценятся как высококачественные съедобные грибы, а также как продуценты ферментов и уникального комплекса биологически активных и лекарственных веществ, нашедших широкое применение в пищевой и фармацевтической промышленности [1–4]. В лабораторных и промышленных условиях вегетативный мицелий базидиомицетов получают методом погруженного культивирования, плодовые тела выращивают по экстенсивной и интенсивной технологиям на соломе, лузге или древесном субстрате [5, 6]. Получение плодовых тел ксилотрофных грибов длительный и трудоемкий процесс, что связано с особенностями их жизненного цикла. Зачастую существует потребность получения плодовых тел базидиомицетов с жизнеспособными базидиоспорами в лабораторных условиях, минуя стадии промышленного культивирования, что может значительно сократить сроки плодообразования. Поэтому знание способов воздействия на развитие грибов, позволяющих получить плодовые тела методом погруженного и твердофазного культивирования на искусственных средах в лабораторных условиях и сократить сроки плодоношения, может стать эффективным решением данной проблемы.

Цель и задачи исследования: получить плодовые тела ксилотрофных макромицетов в лабораторных условиях при разных условиях культивирования и сократить сроки плодообразования посредством холодого стресса.

В настоящей работе была исследована способность культур *G. lucidum*, *L. edodes*, *G. frondosa* и *P. ostreatus*, принадлежащих к разным экологическим группам, образовывать примордии и плодовые тела на питательных средах разного состава в условиях глубинного и твердофазного культивирования при оптимальной температуре выращивания и после холодого стресса. В процессе колонизации и освоения субстрата вегетативный белый мицелий уплотнялся и приобретал пигментацию, спустя некоторое время он покрывался слоем сильно переплетенных окрашенных гиф, что приводило к формированию мицелиальной пленки – характерной стадии морфогенеза, предшествующей плодоношению многих видов базидиомицетов. Установлено, что при культивировании на агаризованном пивном сусле на чашках Петри *G. lucidum* и *L. edodes*, при оптимальной температуре для данных видов (26°C), образовывали примордии на 30–35 сутки и плодовые тела на 45–60 сутки после инокуляции. Плодовые тела развивались в непосредственной близости к мицелиальной пленке или на ней и были прочно прикреплены к пленке основанием ножки (рис. 1 А). Базидиомицеты *G. frondosa* и *P. ostreatus* при дан-

ных условиях культивирования не образовывали примордии и плодовые тела на протяжении 80 суток эксперимента.

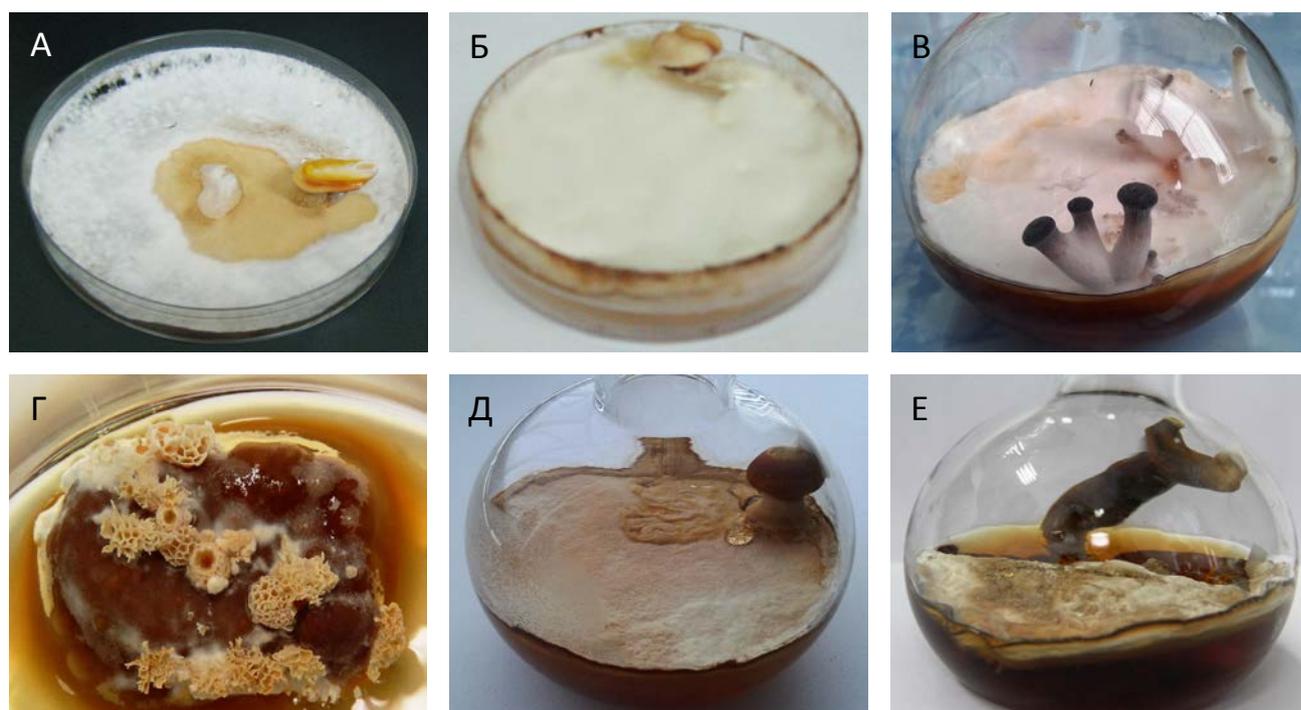


Рис. 1. Плодовые тела *G. lucidum* (А) и *L. edodes* (Б) на чашках Петри; образование типичных плодовых тел у *P. ostreatus* (В), *G. frondosa* (Г), *G. lucidum* (Д) и атипичных базидиом *G. lucidum* (Е) при глубинном культивировании после холодового стресса

При тех же условиях культивирования (на чашках Петри с сусло-агаровым субстратом), но после холодового стресса (14 суточные культуры грибов выдерживали 72 часа при температуре 4 °С), на 21–23 сутки от начала культивирования *P. ostreatus*, *G. lucidum* и на 25–30 сутки *L. edodes*, *G. frondosa* формировали плодовые тела. После холодового шока колонии характеризовались высокой скоростью роста и уже спустя 1–2 недели формировались примордии, которые в последующем при освещении вырастали у трютовика лакированного и шиитаке в типичные плодовые тела (Рис. 1 Б), а два других базидиомцета маитаке и вешенка формировали атипичные базидиомы. Таким образом, сроки плодоношения сократились в два раза, и кроме того, культуры *G. frondosa* и *P. ostreatus* не образующие ранее плодовые тела, после стресса стали способны к формированию базидиом.

В глубинной культуре образование примордиев и плодовых тел для ксилотрофных базидиомцетов не характерно. Однако, посредством холодового стресса мы получили базидиомы макромицетов методом погруженного культивирования при стационарных условиях. Культуры последовательно образовывали все характерные для данных видов стадии морфогенеза – непигментированный мицелий, мицелиальную пленку (кроме *P. ostreatus*), примордии и плодовые тела (рис. 1 В). Базидиомцет *G. frondosa* не образующий типичных базидиом на сусло-агаре, в жидкой культуре при стационарном выращивании после холодового шока формировал типичные для данного вида плодовые тела (рис. 1 Г). Все базидиомцеты формировали типичные плодовые тела, кроме культуры *G. lucidum*, которая была способна к образованию как типичных, так и атипичных базидиом (рис. 1 Д, Е).

В дальнейшем мы исследовали способность «стрессовых» культур базидиомцетов к плодоношению на древесном субстрате в условиях, наиболее приближенном к промышленному культивированию. Оказалось, что при одинаковых условиях первона-

чального культивирования макромицетов на жидком пивном сусле, 14 суточный мицелий, взятый в качестве инокулята, и подверженный холодному шоку, характеризовался более высокой скоростью колонизации субстрата и в 1.5–2 раза быстрее формировал плодовые тела, чем культуры не подверженные температурному стрессу (рис. 2 А–Г).

Таким образом, в настоящей работе посредством холодного стресса получили примордии и плодовые тела базидиомицетов *G. lucidum*, *L. edodes*, *G. frondosa* и *P. ostreatus*, на агаризованной и впервые на жидкой среде. Кроме того, использование в качестве инокулята мицелия подверженного холодному шоку, стимулировало и ускорило процесс плодообразования биотехнологически значимых грибов, что имеет важное прикладное значение.



Рис 2. Образование плодовых тел у ксилотрофных базидиомицетов *L. edodes* (А), *P. ostreatus* (Б), *G. lucidum* (В) и *G. frondosa* (Г) при культивировании на опилочно-зерновом субстрате после холодного стресса

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 15-04-02926.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Wasser S.P. Medicinal mushrooms as a source of antitumor and immunomodulating polysaccharides // Applied Microbiology and Biotechnology, 2002. – Vol. 60. – P. 258–274.
2. Krasnopolskaya L., Belitsky I., Avtonomova A., Soboleva N., Usov A., Isakova E., Libenson A., Bukhman V. Screening system for medicinal basidiomycetes antitumor extracts // International Journal of Medicinal Mushrooms, 2005. – Vol. 7. – P. 423–425.
3. Xie J.T., Wang C.Z., Wicks S., Yin J.J., Kong J., Li J., Li Y.C., Yuan C.S. *Ganoderma lucidum* extract inhibits proliferation of SW 480 human colorectal cancer cells // Experimental oncology, 2006. – Vol. 28. – P. 25–29.
4. Wang K.P., Zhang Q.L., Liu Y., Wang J., Cheng Y., Zhang Y. Structure and inducing tumor cell apoptosis activity of polysaccharides isolated from *Lentinus edodes* // Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2013. – Vol. 41, № 98. – P. 49–58.

5. *Stamets P.* Growing gourmet and medicinal mushrooms // Ten Speed Press, Berkeley, 1993. – 552 pp.

6. *Garibova L.V., Antimonova A.V., Zavyalova L.A., Krasnopol'skaya L.M.* Growth and morphological features of *Ganoderma lucidum* mycelium depending on culture conditions // Mikology and Fitopatology, 2003. – Vol. 37, № 3. – P. 14–19.

УДК 631.41

В.И. Губов, А.А. Тихова

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов, Россия

ВЛИЯНИЕ ГУМИНОВЫХ ПРОДУКТОВ ИЗ ЛИГНИТОВ И СУББИТУМИНОЗНЫХ УГЛЕЙ НА СОСТАВ ГУМУСА КАШТАНОВЫХ ПОЧВ

Соотношение компонентов гумусовых веществ закономерно изменяется в зонально-генетическом ряду почв, а также вследствие сельскохозяйственного использования почв. В ответ на агрогенную нагрузку органическое вещество почв отвечает изменением соотношения слагающих его компонентов, то есть групп и фракций гумуса.

Объекты, место и методы исследований. Опыт заложен в АО «Зоринское», пос. имени Тельмана Марковского района Саратовской области. Объектом данного исследования послужила каштановая малогумусная среднемошная тяжелосуглинистая на делювиальном карбонатном суглинке. Выбор точек исследования был обусловлен их расположением на выровненных водоразделах в типичных для изучаемых почвенных подзон биоклиматических условиях. На данных почвах изучалось влияние гуминовых продуктов из лигнитов и суббитуминозных углей на общее содержание углерода гумуса и его групповой состав. Доза гуминовых продуктов – 3 кг/100 м², размер делянок – 50 м². Гуминовые продукты распределяли по поверхности почвы после предварительного смачивания, с последующей заделкой посевным комплексом. Данные участки использовались в АО «Зоринское» как пахотные угодья: в 2017 году высевался ячмень (сорт «Ястреб»). Пробоотбор и обработка почвы гуминовыми препаратами осуществлены непосредственно перед посевом (1 мая 2017г.), с последующей заделкой посевным комплексом Bourgault 8810. Второй отбор образцов произведен после уборки культуры (2 августа 2017 года). Образцы отбирались с каждой делянки в 5-ти кратной повторности, из которых готовилась смешанная проба. Определение всех почвенных показателей проводили из смешанной пробы в 3-х кратной повторности. Содержание общего углерода гумуса в почве определяли по методу И.В. Тюрина в модификации В.Н. Симакова. Групповой состав гумуса изученных почв определялся по методике М.М. Кононовой и Н.П. Бельчиковой [4].

Результаты. Изучение исходных показателей гумусового состояния каштановой почвы показало невысокое содержание общего углерода в почве, его величина по вариантам опыта была примерно одинаковой, несколько выше в верхнем горизонте – 2,02–2,12 %, меньше в слое 20–40 см – 1,93–2,02 %. Гумус по всем вариантам фульватного типа со значительным преобладанием содержания фульвокислот, наибольшее их количество наблюдалось в нижнем горизонте участка с Life Force Natural Humic Acids, где качество гумуса было самым низким – $\frac{C_{ГК}}{C_{ФК}} = 0,17$.

В течение вегетации наиболее заметных изменений содержания общего углерода на каштановой почве не наблюдалось, но влияние изучаемых гуминовых продуктов, по-видимому, отразилось на качестве гумусовых соединений. По сравнению с весенними

данными, наблюдалось увеличение доли гуминовых кислот в составе гумуса, что приводило к улучшению его качества. Так отношение углерода ГК к углероду ФК было наибольшим при внесении Life Force Natural Humic Acids и составило 0,39 в слое 0–20 см и 0,41 – в слое 20–40 см, несколько ниже с Life Force Humate Balance – 0,37 и 0,30, соответственно. При этом, как и на темно-каштановой почве, в составе гумуса отмечалось увеличение доли гумина, где его количество составило, соответственно слоям, 1,73 и 1,63 % – при внесении Life Force Natural Humic Acids и 1,67 и 1,40 % – при применении Life Force Humate Balance, против 0,24 и 0,40 % – на контрольном варианте.

Таким образом, применение гуминовых продуктов из лигнитов и суббитуминозных углей *Life Force Natural Humic Acids* и *Life Force Humate Balance* на каштановой почве заметного увеличения содержания общего углерода в течение вегетации нами не наблюдалось, но вызвало увеличение доли малоуглеродизуемого остатка в составе гумуса.

УДК 631.41

В.И. Губов, М.П. Чижев

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов, Россия

ВЛИЯНИЕ ГУМИНОВЫХ ПРОДУКТОВ LIFE FORCE NATURAL HUMIC ACIDS И LIFE FORCE HUMATE BALANCE НА ГРУППОВОЙ СОСТАВ ГУМУСА ТЕМНО-КАШТАНОВОЙ ПОЧВЫ САРАТОВСКОГО ЗАВОЛЖЬЯ

Содержание гумуса в почве является отражением экологических условий их функционирования и трансформации под влиянием внешних и внутренних сил. При этом важным показателем устойчивости почвенной системы является не только количественное содержание гумуса, но его и качественный состав.

Опыт заложен в АО «Зоринское», пос. имени Тельмана Марковского района Саратовской области. Объектами данного исследования послужили участки с пахотными вариантами зонального подтипа каштановых почв. Почва представлена темно-каштановой малогумусной среднеспособной тяжелосуглинистой на делювиальном карбонатном суглинке.

На данных почвах изучалось влияние гуминовых продуктов из лигнитов и суббитуминозных углей на общее содержание углерода гумуса и его групповой состав. Доза гуминовых продуктов – 3 кг/100 м², размер делянок – 50 м². Гуминовые продукты распределяли по поверхности почвы после предварительного смачивания, с последующей заделкой посевным комплексом. Данные участки использовались в АО «Зоринское» как пахотные угодья: в 2017 году высевался ячмень (сорт «Ястреб»). Пробоотбор и обработка почвы гуминовыми препаратами осуществлены непосредственно перед посевом, с последующей заделкой посевным комплексом Bourgault 8810. Второй отбор образцов произведен после уборки культуры. Содержание общего углерода гумуса в почве определяли по методу И.В. Тюрина в модификации В.Н. Симакова. Групповой состав гумуса изученных почв определялся по методике М.М. Кононовой и Н.П. Бельчиковой [4].

Изучение гумусового состояния почв показало, что воздействие изучаемых гуминовых продуктов в большей степени проявилось после уборки вегетирующей культуры (ячмень, сорт «Ястреб»). Нами установлено положительное влияние гуминовых продуктов Life Force Natural Humic Acids и Life Force Humate Balance на увеличение общего содержания углерода в почве (табл. 2). Его количество на вариантах с обработкой повышалось в сравнении с контрольным вариантом – 2,89 и 1,68 %, соответственно слоям 0–20 и 20–40 см и составило 3,70 и 3,20 %, по слоям – на варианте с Life Force

Natural Humic Acids и несколько ниже – с Life Force Humate Balance – 3,40 и 2,89 %, соответственно.

Применение гуминовых продуктов способствовало не только повышению общего количества гумуса, но и значительно большему формированию в составе гумуса стабильной его части – гумина: 2,63 и 2,44 % в верхнем и нижнем слоях, соответственно – при заделке Life Force Natural Humic Acids и 2,51 и 2,07 % – при обработке Life Force Humate Balance. Нами отмечено, что на последнем (3) варианте, в среднем по слоям, гумус был сформирован более высокого качества и практически приблизился к гуматно-фульватному типу.

Таким образом применение гуминовых продуктов из лигнитов и суббитуминозных углей *Life Force Natural Humic Acids* и *Life Force Humate Balance* способствовало увеличению содержания общего углерода почвы на темно-каштановой почве. Действие изученных препаратов вызвало увеличение доли малогидролизуемого остатка в составе гумуса. Действие гуминовых препаратов на гумусовое состояние почв было в основном сходным, что возможно связано с близким их органическим составом. Однако, наличие в продукте *Life Force Humate Balance* основных элементов питания, а также более близкое к естественному соотношение между гуминовыми и фульвокислотами, по видимому, способствовали более интенсивному его влиянию на изучаемые показатели органического вещества почв.

УДК 631.41

В.И. Губов, В.А. Чумак

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов, Россия

ВЛИЯНИЕ LIFE FORCE NATURAL HUMIC ACIDS И LIFE FORCE HUMATE BALANCE НА ГРУППОВОЙ СОСТАВ ГУМУСА СОЛОНЦА КАШТАНОВОГО ЗАВОЛЖЬЯ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Способность обеспечивать растения питанием и оптимальными водно-воздушными условиями – ведущее качество почвы как основы сельскохозяйственного производства и биопродуктивности. Оно определяется свойствами продуктов взаимодействия гумусовых веществ с минеральными компонентами почвы и в первую очередь их групповым составом.

Засушливость климата и залегание засоленных почвообразующих пород в Левобережье Саратовской области обусловили распространение солонцов и комплексов зональных почв с солонцами. Свойства этих почв, условия для произрастания культур на них часто определяются их местонахождением, которое будет определять условия увлажнения. При благоприятном стечении погодных условий урожайность на солонцах может приближаться к зональным почвам.

Опыт заложен в АО «Зоринское», пос. имени Тельмана Марковского района Саратовской области. Объектами данного исследования послужили участки солонцом средним мало – и средненатриевым среднесуглинистым на делювиальном суглинке. На данных почвах изучалось влияние гуминовых продуктов из лигнитов и суббитуминозных углей на общее содержание углерода гумуса и его групповой состав. Доза гуминовых продуктов – 3 кг/100 м², размер делянок – 50 м². Гуминовые продукты распределяли по поверхности почвы после предварительного смачивания, с последующей заделкой посевным копмлексом. Данные участки использовались в АО «Зоринское» как пахотные угодия: в 2017 году высевался ячмень (сорт «Ястреб»). Пробоотбор и обработка почвы гуминовыми препаратами осуществлены непосредственно перед, с последую-

шей заделкой посевным комплексом Bourgault 8810. Второй отбор образцов произведен после уборки культуры. Содержание общего углерода гумуса в почве определяли по методу И.В. Тюрина в модификации В.Н. Симакова. Групповой состав гумуса изученных почв определялся по методике М.М. Кононовой и Н.П. Бельчиковой [4].

Изучение гумусового состояния солонцов показало содержание гумуса в них на уровне зональной почвы. В среднем его количество по участкам опыта составило 3,16–3,70 % в верхнем слое и 3,00–3,29 % – в слое 20–40 см. Более высокое содержание углерода гумуса в нижних слоях, по-видимому, вызвано проявлением солонцового процесса почвообразования, вызывающего миграцию гумусовых веществ по профилю почвы.

В составе гумуса изучаемых солонцов преобладают фульвокислоты и гумус характеризуется низким качеством. Но анализ состава гумуса показал, по всем вариантам, нахождение специфических органических соединений в малоактивной форме – в виде гумина.

При изучении влияния гуминовых продуктов в конце вегетации, на фоне проявления солонцового процесса почвообразования, отмечалось возрастание содержания общего углерода почвы в пахотном (0–20) и подпахотном (20–40) слоях на варианте Life Force Humate Balance – 4,78 и 4,24 %, соответственно слоям, а также в нижнем горизонте при обработке Life Force Natural Humic Acids – 4,24 %, при 3,87 и 3,97 % – на контрольном варианте. Качество гумуса к концу вегетации было очень низким по всем вариантам, с некоторым превосходством на вариантах внесения гуминовых продуктов – 0,33 и 0,28 – в верхних слоях.

Таким образом применение гуминовых продуктов из лигнитов и суббитуминозных углей *Life Force Natural Humic Acids* и *Life Force Humate Balance* способствовало увеличению содержания общего углерода почвы на солонце. Нами отмечено обогащение углеродом и нижнего подпахотного горизонта, видимо вследствие солонцового процесса. Применение изучаемых препаратов несколько способствовало формированию в составе гумуса негидролизуемого остатка.

УДК 631.432 (574.2)

Ж.М. Гумарова, А.А. Булекова

Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана,
г. Уральск, Республика Казахстан

ВЛИЯНИЕ АГРОТЕХНОЛОГИЙ НА ВОДНЫЙ РЕЖИМ ЗАЛЕЖНЫХ ТЕМНО-КАШТАНОВЫХ ПОЧВ СЕВЕРО-ЗАПАДА КАЗАХСТАНА

В настоящее время ухудшение технологической дисциплины, отсутствие научно-обоснованного чередования культур в севооборотах и интенсивное использование земель явились основными причинами снижения плодородия почв в агропромышленном комплексе Казахстана. Использование почвенного покрова в районах земледелия страны без учета агроэкологического потенциала территории за последние 50 лет привели к потере более одной трети гумуса – основного показателя плодородия почв [1]. Указанные проблемы привели республику Казахстан, как крупнейшего экспортера и производителя зерна к недостатку производства высококачественного зерна, необходимого для продовольственных и кормовых целей.

В связи с этим во многих хозяйствах Казахстана наметилась тенденция возвращения залежных почв в пашню. Однако в залежных почвах, так же как и под многолетними травами, существенно ухудшается способность почвы накапливать влагу, ее водный режим становится неблагоприятным. Кроме того, при выводе почвы из сельскохозяй-

ственного использования на месте агроценозов возникают постагрогенные фитоценозы, характеризующиеся совершенно другим составом и структурой растительности [2]. Освоение залежных почв должно проводиться в соответствии с научно обоснованными технологиями, которые позволили бы создать оптимальные условия для выращивания однолетних культур.

Целью работы было изучение влияния различных основных обработок почвы на водный режим залежных темно-каштановых почв степной зоны Западно-Казахстанской области.

Анализ данных показал существенное изменение водного режима почв под действием основных обработок залежи.

На фоне глубоких (на 25–27 см) основных обработок залежи коренные изменения происходят в ее водном режиме за счет увеличения сохранения почвой влаги осенне-зимних осадков с 25–30 % до 55–60 % (табл. 1).

Таблица 1

Запасы доступной влаги в темно-каштановой почве в среднем за годы исследований, мм

Варианты основной обработки почвы при освоении залежи	Годы	Слои почвы, см			
		0–50	50–100	100–150	0–150
При уходе в зиму в год освоения залежи, среднее за гг.					
ПН-4-35 на глубину 25–27 см	2011– 2013	21,0	-12,1	0,2	9,1
КПГ-250 на глубину 25–27 см		22,0	-12,1	0,6	10,6
Рыхление на глубину 14–16 см		5,8	-16,1	-1,5	-11,9
НСР05		2,5	0,6	1,0	1,7
Весной в паровом поле					
ПН-4-35 на глубину 25–27 см	2012– 2014	89,9	20,4	5,7	116,0
КПГ-250 на глубину 25–27 см		85,9	15,6	3,3	104,8
Рыхление на глубину 14–16 см		87,6	-0,2	0,9	88,3
НСР05		1,9	2,9	1,4	3,8
При уходе в зиму в паровом поле					
ПН-4-35 на глубину 25–27 см	2012– 2014	83,7	27,6	9,2	120,5
КПГ-250 на глубину 25–27 см		83,4	17,0	4,8	105,2
Рыхление на глубину 14–16 см		85,3	3,7	1,5	90,5
НСР05		1,7	2,7	1,4	2,8
Весной при посеве яровой пшеницы					
ПН-4-35 на глубину 25–27 см	2013– 2015	92,2	33,9	20,5	146,6
КПГ-250 на глубину 25–27 см		92,9	22,0	10,6	125,5
Рыхление на глубину 14–16 см		83,7	11,0	2,7	97,4
НСР05		1,2	2,4	3,3	5,6

Установлено, что влаги осадков, выпадающих в осенне-зимний период, как правило, не хватает для увлажнения всего профиля обработанной залежи и в ней остается небольшая сухая прослойка.

После летнего парования и второго осенне-зимнего периода на фоне глубоких основных обработок сухая прослойка полностью ликвидировалась, а запасы продуктивной влаги достигали в среднем 125,5–146,6 мм. Поэтому для гарантированного получения урожая культур, высеваемых на освоенной залежи, их посев необходимо проводить после годичного парования почвы и лишь в отдельных случаях, при количестве осадков осенне-зимнего периода более 150–170 мм, посев можно проводить весной без парования почвы.

Отвальная вспашка в качестве основной обработки при освоении залежи показала некоторое преимущество (в среднем на 15 %) перед безотвальной обработкой в более активном проникновении и накоплении влаги в глубоких слоях почвы. Вариант с рыхлением на глубину 14–16 см оказался неэффективным – по количеству накопленной к моменту посева яровой пшеницы влаги он на 23–34 % уступил вариантам с глубокими основными обработками, не обеспечил накопление влаги в глубоких слоях почвы и не позволил ликвидировать сухую прослойку в слое 100–130 см.

Таким образом, положительное влияние на водный режим при освоении залежных темно-каштановых почв обеспечивают глубокие обработки почвы, которые позволяют существенно увеличить запасы продуктивной влаги, что вполне можно использовать при выращивании районированных культур.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Кияс, А.А.* Биологические приемы повышения плодородия почвы и урожайности культур в севооборотах степной зоны северного Казахстана / А.А. Кияс, К.А. Ахметов, Б.К. Канафин // Почвоведение и агрохимия. – 2008. – № 3. – С. 13–19.
2. *Вьюрков, В.В.* Показатели плодородия темно-каштановых залежных почв сухостепной зоны Приуралья / В.В. Вьюрков, А.С. Тлепов // Наука и образование. – 2009. – № 4. – С. 23–26.
3. *Рахимгалиева, С.Ж.* Плодородие структуры почвенного покрова сухостепной зоны / С.Ж. Рахимгалиева. – Учебное пособие. – Уральськ, 2016. – С. 28–36.

УДК:631.619:633.26

Е.П. Денисов, А.В. Летучий, И.С. Полетаев, В.В. Зуев

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов, Россия

ВЛИЯНИЕ АГРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЁМОВ НА УЛУЧШЕНИЕ ВОДНО-ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СОЛОНЦОВ В ПРАВОБЕРЕЖЬЕ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

На земном шаре солонцы и солонцовые почвы занимают площадь около 233,0 млн га, из них только солонцы занимают 81,3 млн га. Для солонцов характерно более позднее наступление физической спелости почвы в сравнении с близлежащими зональными почвами. В результате чего ухудшаются воднофизические свойства почвы, увеличиваются сроки обработки полей сельскохозяйственной техникой, что в дальнейшем приводит к запаздыванию сроков посева и потере урожайности сельскохозяйственных культур до 20–40 % и более. (И.П. Кружилин, Л.А. Казакова, 2011). В Саратовской области насчитывается 11,5 % солонцов, то есть 1128 тыс. га, в том числе 600 тыс. га полностью неспособных давать урожай.

В Правобережье Саратовской области в значительной мере распространены магниевые солонцы, которые по отрицательным свойствам очень похожи на натриевые солонцы.

Солонцы обладали очень слабой водопрочностью структуры, которая составляла от нуля до 5–6 %, высокой слитностью, переуплотнением почвы до 1,45–1,56 г/см³, низкой нитрификационной способностью, небольшим содержанием гумуса – 1,9 %, содержанием кальция – 48 % от суммы обменных оснований, магния – 46 %, натрия – 5,6 %, низкой водопроницаемостью – 16 мм за первый час впитывания (Ю.В. Виноградова, 2013).

Опыты по улучшению плодородия солонцеватых почв проводились в ООО «Эвелина» Саратовского района Саратовской области.

Опыты включали в себя внесение осадков сточных вод станции аэрации г. Саратов в осенний период под вспашку в дозах от 50 до 200 т/га локальным способом с последующим посевом люцерны.

В течение трёх лет заметно повышались водно-физические свойства почвы. Содержание гумуса с 1,9 % увеличилось до 4,3 %. Водопрочность структуры возросла с 5 % до 40 %. Увеличение гумуса и водопрочности структуры способствовало снижению плотности почвы с 1,42–1,56 до 1,25–1,33 г/см³, то есть она практически приблизилась к оптимальной. Пористость почвы возросла с 42 % до 58 %. Изменение плотности и пористости почвы значительно повысило водопроницаемость. Этот показатель увеличился с 0,4 мм/мин до 3,0 мм/мин. Это существенно улучшало водный режим растений. Если на солонце весенние запасы влаги в метровом почве составляли 80–90 мм, то после применения приёмов улучшения солонцов величина запасов влаги в почве увеличилась до 140–150 мм.

Урожайность зелёной массы люцерны увеличилась в среднем за 3 года с 4,0 до 24,2 т/га.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Виноградова, Ю.В., Куклина, А.Г.* Ресурсный потенциал инвазивных видов растений. – М.:ГОСТ. – 2012.
2. *Кружилин, И.П.* Ассортимент бобовых трав как источник плодородия орошаемых земель / И.П. Кружилин, Т.Н. Дронова // Вопросы мелиорации. – 1994. – № 2. – С. 49 – 52.
3. *Мелихов, В.В.* Комплексная мелиорация солонцовых почв / В.В. Мелихов, Л. А. Казакова // Земледелие. – 2005. – № 2. – С. 8–9.

УДК: 631.619:633.26

Е.П. Денисов, А.П. Солодовников, И.С. Полетаев, В.В. Зув

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов, Россия

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ КУЛЬТУР НА ПОВЫШЕНИЕ ПЛОДОРОДИЯ СОЛОНЦОВЫХ ПОЧВ ПРИ ВНЕСЕНИИ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД

Солонец – это тип почв, которые характеризуются высоким содержанием натрия или магния в почвенном поглощающем комплексе аллювиального горизонта. На их поверхности растительность либо отсутствует, либо сильно изрежена и представляет собой в основном виды устойчивые к солонцам.

Большое значение в повышении плодородия солонцов играют растения обладающие устойчивостью к солонцовым почвам. Сюда относятся растения семейства маревых (прутняк веничный, лебеда, марь белая и др.), бобовых (люцерна, донник), злаковые (житняк и др.) (Ю.В. Виноградова, А.Г. Куклина, 2012).

Нами изучалось влияние рассолонцевания магниевых солонцов на чернозёмах южных на фоне осадков сточных вод при возделывании прутняка веничного, люцерны синей, эспарцета песчаного и донника желтого (В.В. Мелихов, 2005).

Осадки сточных вод в различных дозах вносились осенью под вспашку. Весной высевались изучаемые культуры. Отмечено самое интенсивное развитие прутняка веничного и донника желтого. По развитию люцерны синей несколько отставала от этой культуры. Хуже всего развивался эспарцет песчаный (В.В. Моевский, 2000).

Наибольшее количество биомассы в виде пожнивных и корневых остатков отмечено у прутняка. Содержание их составляло в слое почвы 0–30 см до 15,4 т/га ежегодно.

Люцерна оставляла в почве до 10,7 т/га органического вещества, эспарцет песчаный – 7,8 т/га, донник желтый – 11,1 т/га.

Посев этих культур способствовал улучшению водно-физических свойств почвы, питательного и водного режимов почвы.

Учитывая, что прутняк веничный однолетняя культура, то в среднем за мелиоративный период он оставлял в почве почти до 45 т/га органического вещества. Люцерна и эспарцет хорошо произрастали на второй и третий год. Поэтому за мелиоративный период они обогащали почву пожнивными остатками в количестве соответственно 21 и 15 т/га. Донник как двулетнее растение оставлял после себя в почве не более 11–18 т/га свежей биомассы. Поэтому наилучшие водно-физические свойства почвы, наибольшее количество питательных веществ в почве оставлял после себя прутняк веничный. На втором месте были люцерна, эспарцет и донник. Улучшение плодородия почвы сказалось на урожайности этих культур. В сумме за 3 года прутняк веничный дал урожайность надземной зелёной массы 93 т/га. Урожайность зелёной массы люцерны за это же время составило 48 т/га, эспарцета – 37 т/га, а донник – около 40 т/га. Наиболее эффективным почвоулучшителем солонца в Правобережье Саратовской области можно считать прутняк веничный.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Виноградова, Ю.В., Куклина, А.Г.* Ресурсный потенциал инвазивных видов растений. – М.:ГОСТ. – 2012.
2. *Мелихов, В. В.* Комплексная мелиорация солонцовых почв / В.В. Мелихов, Л. А. Казакова // Земледелие. – 2005. – № 2. – С. 8–9.
3. *Моевский, В.В.* Продуктивность различных форм прутняка веничного (*Kochia scoraria* (L.) schrad.) в зависимости от агротехнических приемов выращивания на черноземах Саратовского Правобережья. Автореферат канд. дисс. Саратов. – 2000.

УДК:631.619:633.26

Е.П. Денисов, К.Е. Денисов, И.С. Полетаев, В.В.Зуев

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов, Россия

ПРИЁМЫ РАССОЛОНЦЕВАНИЯ ЧЕРНОЗЁМОВ ЮЖНЫХ

Нарушение экологического равновесия, вызванное в почве возделыванием сельскохозяйственных культур без соблюдения закона возврата, приводит к сдвигу процессов в сторону осолонцевания. При этом почвы сильно уплотняются, приобретают слитность и склонность к коркообразованию. Растет бесструктурность и глыбистость почвы, ухудшаются их водно-физические свойства (Ю.В. Виноградова, 2013).

В Правобережье Саратовской области в значительной мере распространены магниевые солонцы, которые по отрицательным свойствам очень похожи на натриевые солонцы.

Опыты по улучшению плодородия солонцеватых почв проводились в ООО «Эвелина» Саратовского района Саратовской области.

Солонцы обладали очень слабой водопропрочностью структуры, которая составляла от нуля до 5–6 %, высокой слитностью, переуплотнением почвы до 1,45–1,56 г/см³, низкой нитрификационной способностью, небольшим содержанием гумуса 1,9 %, количеством кальция 48 % от суммы обменных оснований, магния – 46 %, натрия – 5,6 %, низкой водопроницаемостью 16 мм за первый час впитывания.

Фоновая почва смытых чернозёмов южных имела 3,3 % гумуса, плотность почвы – 1,3 г/см³, нитрификационная способность – 22,8 мг/кг. Содержание кальция составляло

79–82 % от суммы обменных оснований, магния – 5–7 %, натрия – 1,6 %. Водопроницаемость не превышала 140 мм за первый час впитывания.

Опыты включали в себя внесение осадков сточных вод станции аэрации г. Саратова в осенний период под вспашку в дозах от 50 до 200 т/га локальным способом с последующим посевом весной прутняка веничного (сем. Маревые) (В.В. Маевский 2000, 2004, 2013).

Внесение осадков сточных вод в высоких дозах способствовало заметному улучшению плодородия почвы и получению высокого урожая биомассы высеваемой культуры.

На вариантах солонцовой почвы при внесении высоких доз осадков сточных вод повысилось содержание гумуса в верхнем слое почвы до 4,2 %, плотность почвы снизилась до 1,3–1,35 г/см³, нитрификационная способность увеличилась в 2–3 раза, повысилось содержание кальция в почве до 80,9 % от суммы обменных оснований, количество магния снизилось до 6,9 %, натрия – до 0,4 %. Водопроницаемость возросла до 150 мм за первый час впитывания.

Запасы доступной влаги в метровом слое почвы за весенний период увеличивались с 90 мм до 140 мм. Урожайность прутняка составила 31,3 т/га зелёной массы вместо 5,7 т/га на контроле. Следует отметить высокую продуктивность прутняка веничного на солонцовых почвах вследствие высокой его соле- и засухоустойчивости.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Виноградова, Ю.В., Куклина А.Г.* Ресурсный потенциал инвазивных видов растений. – М.:ГОСТ. – 2012.

2. *Маевский, В.В., Горбунов, В.С., Зайцев, Л.И., Рахматзода, Ф.А.* Опыт интродукции дикорастущих видов семейства маревых для кормовых целей/Сборник статей «Вавиловские чтения». – 2013. – С. 64–66.

3. *Моевский, В.В., Назарова, Н.В., Бояков, М.Х.* Перспективные виды естественной флоры Нижнего Поволжья для кормопроизводства/ Материалы международной научно-практической конференции. Проблемы рационального использования растительных ресурсов. – 2004. – С. 100–101.

4. *Моевский, В.В.* Продуктивность различных форм прутняка веничного (*Kochia scoraria* (L.) schrad.) в зависимости от агротехнических приемов выращивания на черноземах Саратовского Правобережья. Автореферат канд. дисс. Саратов. – 2000.

УДК 633.854.78

К.Е. Денисов, Г.Н. Шипко

Саратовский государственный аграрный университет имени Н. И. Вавилова,
г. Саратов, Россия

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ПОДСОЛНЕЧНИКА В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ПРАВОБЕРЕЖНОЙ МИКРОЗОНЫ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация. Рассматривается продуктивность различных гибридов подсолнечника в условиях Центральной правобережной микрозоны Саратовской области.

Ключевые слова: подсолнечник, урожайность, гибриды.

Актуальность исследования. Подсолнечник это не только ценная масличная, но и высокорентабельная культура. Благодаря этим качествам посевы подсолнечника занимают значительную часть пашни Саратовской области.

Последнее время на рынке присутствует большое количество гибридов подсолнечника. Важно знать какой гибрид способен наиболее полно реализовать свой биологический потенциал в конкретных почвенно-климатических условиях.

Условия, схема и агротехника опыта. С целью изучения продуктивности различных гибридов подсолнечника в условиях Центральной правобережной микрозоны Саратовской области, был заложен опыт в ИП КФХ «Разговоры А.Б.» Петровского района Саратовской области в 2016 году, на черноземе типичном.

Центральная правобережная микрозона расположена в черноземной степи со слабо-засушливым и умеренно теплым климатом, более засушливым в южной части.

Теплообеспеченность территории изменяется от 2400 до 2635°C. Средняя температура вегетационного периода равняется 17,1–18,0 °С. Годовая сумма осадков составляет порядка 450–480 мм, за вегетационный период 130–155 мм, а ГТК составляет 0,9–1,0.

Схема опыта включала посеы следующих гибридов. Из раннеспелых гибридов высевались: Босфора (100–108 дней), Санбро (100–108 дней), Роки (100–108 дней). Из среднеспелых гибридов Кодикс (108–112 дней) и Брио (112–116 дней). В качестве стандарта был выбран гибрид ЮВС – 4 (105 день).

Агротехника опыта была общепринятой для данной микрозоны. Предшественником подсолнечника выступала озимая пшеница.

Результаты исследований. Все варианты опыта достоверно различались между собой (табл. 1.). Наименьшую урожайность среди всех изучаемых гибридов показал Брио. Его урожайность составила 1,09 т/га, что было ниже стандарта на 4,39 %. ЮВС – 4, выбранный в качестве стандарта формировал урожайность на уровне 1,14 т/га. Наибольший урожай маслосемян подсолнечника оказался у гибрида селекции компании Сингента – Кодикс, его урожайность превышала стандарт на 51,75 % или на 0,59 т/га и составляла 1,73 т/га. Чуть меньшую урожайность показал гибрид подсолнечника той же фирмы Босфора, разница с гибридом Кодикс составляла 0,11 т/га и была равна 1,62 т/га, что превышало значение стандарта на 0,48 т/га или на 42,11%.

Таблица 1

Урожайность различных гибридов подсолнечника, 2016 г.

Гибриды	Урожайность, т/га	Отклонение от стандарта	
		т/га	%
Босфора	1,62	0,48	42,11
Санбро	1,45	0,31	27,19
Кодикс	1,73	0,59	51,75
Роки	1,23	0,09	7,89
Брио	1,09	-0,05	-4,39
ЮВС – 4 (стандарт)	1,14	-	-
НСР _{0,5}	0,032		

Гибрид Санбро среди зарубежной селекции показал наименьшую продуктивность среди изучаемых гибридов, исключая Брио. Его урожайность была выше стандарта на 27,19 %. Она составляла 1,45 т/га.

Гибрид Роки селекции компании Сингента сформировал в условиях опыта урожайность порядка 1,23 т/га это одна из самых невысоких урожайностей превосходящих стандарт. Тем не менее она была выше гибрид ЮВС-4 на 0,09 т/га или на 7,89 %.

Заключение. Проведенные исследование урожайности маслосемян различных гибридов подсолнечника позволяют сделать выводы, что наибольшую урожайность в условиях Центральной правобережной микрозоны показали гибриды селекции фирмы Сингента Босфора и Кодикс. Они смогли реализовать свой биологический потенциал урожайности почти на 50 %.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Бурахта, С.Н.* и др. Основные проблемы современного земледелия при освоении ресурсосберегающих обработок: учебное пособие / С.Н. Бурахта, В.Е. Одинокоев, М.Н. Панасов, Е.П. Денисов, А.П. Солодовников, К.Е. Денисов. – Саратов: Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова, 2010. – 100 с.
2. *Лекарев, В.М.* Основные этапы, достижения и направления селекции подсолнечника в Поволжье / В.М. Лекарев [и др.] // Вестник Саратовского государственного аграрного университета им. Н.И. Вавилова. – 2012. – №10. – С. 51–54.
3. *Уполовников, Д.А.* и др. Земледелие и плодородие почвы: учебное пособие / Д.А. Уполовников, Е.П. Денисов, К.Е. Денисов, А.П. Солодовников, А.В. Летучий, Б.З. Шагиев, А.С. Линьков, И.С. Полетаев. – Саратов: Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова, 2015. – 122 с.

УДК 63.632.7.04/.08

В.В. Дубровин, Н.Н. Ерошкин

Саратовский государственный аграрный университет имени Н. И. Вавилова,
г. Саратов, Россия

К БИОЛОГИИ КОЛЬЧАТОГО КОКОНОПРЯДА (MALACOSOMA NEUSTRIA L.) В УСЛОВИЯХ НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

Аннотация: Проблема листогрызущих вредителей в лесных экосистемах, в частности кольчатого коконопряда, в Нижнем Поволжье носит систематический характер. Биология ЕГО в данном регионе изучена не достаточно, нет четких сведений относительно факторов абиотической среды, влияющих на коконопряда в период развития. В статье рассмотрены научные результаты, полученные в период исследований по изучаемому вопросу.

Кольчатый коконопряд, относится к весенне-летней фенологической группе насекомых и является опасным вредителем древесных растений Нижнего Поволжья. Повреждающими вредителем, породами явились дуб черешчатый, береза бородавчатая, рябина обыкновенная. Вспышки массового размножения возникали как в лесах, преимущественно в дубравах, так и в городских и парковых насаждениях [5] Совместно с другими вредителями, такими как непарный шелкопряд и дубовая зеленая листовертка, способен оказывать серьезное воздействие на количественные и качественные характеристики насаждений.

До настоящего времени, мало изучены вопросы, касающиеся особенностей лета бабочек вредителя. По нашим данным, бабочки-самки вредителя имели охряно-желтую или красновато-бурую окраску крыльев, а размах крыльев достигал в среднем 35–40 мм. Самцы отличались более мелкими размерами, размах крыльев колебался от 26 мм до 31 мм, и меньшей активностью в начале лета. Притом стоит отметить, что бабочки имеющие более темную окраску, в значительной степени, более активны в первую половину лета.

На полученной феноклимодиаграмме развития кольчатого коконопряда (рис. 1), видно, что лёт бабочек начинается в первой декаде июля и продолжается до начала августа. В это время, в природе, самки коконопряда откладывают яйца на молодых ветках деревьев 1–2 года роста и даже на черешках листьев.

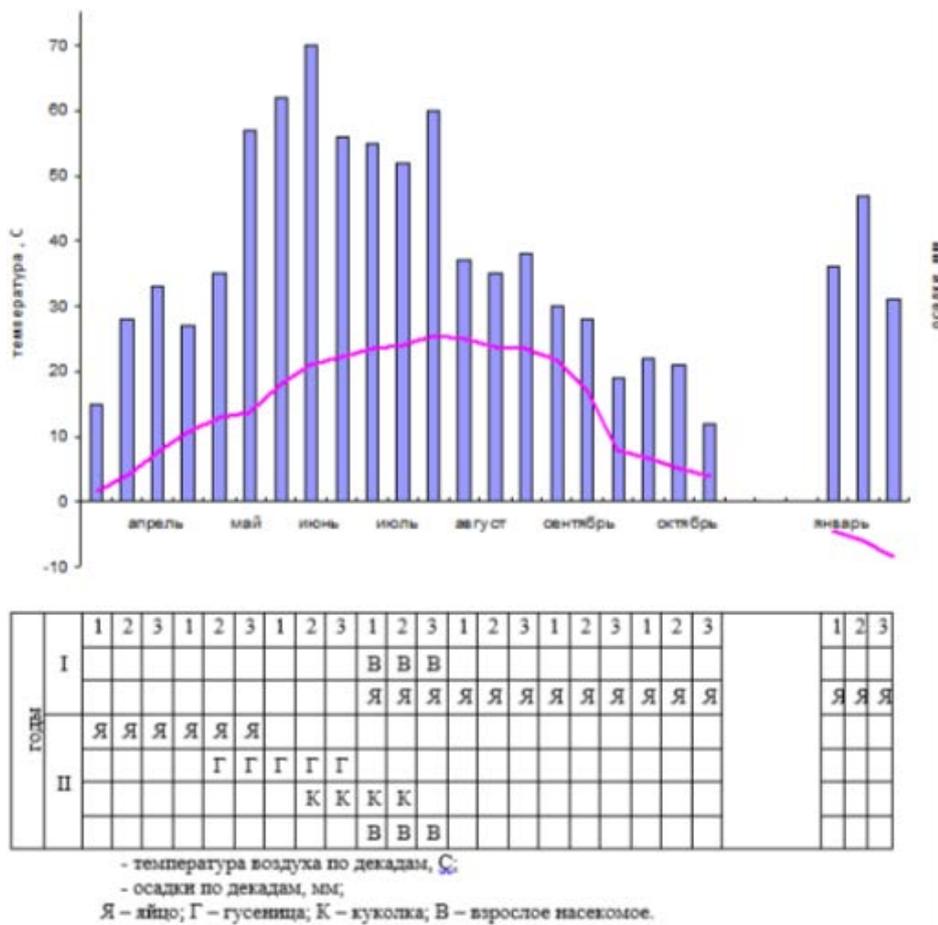


Рис. 1 Феноклимаграмма развития кольчатого коконопряда

Яйца откладываются бабочками спиралью в несколько слоев, образуя широкое кольцо, где в среднем находится от 100 до 400 яиц. Наибольшее количество яйцекладок обнаружено в средней части кроны деревьев, по сравнению с верхней и нижней. Соотношение по кроне деревьев выглядит следующим образом – 2:3:1. Притом побеги охватывались яйцекладками настолько плотно, что они остаются на дереве и после выхода гусениц. Анализ яйцекладок показал, что яйца зимуют с уже сформированными в них гусеницами.

Смертность гусениц в яйцах повышается при $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ в течении 3 месяцев. Выход гусениц из яиц происходит обычно во второй декаде апреля-начале мая. Согласно нашим исследованиям, наибольшая вероятность выхода гусениц приходится на первую декаду мая. Гусеницы первых возрастов преимущественно выедают еще нераспустившиеся почки и молодые листья, оставляя центральную жилку. Питание приходится на ночное время суток. Днем пребывают группами в паутиных гнездах, в развилках толстых ветвей, где обитают до IV возраста,

Полный цикл развития гусениц составляет 45 дней при средней температуре в $+22\text{ }^{\circ}\text{C}$. Гусеницы линяют 4, реже 5 раз и проходят V–VI возрастов. Имеются сведения, что при более низкой средней температуре в период развития гусениц ($+16\text{ }^{\circ}\text{C}$), процесс развития может затянуться до 65 дней [1].

Отечественные специалисты отмечают, что гусеницы старших возрастов в длительных дождливых и прохладных погодных условиях подвержены распространению эпидемических заболеваний [2, 3].

В период окукливания гусениц, коконы их располагаются на значительном удалении друг от друга. Окукливание происходит со второй декады июня по первую декаду июля. Куколки были обнаружены нами в трещинах коры, на листьях, в развилках ветвей. Длина куколок в среднем составляет 25 мм. Фаза куколки длится в

среднем 30 дней. Стоит отметить, что показатели различных авторов могут отличаться из-за обширной распространенности вредителя в Европейской части России, в зависимости от рассматриваемого региона. Полученные данные в ходе исследований, позволили получить более полную картину биологии кольчатого коконопряда в условиях Нижнего Поволжья,

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дубровин В.В. Организация защиты растений от вредных организмов – Саратов, 2017. – 388 с.
2. Бей-Биенко Г.Я. Общая энтомология. – М., 1971. – 479 с.
3. Воронцов А.И. Лесная энтомология. – М., 1995. – 351 с.
4. Ильинский А.И., Тропин И.В. ред., Надзор, учёт и прогноз массовых размножений хвое- и листогрызущих насекомых в лесах СССР. – М., 1965. – 525 с.
5. Мозолевская Е.Г. Лесная энтомология. – М., 2010. – 416 с.

УДК 630.450.630

В.В. Дубровин, А.Ю. Лёвкина

Саратовский государственный аграрный университет имени Н. И. Вавилова,
г. Саратов, Россия

ОСОБЕННОСТИ ВЛИЯНИЯ ВРЕДНОЙ ЭНТОМОФАУНЫ НА УСТОЙЧИВОСТЬ АГРОЛЕСОМЕЛИОРАТИВНЫХ НАСАЖДЕНИЙ ЮГО-ВОСТОКА

Защитные лесные насаждения играют важную роль в увеличении урожая прилежащих полей, участвуют во влагонакоплении, снижают эрозийные процессы и несут ряд других полезных свойств [1].

Введение в агросистему многопородных, полифункциональных лесных полос позволяет также сформировать энтомокомплекс с устойчивыми связями внутри него и природными компонентами. [1].

Однако вредные насекомые, обитающие в лесополосах, наносят им большой урон по причине объедания листвы или хвои, что ведет к ослаблению и усыханию деревьев. Все это приводит к нарушению конструкции лесополос.

Исследования влияния вредных насекомых на ослабленность агролесомелиоративных насаждений проводились в полезащитных лесных полосах, расположенных на территории ОПХ «Экспериментальное НИИСХ Юго-Востока Саратовской области» в период 2006–2016 гг.

Данные агролесомелиоративные насаждения созданы в 1950 году по древесно-теневому и древесно-кустарниковому типу посадки [3]. Породный состав защитных насаждений представлен дубом черешчатым, вязом приземистым, вязом шершавым, ясенем зеленым, сосной обыкновенной, кленом ясенелистным, акацией желтой.

Для изучения состава дендрофильных насекомых закладывались специальные пробные площади и выбирались модельные деревья.

Численность каждого вредителя на листовых породах определялась по экологической плотности, переведенной на 100 ростовых побегов или точек роста. Определение экологической плотности проводилось по формуле:

$$y = 38,9d + 7,2d^2 \quad (1),$$

где y – плотность ростовых побегов (точек роста на дереве);

d – средний диаметр дерева.

Численность вредителя на хвойных породах устанавливалась по методике по его запасу на 100 г зеленой массы. При этом использовалась зависимость между диаметром ветви и массой хвои на ней.

Зная численность насекомых на ветви и количество зеленой массы на ней, подсчитывалась плотность популяции на 100 г.

Массовые учеты вредителей с одновременной оценкой степени объедания позволили выявить статистические зависимости между указанными показателями.

Характер объедания листвы от различных фитофагов определялась в природной популяции путем содержания гусениц в марлевых изоляторах, которые размещались на ветвях модельных деревьев по их породам.

На деревьях проводились учеты для выявления видов вредных насекомых. Для установления степени дигрессии насаждений была проведена оценка их санитарного состояния.

В период исследований, лесополосы повреждались комплексом дендрофильных насекомых.

Из числа листогрызущих форм наибольшее распространение непарный шелкопряд (*Lymantria dispar* L.), златогузка (*Euproctis chrysorroea* L.), зимняя пяденица (*Operophthora brumata* L), лунка серебристая (*Phalera bucephala* L.), дубовая листовертка (*Tortrix viridana* L.), ильмовый ногохвост (*Echaereta ulmi* Schiff.), кольчатый коконопряд (*Malacosoma neustria* L.), Из хвоегрызущих были выявлены рыжий сосновый пилильщик (*Neodiprion sertifer* Geogr), обыкновенный сосновый пилильщик (*Diprion pini* L) и сосновая совка (*Panolis flammea* Schiff).

Данные виды насекомых по древесным породам распределились следующим образом (табл. 1).

Таблица 1

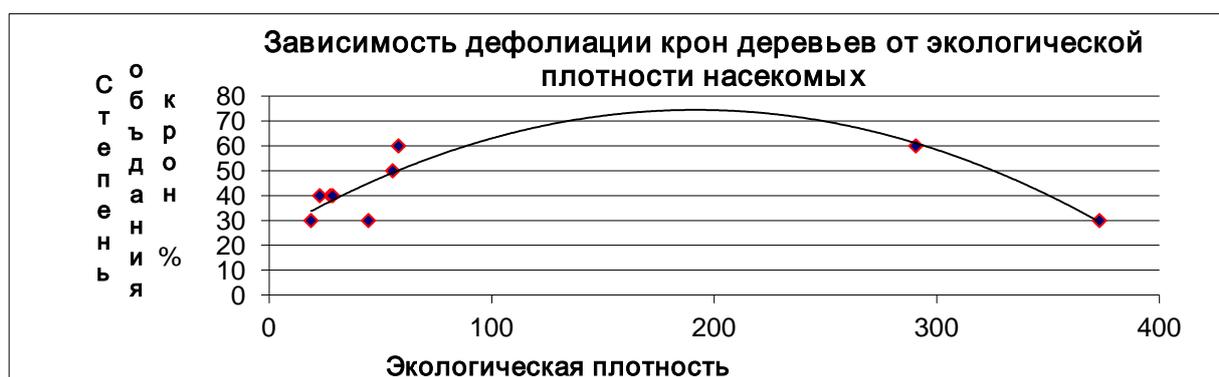
Распределение дендрофильных насекомых по породам агролесомелиоративных насаждений Юго-Востока

№	Вид насекомого	Распределение насекомых по породам в % от общего числа					
		Дуб черешч	Вяз призем	Ясень зелен	Сосна обыкн	Вяз шерш	Клен ясенел
1	Непарный шелкопряд (<i>Lymantria dispar</i> L.)	92,4	7,6	0,0	0,0	0,0	0,0
2	Златогузка (<i>Euproctis chrysorroea</i> L.)	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3	Зимняя пяденица (<i>Operophthora brumata</i> L)	43,1	32,3	4,6	0,0	20,0	0,0
4	Дубовая зеленая листовертка (<i>Tortrix viridana</i> L.)	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5	Лунка серебристая (<i>Phalera bucephala</i> L.)	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	Кольчатый коконопряд (<i>Malacosoma neustria</i> L.)	94,3	5,7	0,0	0,0	0,0	0,0
7	Рыжий сосновый пилильщик (<i>Neodiprion sertifer</i> Geogr)	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0
8	Обыкновенный сосновый пилильщик (<i>Diprion pini</i> L)	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0
9	Сосновая совка (<i>Panolis flammea</i> Schiff)	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0

Как видно из таблицы 1 основными повреждаемыми породами в лесополосах были дуб черешчатый, вяз приземистый, вяз шершавый и сосна обыкновенная. Заселение их насекомыми колебалось от 7,6 до 100 %.

В то же время в периоды массового размножения насекомых на вязах присутствовали такие виды как зимняя пяденица, непарный шелкопряд, кольчатый коконопряд, которые также были отмечены на дубе черешчатом. Дуб явился главной породой, где развилось наибольшее число вредных насекомых. На сосне были выявлены рыжий сосновый пилильщик, обыкновенный сосновый пилильщик и сосновая совка. В периоды массового размножения и образования комплексных очагов степень дефолиации крон деревьев в лесополосах колебалась от 40 до 70 %. Картину дефолиации крон деревьев вредными насекомыми в агролесомелиоративных насаждениях Юго-Востока иллюстрирует регрессии, имеющий вид:

$$y = -0,0014x^2 + 0,523x + 24,335 \quad R^2 = 0,6834$$



Таким образом, была установлена зависимость экологической плотности насекомых, повреждающих агролесомелиоративные насаждения и степенью объедания крон деревьев по годам исследований.

Проведенные исследования позволили сделать вывод о снижении устойчивости древесных пород в связи со складывающейся тенденцией их ослабления под воздействием насекомых.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Грибуст И.Р. Насекомые защитных лесных насаждений аридной зоны / И.Р. Грибуст, М.Н. Белицкая // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. – Вып. 187. – С.Пб. – 2009. – С. 47–55.
2. Дубровин В.В., Маштаков Д.А. Снижение устойчивости агролесомелиоративных насаждений Приволжской возвышенности под воздействием вредных насекомых, Научная жизнь. – Саратов, 2011. – Вып. 5. – С. 219–225.
3. Прогноз состояния агролесомелиоративных насаждений Юго-Востока под влиянием насекомых дефолиаторов/ В.В. Дубровин, Д.А. Маштаков, Лёвкина А.Ю// Научная жизнь. – Саратов, 2017. – Вып. 5. – С. 65–74.

Н.Г. Дуплий, А.С. Азаров, А.В. Усатов

Южный Федеральный университет, г. Ростов-на-Дону, Россия

ДЕЙСТВИЕ ПРЕПАРАТА «АГРИМИТИН» НА ПОКАЗАТЕЛИ ПРОДУКТИВНОСТИ У РАЗЛИЧНЫХ СОРТОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

Устойчивое увеличение производства зерновых культур является одной из ключевых задач сельского хозяйства. Увеличение валового производства зерна должно быть достигнуто не за счет расширения посевных площадей зерновых культур, а за счет повышения их урожайности (Лабынцев, Губарева, 2012). Неустойчивость урожаев и валовых сборов зерна озимой пшеницы на Дону, прежде всего, вызвана частыми неблагоприятными климатическими условиями (Зеленский и др., 2008). Существует несколько способов повышения урожайности озимой пшеницы, в том числе и применение химических препаратов с различными механизмами действия.

Научным коллективом МГУ под руководством академика В.П. Скулачева было синтезировано соединение SkQ_3 10-(6'-метилпластохинонил) децилтрифенилфосфоний – митохондриально-направленный антиоксидант, обладающий потенциальной способностью к регенерации в дыхательной цепи митохондрий. SkQ_3 может выступать как уникальный антиоксидант многократного действия. В качестве антиоксидантной компоненты в этом веществе присутствует пластохинон. (Skulachev et al., 2009). Было показано, что SkQ оказывает стимулирующее действие на рост и развитие растений. Исследования, проведенные в ВНИИ картофельного хозяйства им. А.Г. Лорха доказали влияние SkQ на морфогенез картофеля (Галушка и др., 2011). Другими авторами было показано, что пластохинон, связанный с проникающим через мембраны катионом децилтрифенилфосфония в наномолярных концентрациях, подавляет образование H_2O_2 в клетках эпидермиса листьев проростков гороха (Самуилов, Киселевский, 2015). На основе SkQ_3 в Южном Федеральном университете был создан препарат «Агримитин», предназначенный для повышения урожайности сельскохозяйственных культур. Целью работы является изучение действия препарата «Агримитин» на показатели продуктивности сортов озимой пшеницы в различных хозяйствах Ростовской области и Краснодарского края.

В качестве объекта исследования служили 5 сортов озимой пшеницы: «Калым», «Таня», «Гром», «Ермак», «Конкурент» в 4-х хозяйствах: ОАО «Колос» Целинского района, ООО «Аргамак», ООО «Буденновское» Пролетарского района Ростовской области и ООО АФ «Новошербиновская» Щербиновского района Краснодарского края.

Семена массой 10 т обрабатывали препаратом «Агримитин» в объеме 3 л, содержащим 16 мг SkQ_3 . Препарат вносили в протравливатель ПС-10 во время стандартной процедуры предпосевной обработки семян, одновременно с протравителями «Максим Плюс», «Винцит Форте» или «Селест Топ» согласно инструкции. Затем семена подсушивали в течение суток на открытом воздухе и высевали в поле.

Для анализа были отобраны контрольные и опытные образцы растений с учетных делянок площадью $1 \times 2 \text{ м}^2$ в шести повторностях. У отобранных образцов определяли число семян в колосе (шт.), массу семян в колосе (г), массу 1000 семян (г), а также урожайность в пересчете на один гектар (ц/га).

Результаты измерений суммированы в таблице 1. Видно, что препарат «Агримитин» оказал влияние на количественные показатели продуктивности растений по сравнению с контролем. У сортов «Конкурент» (ООО «Аргамак»), «Гром» (ОАО «Колос») и «Таня» (ООО АФ «Новошербиновская») достоверно увеличивается число семян в колосе на 14,0, 12,8 и 12 % соответственно; у сортов «Калым» (ООО «Колос») и «Ермак» (ООО «Буденновский») данный показатель не отличался от контроля.

По массе семян в колосе достоверное увеличение отмечено только у сортов «Конкурент», «Таня», «Калым» на 13,7, 11,7 и 11,3 % соответственно. Достоверных отличий по признаку «масса 1000 семян» не установлено ни для одного из исследуемых сортов.

Таблица 1

Количественные показатели продуктивности озимой пшеницы после обработки препаратом «Агримитин» в хозяйствах Ростовской области и Краснодарского края

Хозяйство		«Колос»		«Новошербиновское»	«Буденновский»	«Армак»
Сорт		«Калым»	«Гром»	«Таня»	«Ермак»	«Конкурент»
Число семян в колосе, шт.	контр.	52,03±7,06	40,12±3,08	44,07±1,23	27,63±3,10	31,28±2,86
	опыт	54,07±5,14	46,03*±2,12	50,09*±3,28	27,80±3,58	36,53*±1,83
	% от контр.	3,8	12,8*	12,0*	0,6	14,4*
Масса семян в колосе, г	контр.	1,73±0,27	1,95±0,32	1,81±0,21	1,14±0,12	1,32±0,2
	опыт	1,95*±0,18	2,12±0,27	2,05*±0,31	1,23*±0,15	1,53*±0,12
	% от контр.	11,3	8,0	11,7*	7,3*	13,7*
Масса 1000 семян, г	контр.	38,08±1,02	41,36±1,47	40,67±1,52	42,06±0,7	42,10±1,04
	опыт	39,58±0,87	43,38±1,53	41,00±1,00	44,67±2,5	42,33±0,58
	% от контр.	3,8	4,7	0,8	5,8	0,5
Урожайность ** (ц/га)	% от контр	13,8	9,71	10,3	6,1	7,1

*достоверные отличия по сравнению с контролем при $p < 0,05$

** в пересчете на один гектар

Однако, у всех исследуемых сортов урожайность (в пересчете на один гектар) после обработки семян препаратом «Агримитин» увеличилась от 6,1 % (сорт «Ермак») до 13,8 % (сорт «Калым»).

Таким образом, полевые испытания препарата «Агримитин», проведенные на 5-ти сортах озимой пшеницы в 4-х хозяйствах Ростовской области и Краснодарского края продемонстрировали его эффективность в повышении урожайности этой с.-х. культуры.

Работа проведена при финансовой поддержке Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере (Фонд содействия инновациям) в рамках выполнения проекта № 27000, «Разработка препаратов для повышения устойчивости к засушливым условиям и повышения урожайности сельскохозяйственных культур, выращиваемых в аридных условиях Юга России и Армении».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Галушка П.А., Усков А.И., Кравченко Д.В. Рост и развитие ростковых черенков картофеля *in vitro* при использовании препарата SkQ1 // Достижения науки и техники АПК. – 2011. – №. 4.
2. Зеленский Н.А., Авдеенко А.П., Безлюдский А. Л. Возделывание озимых зерновых культур по кулисно-мульчирующему пару // Земледелие. – 2008. – №. 2. – С. 14–16.

3. Лобынцев А. В., Губарева В.В. Экономическая эффективность возделывания озимой пшеницы и кукурузы на зерно при различных уровнях интенсивности технологий // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. – 2012. – №. 4. – С. 08.

4. Самуилов В.Д., Киселевский Д.Б. Действие катионного пластохинона skq1 на электрон-транспортные реакции в хлоропластах и митохондриях из проростков гороха // Биохимия. — 2015. — Т. 80, № 4. — С. 489–496.

5. Skulachev, V. P. An attempt to prevent senescence: a mitochondrial approach / V. P. Skulachev, V. N. Anisimov, Y. N. Antonenko, L. E. etc. // Biochim. Biophys. Acta. – 2009. – Vol. 1787. – P. 437–461.

УДК 632.93

И.Д. Еськов, Т.Х. Нкетсо

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов, Россия

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ НЕКОТОРЫХ ФУНГИЦИДОВ ДЛЯ ЗАЩИТЫ КАРТОФЕЛЯ ОТ АЛЬТЕРНАРИОЗА В УСЛОВИЯХ ЛЕВОБОЕРЕЖЬЯ НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

Аннотация. Приведены данные по применению схемы фунгицидов против Альтерналиоза в условиях левобережья нижнего Поволжья в 2017 году. Полученные результаты показали, что эффективность схемы обработки у варианта фунгицидов: Луна SC, Акробат МЦ, ВДГ, Ревус Топ, КС и Квадрис, СК в течение вегетации против Альтерналиоза.

Ключевые слова: картофель, фунгициды, альтерналиоз, урожайность.

Картофель является одной из важнейших сельскохозяйственных культур, он широко используется в продовольственных, кормовых и технических целях. Это – источник ценных питательных веществ: клетчатки, сахаров, минеральных солей, витаминов. Повседневный продукт питания, «второй хлеб».

Уровень эффективности картофелеводства определяется рядом мероприятий, который включает подбор оптимального сорта на основе использования современной системы семеноводства, комплекс методов повышения плодородия почвы, систему агротехнических приёмов возделывания культуры. Помимо этого, получение высоких урожаев полноценных и здоровых клубней невозможно без современной системы защиты картофеля от возбудителей грибных и бактериальных болезней.

В настоящее время основными способами сокращения потерь урожая картофеля, связанных с его заболеваниями, являются выращивание болезнеустойчивых сортов и применение химических средств защиты. Единственным надёжным методом в борьбе с заболеванием остаётся химический, при условии профилактических опрыскиваний. Если начинать обработки с момента появления болезни (поражённость ботвы 0,1 %), потери урожая увеличиваются уже в 4–5 раз.

В настоящее время от альтерналиоза, в период вегетации растений, применяется опрыскивание препаратами с различными действующими веществами.

Цель работы – изучение эффективности применения некоторых фунгицидов для защиты картофеля от альтерналиоза в условиях Левобережья Нижнего Поволжья.

Задача – выбор оптимальных схем применения фунгицидов для защиты картофеля от альтерналиоза.

Материалы и методы исследований. Исследования проводили с мая по сентябрь 2017 года. Объектами исследований были сорта Сильвана и Лабелла. При исследовании были использованы общепринятые методики. Площадь учетной делянки составила

25 м², повторность четырёх кратная, расположение делянок в опыте рендомизированное. Густота стояния 45 тыс. растений на га.

Эксперименты по оценке увеличения урожайности картофеля и снижение вредоносности болезней, а также оценке возможности его включения в интегрированные системы защиты картофеля проводили на фоне защитных обработок фунгицидами вегетирующих растений, стандартная схема химической защиты картофеля.

Варианты схема опыта:

1. Опрыскивание вегетирующих растений фунгицидами по схеме; Манкоцеб (1,5 кг/га), Танос, ВДГ (0,6 л/га), Курзат Р, СП (2,5 кг/га) и Инфинито, КС (1,6 л/га).

2. Опрыскивание вегетирующих растений фунгицидами по схеме; ЛунаSC (0,8 л/га), Акробат МЦ, ВДГ (2 кг/га), Ревус Топ, КС (0,6 л/га) и Квадрис, СК (0,6 л/га).

3. Опрыскивание вегетирующих растений фунгицидами по схеме;

Ридомил Голд МЦ, ВДГ (2,5 кг/га), Сектин Феномен (1,25 кг/га), Ревус, КС (0,6 л/га), Абига-Пик, ВС (3,0 л/га).

4. Контроль (без обработки).

Нормы расхода прераратов использованы в соответствии со «списком пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации» (2016 г.). Опрыскивания на всех вариантах опыта проводились одновременно в один день.

Фенологические наблюдения, учет поражения альтернариозом, проводились поштучно и поделяночно согласно «Методическим указаниям по защите картофеля от болезней и вредителей» (1972).

Результаты исследований. Анализ данных по поражаемости картофеля показал, что самая высокая эффективность у сорта Сильвана на варианте 2, при этом получена наибольшая урожайность с 1 га – 35,1 т.

Таблица 1

Поражаемость и урожайность картофеля

Вариант	Сильвана	Урожайность (т/га)	Лабелла	Урожайность (т/га)
1	2балл	34,1	2балл	34,2
2	1балл	35,1	2балл	34,5
3	2 балл	35,0	3балл	32,1
4	3 балл	28,3	4балл	30,0

Выводы. Таким образом в условиях Левобережья Нижнего Поволжья, исходя из проведенных исследований, можно сделать вывод о том, что высокую эффективность в схеме обработки был вариант – ЛунаSC (0,8 л/га) , Акробат МЦ, ВДГ (2 кг/га), Ревус Топ, КС (0,6 л/га) и Квадрис, СК (0,6 л/га).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Денисюк, С.Г.* Создание и использование базы данных нематоустойчивых сортов картофеля на основе селекционных исследований в Западной Сибири: Монография / С.Г. Денисюк, Б.Н. Дорожкин, Н.В. Дергачева, Л.С. Аношкина, С.Н. Красников: РАСХН. Сиб. отд-ние. СибФТИ. – Новосибирск, 2007. – 168 с.

2. *Доспехов, Б.А.* Методика полевого опыт / Б. А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

3. *Иванюк, В.Г.* Защита картофеля от болезней, вредителей и сорняков / В.Г. Иванюк, С.А. Банадысев, Г.К. Журомский // РУП Белорусский НИИ картофелеводства. – Минск. – 2003. – С. 15–96.

И.Д. Еськов, С.А. Прохоров

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов, Россия

ВЛИЯНИЕ ГЕРБИЦИДНЫХ ОБРАБОТОК ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ НА УРОЖАЙНОСТЬ В УСЛОВИЯХ ЛЕВОБЕРЕЖЬЯ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Сельское хозяйство Саратовской области специализируется в основном на производстве растениеводческой продукции (65,4 % в общей стоимости продукции сельского хозяйства в регионе). В структуре посевных площадей Саратовской области пшеница занимает второе место после подсолнечника (около 28 %) [1, 3]. За последние 10 лет валовой сбор зерна озимых в среднем составил 1634,4 тыс. т, в т. ч. пшеницы – 1318,2 тыс. т. [2]. Повышение урожайности зависит от многих факторов, в том числе и от фитосанитарной ситуации, в частности от засоренности посевов.

Целью наших исследований было изучение влияния гербицидных обработок в зависимости от фазы вегетации озимой пшеницы на урожайность в условиях Левобережья Саратовской области.

Исследования проводились в КХ «Возрождение» Духовницкого района (северная левобережная микрizona). По погодным условиям 2016 и 2017 годы были влажными (ГТК 0,9-1,1). Опытные делянки обрабатывались гербицидами: Гренери (трибенурон-метил), Примадонна (2,4-Д+флорасулама), и баковыми смесями с минеральными подкормками: Мегамикс N10 и Лигногумат ВМ – NPK. Обработку баковыми смесями проводили на различных делянках в фазы кушение и начала трубкования (образования второго междоузлия) озимой пшеницы сорта Скипетр.

В сельскохозяйственных сезонах 2016–2017 гг. сорняки в агроценозах, в частности озимой пшеницы представляли особую опасность. Ситуация усугублялась тем, что обилие осадков на фоне прохладной погоды в начале весенне-летнего периода вегетации, которая сменилась жарой при достаточном увлажнении, спровоцировали вторую волну сорняков, а в посевах поздних яровых культур и третью «зеленую волну». Борьба с сорняками затрудняется из-за неравномерности их всходов, прорастание их семян может продолжаться на протяжении длительного времени. Неодновременное прорастание семян сорных растений объясняется тем, что семенные оболочки неравномерно пропускают влагу. К таким вредным объектам относится ромашка непахучая (*Tripleurospermum inodórum*) проявляющая себя не только как яровой, но и озимый сорняк. В посевах озимой пшеницы превалировали яровые сорняки, вначале весенней вегетации проявили себя крестоцветные сорняки: пастушья сумка, редька, хориспорса и др. В борьбе с ними активно и очень эффективно использовали гербициды на основе 2,4-Д., которые практически не действуют на ромашку. Кроме того, ромашка проявила себя позднее основной массы яровых сорняков, что помешало использованию против нее гербициды на основе сульфонилмочевины (д.в. трибенурон-метил и др.). Гербициды на основе трибенурон-метила имеют ограничение по фазам развития не только сорняков, но и культурных растений. В связи с этим, по мере завершения гербицидной активности начинается прорастание семян ромашки из потенциального запаса в почве. Этому благоприятствовало выпадающие осадки, температура почвы и воздуха. Ситуация усугубляется тем, что к этому периоду пшеница достигает фазы выхода в трубку и применение страховых гербицидов в борьбе с сорняками становится невозможным из-за опасности кастрации колоса. Возникает необходимость, когда приходится повторно обрабатывать посевы, либо сдвигать химобработку на более поздние фазы вегетации. Для повышения урожайности и снижения возможного пестицидного стресса проводят

опрыскивание баковой смесью гербицида и листовой подкормки удобрений с микроэлементами. В наших исследованиях биологическая эффективность гербицида на основе сульфонилмочевины в зависимости от фазы вегетации варьируют от 81 % в фазу кущения до 83 % в фазу выхода в трубку, при обработке двухкомпонентным гербицидом (2.4-Д + флорасулам (94 и 96 % соответственно). Применение Лигногумата ВМ-НРК совместно с гербицидами различного химического состава позволяет эффективней, чем минеральная подкормка Мегамикс N10, снять стресс с обрабатываемых растений, в том числе при позднем сроке обработки (фаза начала выхода в трубку), в среднем биологическая эффективность 93 %, что превышает эффективность другой подкормки на 7 %.

Прибавка урожая, по сравнению с контролем (30,2–30,4 ц/га), при применении Гренери составила 14,2 % – в фазе кущения, и 5,6 % – в фазе начала выхода в трубку, в то время как гербицид Примадонна, обладающий более мягким воздействием на защищаемую культуру, способствовал получению прибавки урожая от 18,2 до 18,4 % в аналогичные сроки обработки.

Баковая смесь Гренери + Мегамикс N10 в фазу кущения озимой пшеницы способствовала получению прибавки урожая 15,2 %, а при более позднем сроке применения только 5,3 % (наименьшая прибавка в опыте); при использовании баковой смеси Примадонна + Мегамикс N10 прибавка урожая статистически одинакова, вне зависимости от срока обработки (21,0–21,8 %). Показатели аналогичных вариантов с Лигногуматом ВМ-НРК составляют 19,2–19,8 % (Гренери) и 26,2–30,6 % (Примадонна) соответственно.

Таким образом, наибольшая урожайность была при обработке Примадонна, СЭ (0,4 л/га) + Лигногумат ВМ-НРК, ж (0,5 л/га) 38,1 ц/га в фазу кущения и 39,7 ц/га в фазу начала выхода в трубку озимой пшеницы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Еськов, И.Д.* Применение баковых смесей гербицидов и микроэлементов в обработке озимой пшеницы / И.Д. Еськов, С.А. Прохоров //Иновационные технологии создания и возделывания сельскохозяйственных растений: Сб. мат. III Межд. Науч.-практ. Конф. – Саратов: ООО «Амирит», 2016. – С. 34–37.
2. Концепция развития агропромышленного комплекса Саратовской области до 2020 года. – Саратов, 2011 – 122 с.
3. Экспертно-аналитический центр агробизнеса «АБ-Центр». Сельское хозяйство Саратовской области. [Электронный ресурс] – Режим доступа к журн.: <http://www.ab-centre.ru>. – Загл. с экрана.

УДК 63.632

И.Д. Еськов, С.Р. Мохаммед

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов, Россия

АНТИГРИБНАЯ АКТИВНОСТЬ ЭФИРНОГО МАСЛА МЯТЫ И КУМИНА ПРОТИВ ФУЗАРИОЗА КАРТОФЕЛЯ ПРИ ХРАНЕНИИ

Потери урожая картофеля от болезней связаны с поражением ботвы и клубней в период вегетации и развитием сапрофитных микроорганизмов на них во время хранения. Защитные мероприятия, против вредных организмов в период вегетации культуры и лечебные меры, проводимые перед закладкой, клубней на зимнее хранение имеют существенное значение в формировании урожая и сохранности его в зимний период.

Однако потери урожая при хранении картофеля зависят, прежде всего, от биологических особенностей сорта – устойчивости клубней к болезням и механическим повреждениям. Наличие этих признаков у сорта сдерживает свободное проникновение инфекции возбудителей болезней в клубни. На клубнях картофеля из-за большого содержания в них воды (более 75 %) во время хранения сильно развиваются грибные (фитофторозная, сухая фузариозная, фомозная), бактериальные (кольцевая, черная ножка, бурая и) и различные смешанные гнили. В процессе хранения пораженные клубни становятся воротами для проникновения других болезней и питательной средой для развития смешанных фузариозно-бактериальных, фитофторозно-бактериальных, фомозно-бактериальных, фитофторозно-фузариозных и других смешанных гнилей, в результате чего к весне количество зараженных клубней увеличивается.

Анализ литературных данных показывает, что для изучения антигрибковых свойств использовались растения с высоким содержанием эфирных масел, которые хорошо рекомендовали себя в народной медицине.

Исследования фунгицидных свойств компонентов эфирных масел в отношении патогенных грибов показали высокую активность сесквиртемизола, выделенного из *Artemisia cina* Verd, туйона, выделенного из тысячелистника. Кроме того высокий антигрибковый эффект показали гераниол, цитраль, терпинеол, тимол, ацетат изоборнеола. Лекарственное сырье, в частности, полынь горькая, сныть, рябина, издавна использовалось для увеличения сроков хранения плодоовощей.

В период зимнего хранения, картофель повреждается различными грибными заболеваниями.

Поэтому целью данной работы является изучение возможности использования эфирных масел кумина и мяты в качестве фунгицидов.

Части клубней зараженные фузариозом помещались в центр чашки Петри на дне которых находились масло кумина и мяты в различных концентрациях: 100, 200, 400 ppm. После чего чашки Петри накрывались пластмассовой сеткой и ставились в термостат. Продолжительность экспозиции на всех вариантах составила 14 дней при t10 °С. Результаты исследований, влияния кумина и мяты на зараженность картофеля фузариозом, показаны в табл. 1.

Таблица 1

Развитие фузариоза в вариантах опыта (сорт Санте)

Вариант опыта	Концентрация (ppm)	Развитие фузариоза (% от контроля)
Масло кумина	100	56,6
	200	27,3
	400	5,2
Масло мяты	100	65,3
	200	39,5
	400	9,6

Исследования показали высокую эффективность всех исследуемых концентраций масел мяты и кумина. На контроле вся поверхность чашки была покрыта плесенью. Развитие фузариоза сдерживалось от 5,2 до 65,3 %. Лучшие показатели были у масла кумина. Развитие фузариоза на клубнях картофеля при хранении при обработке маслом кумина концентрации 400 ppm снижается до 5,2 %, это почти в два раза ниже чем, при обработке маслом мяты такой же концентрации.

Можно сделать вывод, что при закладке картофеля на хранения следует обрабатывать клубни маслом кумина концентрации 400 ppm, как более эффективного по сравнению с другими маслами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Соловьева А.Е. «Улучшение качества картофеля и овощей»// МСХ РФ. ТАСИС проект ФДРУС9704. Академия менеджмента и агробизнеса НЗ РФ. – СПб, 2004. – С. 10–33.
2. Kamble V. A. In vitro Anti-Fungal Activity of *Cuminum cyminum* (Cumin Seed) Essential Oil against Clinical Isolates of *Candida* Species. – АЖРСТ-3. – № 3. – 2015. – Р. 264–275.
3. E. Derwich, Z. Benziane and R. Taouil, “GC/MS analysis of volatile compound of the essential oil of the leaves of *Mentha pulegium* growing in Morocco, Chemical Bull. POLITEHNICA, vol. 55 (69–2), pp.103–106, 2010.
4. Георгиевский, В.П. Биологически активные вещества лекарственных растений / В.П. Георгиевский, Н.Ф. Комисаренко, С.Е. Дмитрук. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1990. – С. 333
5. Старцева, Л.И. Позаботьтесь о сохранности картофеля с осени / Л.И. Старцева // Картофель и овощи. – 1998. – №4. – С.17–19.
6. Саттон, Д. Определитель патогенных и условно патогенных грибов / Д. Саттон, А. Фотергилл, М. Ринальди. – М.: Мир, 2001. – С. 468

УДК 635/633

М.И. Еськов

Саратовский государственный аграрный университет имени Н. И. Вавилова,
г. Саратов, Россия

ФОРМИРОВАНИЕ И ОБРЕЗКА ЯБЛОНИ ПО ТИПУ СТРОЙНОГО ВЕРЕТЕНА

Форма кроны для интенсивного сада это один из элементов, определяющих его продуктивность. Она меняется в зависимости от других факторов: схемы посадки, типа подвоя, степени сильнорослости и скороплодности сорта.

В практике современного садоводства чаще всего применяются веретеновидные кроны. Для среднерослых сорто-подвойных комбинаций и плотности посадки до 800 деревьев на 1 га используют свободнорастущее веретено (шпиндельбуш). Для более плотных схем посадки от 1 до 1,2 тыс. деревьев на 1 га – стройное веретено (грузбек).

В исполнении И.В. Муханина (2011) эта крона получила название «новое русское веретено». При более загущенных схемах посадки используются колоновидные типы (пиллар), а в «суперинтенсивных садах – самые малогабаритные как кордон, разработанные французом Н. Гоше 160 лет назад и получившие потом русское название «шнур».

Мы изучали сроки, способы обрезки и формировки стройного веретена у разных сортов яблони на среднерослом клоновом подвое 54-118.

Опыты проводятся в УНПЦ «Агроцентр» СГАУ им. Н.И. Вавилова, а также в ООО «Яблоневоый сад» Марксовского района Саратовской области.

Стройное веретено, как известно, предполагает наличие на стволе в кроне разных боковых ответвлений от сравнительно крупных типа полускелетных до 0,8–1,2 м длиной, потом промежуточных, длиной около 0,5 м и, наконец, плодовых веток, растущих непосредственно на стволе.

Эта крона легко формируется на скороплодных сортах, обладающих хорошей пробудимостью почек, но слабой или средней побегообразовательной способностью (Делише, Айдовед, Шафран Саратовский и др.).

Большинство же среднерусских и поволжских сортов являются сильнорослыми с сильной побегообразовательной способностью, что затрудняет формировку на них малогабаритных крон, пригодных для уплотненных схем посадки в интенсивных садах.

Изучая одно-двух и трехкратную «зеленую» обрезку побегов, весеннюю обрезку в фазу бутонизации и в начале вегетации, мы (по предварительным данным) нашли, что наименее трудоемким и, вместе с тем, достаточно эффективным является однократная обрезка (укорачивание) побегов, заканчивающих рост в середине июля. Обрезка производится на расстоянии 20–30 см от основания побега. При обрезке в этот срок удаляется много листьев, это конечно не очень хорошо для дерева, но хорошо способствует достижению конечной цели – превращения сильных побегов в плодовые ветки.

В большинстве случаев дальнейшего сильного удлинения, ответвления не наблюдается, а чаще всего образуется 1–2 боковых ответвлений из верхних пазушных почек длиной не более 20 см.

Нередко приходится наблюдать отрастание пазушных почек на средней части обрезанного побега, из которых вырастают короткие побеги кольчаточного типа. На ряде сортов к осени они эти побеги превращаются в полноценные кольчатки с плодовой почкой на вершине.

На ряде сортов и верхушечный побег завершает вегетацию формированием плодовой почки, превращаясь в плодовой прутик.

Однако на сильнорослых сортах (Кортланд, Беркутовское) такая операция чаще снова заканчивается образованием сильных ростовых побегов, поэтому приходится следующей весной применять повторное укорачивание, обрезая над нижним слабым ответвлением и его тоже укорачивая, оставляя 2–3 почки.

Для таких сортов, очевидно, более целесообразно применять двухкратную, а в ряде случаев и трехкратную летнюю (зеленую) обрезку, начиная с конца июня и завершая ее в конце июля – начале августа.

Такое превращение сильнорастущих побегов в плодовые ветки было разработано сибирским ученым М.А. Лисавенко 80 лет назад для формирования стланцевых (стелющихся) садов.

В нашем исполнении после июньской обрезки, проведенной при достижении побегом длины 20–30 см с оставлением 5–7 листьев, к началу июля из 2–3-х пазушных почек образуются боковые побеги. Как только они достигают длины 20–25 см проводилась вторая зеленая обрезка над нижним слабым ответвлением с укорачиванием и его, оставляя 2–4 листа.

В течение лета на ряде обработанных таким образом побегах прорастают еще 2–3 пазушных почки с образованием коротких побегов кольчаточного типа. К концу вегетации они чаще всего превращаются в кольчатки с плодовыми почками на вершине. Иногда и верхний побег заканчивает вегетацию формированием плодовой почки, превращаясь в плодовой прутик.

Таким способом сильно растущие побеги в течение лета можно превратить в плодовые ветки смешанного типа плодоношения (на кольчатках, копьецах и плодовых прутиках) т.е. в плодуху.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Кондратьев, К.Н., Еськов М.И.* Обрезка яблони в интенсивных садах. – 2017 г.
2. *Муханин, И.В.* К биологическому обоснованию обрезки яблони / И.В. Муханин // Сборник «Повышение эффективности садоводства в современных условиях». – Мичуринск, 2003 – С. 211–216.
3. *Муханин, И.В.* Экономическая эффективность применения интенсивной формировки «компактное веретено» / И.В. Муханин, Л.В. Григорьева, А.И. Кожина // Культурные растения для устойчивого сельского хозяйства в XXI веке (иммунитет, селекция, интродукция). Науч. труды./ Россельхозакадемия. – М. 2011. –Т. IV. – Ч.2. – С. 464–470.

И.Д. Еськов, А.В. Мельников

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов, Россия

ВЛИЯНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ДИНАМИКУ ЧИСЛЕННОСТИ ЭНТОМОФАУНЫ ПЕРЕКРЕСТНООПЫЛЯЕМЫХ КУЛЬТУР В ЛЕСОСТЕПНОМ ПОВОЛЖЬЕ

Энтомофильные культуры занимают весомую долю в сельском хозяйстве Саратовской области [1]. Нектароносами полевых агроценозов Поволжья являются востребованные на рынке бобовые, масличные и зерновые (крупяные) культуры. Энтомофилия перекрестноопыляемых сельскохозяйственных культур рассматривается как фактор стабилизации агробиоландшафтов. Насекомые-антофилы (опылители и некоторые группы энтомофагов) оказывают сильное воздействие на повышение урожайности сельскохозяйственных культур. При организации защитных приёмов полевых агроценозов для сохранения полезной энтомофауны агроценозов, в том числе антофилов-энтомофагов и антофилов-опылителей следует учитывать экологические особенности развития биологических групп насекомых [2, 3].

Цель исследований – влияние экологических факторов на динамику численности вредной и полезной фауны насекомых энтомофильных культур в лесостепном Поволжье.

Исследования проводились в 2012–2014 гг. в Балашовском районе Саратовской области. Материалом исследований служили результаты наблюдений за фитофагами, энтомофагами и насекомыми-опылителями полевых агроценозов в период цветения видов нектароносов (сельскохозяйственных культур – бобовых, сложноцветных и гречишных) в лесостепной зоне Поволжья.

Обследования проводились в фазе бутонизации – начало цветения. Количество пробных площадок для исследований видового состава насекомых (по 1 м²) на каждом варианте варьировалось в зависимости от метода учета численности вредителей. Учеты по выявлению видового состава насекомых проводили по фазам вегетации с.-х. культур, используя методику Г.Е. Осмоловского (1964) [4].

На флору и фауну оказывают влияние экологические факторы, в том числе абиотические (осадки, температура воздуха (в °С) и другие явления погоды). Для определения влагообеспеченности сельскохозяйственных культур использовали гидротермический коэффициент (ГТК) – интегральный показатель увлажненности, предложенный Г.Т. Селяниновым (1937). Годы исследований различались по влагообеспеченности, гидротермический коэффициент в сухой 2012 г. составил 0,40, в более влагообеспеченные 2013-2014 гг. ГТК за аналогичный период 1,01 и 0,71.

Исследования показали, что температура и осадки в период вегетации оказывают влияние как прямо, регулируя динамические процессы популяции фитофагов, а так же косвенно сдерживая или стимулируя активность их хищников и паразитов. На генеративных органах растений энтомофильных культур доминировали клопы и тли, активно питаясь и снижая не только продуктивность, но и питательную ценность этих нектароносов для всех групп полезных антофилов.

Осадки положительно сказывались на рост и облиственность гречихи, формируя благоприятный микроклимат и трофическую базу для сосущих насекомых. Зависимость численности клопов и тлей (y) от величины гидротермического коэффициента (x) характеризовались уравнением (клопы $y=137,54x^2+110,20x-11,77$ при коэффициенте детерминации $R^2= 0,989$, тли $y=-33,55x^2+22,50x-1,41$ при $R^2= 0,208$ соответственно).

Клопы, питающиеся на гречихе в период исследований, были менее требовательны к уровню влагообеспеченности, по сравнению с тлей.

Показатель роста численности энтомофагов на гречихе находился в обратной корреляционной зависимости от температуры воздуха, так как это сдерживало рост численности их жертв. В то время как осадки в это период, не превышающие в сумме 103 мм, способствовали росту вегетативной массы растений и увеличению популяции растительноядных насекомых и соответственно увеличению энтомофагов.

Клопы, питающиеся на подсолнечнике, так же как и на гречихе, были менее требовательны к уровню влагообеспеченности, по сравнению с тлей.

Зависимость численности клопов и тлей (y) от величины гидротермического коэффициента (x) характеризовались уравнением (клопы $y = -2,42x^2 + 8,63x - 1,57$ при коэффициенте детерминации $R^2 = 0,999$, тли $y = -4,88x^2 + 11,27x - 3,27$ при $R^2 = 0,299$ соответственно).

Показатель роста численности энтомофагов на подсолнечнике находился в прямой корреляционной зависимости от температуры воздуха (для кокциnellид, так как это способствовало росту численности фитофагов в весенне-летней период).

Несмотря на то, что люцерна и козлятник, многолетние культуры, относящиеся к семейству Бобовые, тенденции влияния климатических условий на динамику численности фитофагов и энтомофагов в их агроценозах различаются. Влияние температуры и осадков на козлятнике и гречихе имеет значительные совпадения, так как начало заселения фитофагами этих культур начинается в 1 декаде июня. Люцерна возобновляет свою весеннюю вегетацию позже чем козлятник на 10–14 дней, чем и объясняются различия в степени влияния климатических факторов на энтомофауну многолетних бобовых культур.

Влияние абиотических факторов на энтомофауну люцерны, так же как и козлятника, несмотря на некоторые различия, обусловлены многолетней вегетацией бобовых культур. Зернобобовые культуры сосредоточили на себе значительно большее количество фитофагов, чем другие культуры, в основном из-за того, что многолетние травы являются местом зимней резервации практически всего видового состава вредной энтомофауны. В период бутонизации – цветение на бобовых культурах в процентном соотношении фитофаги составили – на козлятнике 55 % и на люцерне 77 % от всех учтенных насекомых. Более раннее возобновление вегетации люцерны и особенно козлятника позволяет насекомым быстро восстановить свою численность и начать заселение других стадий – сельскохозяйственных культур с однолетним циклом развития. На подсолнечнике фитофаги составили 46 % и на гречихе всего 13 % от всех собранных особей в учетах. Такая же тенденция обнаружена по степени заселенности энтомофагами.

Насекомые опылители наиболее интенсивно посещали гречиху (84 %), в 1,7 раза реже гречихи посещали цветоносы подсолнечника (48 %), более чем в 2 раза ниже их посещаемость козлятника (38 %). Наименьшая численность антофилов-опылителей (шмелей) зафиксирована на люцерне 14 %.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Еськов, И.Д.* Влияние агротехнических приемов на энтомофауну семенной люцерны / Еськов И.Д., Теняева О.Л., Бондаренко М.А. // Аграрный научный журнал. – 2012. – № 5. – С. 17–19.
2. Интегрированные методы защиты растений: краткий курс лекций для аспирантов направления подготовки 35.06.01 Сельское хозяйство / В.В. Дубровин // ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2014. – 62 с.
3. *Мельников, А.В.* Видовой состав и численность опылителей на медоносных культурах в условиях Балашовского района Саратовской области / Мельников А.В., Еськов И.Д. // Фундаментальные и прикладные исследования в высшей аграрной школе. Вып. 5. Мат. конф. ППС и аспирантов 16–26 февраля 2015 года / Под ред. Воротникова И.Л., Муравьевой М.В. – Саратов: ООО «ЦеСАин», 2015. – С. 55–59.

4. Осмоловский, Г.Е. Выявление сельскохозяйственных вредителей и сигнализация сроков борьбы с ними / Г.Е. Осмоловский. – М.: Россельхозиздат, 1964. – С. 18–127.

УДК 632.95:470.44

И.Д. Еськов, А.В. Мельников

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов, Россия

ВЛИЯНИЕ ЗАЩИТЫ ЭНТОМОФИЛЬНЫХ КУЛЬТУР НА БИОЛОГИЧЕСКИЕ ГРУППЫ ЭНТОМОФАУНЫ В ЛЕСОСТЕПНОМ ПОВОЛЖЬЕ

Энтомофильные культуры занимают весомую долю в сельском хозяйстве Саратовской области [1]. Возделывание энтомофильных культур (гречиха посевная, козлятник восточный, люцерна посевная и из масличных – подсолнечник культурный), сопровождается системой защитных мероприятий от комплекса вредных объектов, в том числе применение инсектицидов. Организация защиты энтомофильных культур должна быть увязано с сохранением полезной энтомофауны агроценозов, в том числе энтомофагов и полинофагов (насекомых опылителей) [2, 3].

Исследования по изучению влияния инсектицидов на биологические группы энтомофауны в защите энтомофильных культур в лесостепном Поволжье проводились в 2012–2014 гг. в Балашовском районе Саратовской области. Климат района проведения исследований сухой континентальный. Сумма активных температур 2500–2700 °С. Среднегодовое количество осадков 392 мм. ГТК по годам исследований варьировал в пределах 0,6–0,9. По погодным условиям 2012 год был засушливым, 2013 и 2014 годы относительно влажными.

Материалом исследований служили результаты наблюдений за полезной и вредной энтомофауной полевых агроценозов в период цветения видов нектароносов (сельскохозяйственных культур – бобовых, сложноцветных и гречишных) в лесостепной зоне Поволжья.

Обследования проводились в фазе бутонизации – начало цветения (до обработки и через три дня после опрыскивания посевов). Количество пробных площадок для исследований видового состава насекомых (по 1 м²) на каждом варианте варьировало в зависимости от метода учета численности вредителей. Учеты по выявлению видового состава насекомых проводили по фазам вегетации с.-х. культур, используя методику Г.Е. Осмоловского (1964) [4].

Исследования включали в себя опыты по изучению влияния инсектицидов (фосфорорганические – системные и пиретроиды – контактные) на регуляцию численности вредной и полезной энтомофауны агроценозов. Схема опыта состояла по каждой культуре из трех вариантов:

1. Контроль.
2. Контактный инсектицид (д.в. циперметрин).
3. Системный инсектицид (д.в. диметоат).

В фазу бутонизации проводили опрыскивание: контактным инсектицидом Шарпей, мэ (250 г/л циперметрин), норма расхода 0,3 л/га, системным инсектицидом Диметоат - 400, кэ (400 г/л диметоат), норма расхода 0,3 л/га [5].

Суммарная вредоносность комплекса фитофагов на энтомофильных культурах варьировала от 3 до 9,5 % на гречихе, от 1,5 до 12 % на подсолнечнике, 7,3–24 % на люцерне и 17,3–43 % на козлятнике.

Численность насекомых различных биологических групп при использовании диметоата снижалась: для фитофагов до 8,7 %, энтомофагов до 8,0 % и полинофагов – до 32,7 % от исходной численности (табл.). Фосфорорганический инсектицид наиболее активно снижает численность полинофагов (насекомых-опылителей), очевидно системное действие диметоата сказывается на качестве нектара. Циперметрин снижает численность фитофагов в среднем на 60 % (40 % от исходной численности), численность полинофагов почти на 70 % (29,5 % от исходной численности), энтомофагов до 21,5 % от исходного уровня.

Инсектицидные обработки на гречихе в целом, снизили численность фитофагов на 73 %, энтомофагов на 88 % и полинофагов на 70 %, на подсолнечнике численность этих биогрупп составила соответственно 21,9 и 32,5 % от исходной, на козлятнике и люцерне 23 % и 26,5 % (фитофаги), 22,5 % и 15,5 % (энтомофаги), 28,5 % и 33 % (полинофаги) от численности энтомофауны до инсектицидных обработок.

Влияние химических обработок на различные биологические группы насекомых в агроценозах энтомофильных культур

Инсектициды (д.в.)	Численность насекомых после химических обработок, % от исходного (100 %)			
	гречиха	подсолнечник	козлятник	люцерна
Фитофаги				
Диметоат	8,0	7,0	10,0	10,0
Циперметрин	46,0	35,0	36,0	43,0
Энтомофаги				
Диметоат	3,0	5,0	20,0	4,0
Циперметрин	21,0	13,0	25,0	27,0
Полинофаги				
Диметоат	35,0	34,0	27,0	35,0
Циперметрин	25,0	31,0	30,0	31,0

Таким образом, используя в защите посевов системный инсектицид диметоат 400, кэ (0,3 л/га) получена биологическая эффективность, в зависимости от вида сельскохозяйственной культуры, от 92,4 % на гречихе до 97,5 % на подсолнечнике и 89,0–95,8 % на козлятнике и люцерне соответственно. В то время как при обработке посевов контактно-кишечным инсектицидом шарпей, мэ (0,3 л/га) биологическая эффективность была ниже: составила 72,4 %, 83,9 % и 64–79,3 % соответственно.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Еськов, И.Д. Влияние агротехнических приемов на энтомофауну семенной люцерны/ Еськов И.Д., Теняева О.Л., Бондаренко М.А.// Аграрный научный журнал. – 2012. – № 5. – С. 17–19.
2. Интегрированные методы защиты растений: краткий курс лекций для аспирантов направления подготовки 35.06.01 Сельское хозяйство / В.В. Дубровин //ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2014. – 62 с.
3. Мельников, А.В. Видовой состав и численность опылителей на медоносных культурах в условиях Балашовского района Саратовской области /Мельников А.В., Еськов И.Д. // Фундаментальные и прикладные исследования в высшей аграрной школе. Вып. 5. Мат. конф. ППС и аспирантов 16–26 февраля 2015 года /Под ред. Воротникова И.Л., Муравьевой М.В. – Саратов: ООО «ЦеСАин», 2015. – С. 55–59.
4. Методические указания по регистрационным испытаниям инсектицидов, акарицидов, моллюскоцидов и родентицидов в сельском хозяйстве /Ред. Долженко В. И. – Рос. ак. с.-х. наук,

ВНИИЗР, Инновационный центр защиты растений; под ред. В.И. Долженко и др. – Санкт-Петербург: ВНИИЗР РАСХН (Пушкин), 2004 – 363с.

5. Осмоловский, Г.Е. Выявление сельскохозяйственных вредителей и сигнализация сроков борьбы с ними / Г.Е. Осмоловский. – М.: Россельхозиздат, 1964. – С. 18–127.

УДК 635.656:631.526.32

И.К. Жумагалиев, И.Д. Еськов

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов, Россия

ФИТОСАНИТАРНОЕ СОСТОЯНИЕ ГИБРИДОВ ПОДСОЛНЕЧНИКА В ЗАВОЛЖЬЕ

Подсолнечник в последние годы завоевал право стратегической культуры, поэтому занятые им площади из года в год увеличиваются. Стабильная цена, высокая экономическая эффективность сделали выращивание подсолнечника привлекательным [1, 3]. В Саратовской области в настоящее время насыщенность посевных площадей подсолнечником практически достигла своего критического предела с точки зрения фитосанитарной состояния. В структуре посевных площадей Саратовской области лидирует подсолнечник (30,6 % в общих посевных площадях области). В последние годы область лидировала в России по сборам семян подсолнечника (998,3 тыс. тонн или 10,8 % в общих объемах сборов по РФ). Данные Экспертно-аналитический центр агробизнеса «АБ-Центр» указывают, что по посевным площадям этой культуры регион в 2015 году находится на первом месте в России (1142,9 тыс. га или 16,3 % в общероссийских посевах подсолнечника) [4].

Одной из причин, сдерживающих урожайность и валовых сборов семян подсолнечника, является пораженность грибными болезнями и вредителями. Они не только уменьшают урожай, но и ухудшают качество продукции, снижают полевую всхожесть, массу и масличность семян, увеличивают лужистость, при поражении болезнями резко возрастает кислотное число масла, что уменьшает пищевую ценность. Экономическое значение комплекса болезней и вредителей подсолнечника варьирует и зависит от почвенно – климатических условий, возделываемого сортимента сортов и гибридов, насыщенности севооборота подсолнечником, агротехники, уровня селекционной работы.

Исследования проводились на гибридах подсолнечника Норд, Анюта, Вулкан, Орфей и Светлана, норма высева 55 тыс. всхожих семян на 1 га. Повторность всех опытов четырехкратная. Размещение вариантов рендомизированное. Площадь учетной делянки – 110 м². Во время проведения полевых экспериментов осуществлялись все необходимые наблюдения и учеты за состоянием агроценозов подсолнечника в соответствии с методикой Б.А. Доспехова (1985). Для выявления распространенности болезней подсолнечника проведены маршрутные обследования семенных посевов этой культуры по общепринятой методике ВНИИМК (1986) с использованием методов учета поражения болезнями. Учет вредителей проводили по методике Всероссийского института защиты растений (ВИЗР).

В 2016–2017 гг. агроклиматические условия способствовали активному росту вредоносной почвенной и аэрогенной инфекцией. Наиболее распространенными заболеваниями были альтернариоз, белая и сухая гнили, фомоз, пероноспороз и ржавчина [2]. В 2017 году пероноспороз (ложная мучнистая роса) и ржавчина подсолнечника достигли не только широкой распространенности, но и достаточно высокой вредоносности.

Пероноспороз (ложная мучнистая роса) приводит к отставанию больных растений в росте, у них плохо развивается корневая система, в результате чего снижается количе-

ство и качество урожая. Болезнь начала проявляться с конца мая – начале июня на ранних посевах. Для этого заболевания благоприятна влажная прохладная погода. Перезаражение воздушным путем в июне приводило к проявлению заболевания на листьях. Избыточное увлажнение почвы в весенний период, дожди и низкий температурный режим в первой половине июня спровоцировали заболевание на подсолнечнике позднего срока сева. Во второй половине июня на посевах подсолнечника в фазе развития 6–8 настоящих листьев-начало бутонизации наблюдались первые признаки поражения растений пероноспорозом. Распространение болезни на гибридах подсолнечника в Заволжье наблюдалось в пределах 3,0–6,5 % с развитием 0,1–2,7 %.

Ржавчина так же может приводить к большим потерям урожая, особенно на фоне корневых гилей и других микокозов. На зараженных ржавчиной растениях образуются мелкие темно-коричневые подушечки, являющиеся отличительным признаком болезни. В появлении первых пустул ржавчины на листьях нижнего яруса подсолнечника (фаза развития 6–8 настоящих листьев-бутонизации) было зафиксировано в третьей декаде июня. В конце июня погодные условия (высокие температуры, обильная роса в утренние часы, кратковременные дожди) благоприятствовали развитию и распространению болезни. В летний период отмечалась зараженность посевов, где распространение болезни составляло 12,5–14,0 %, развитие не выше 2–5,5 %.

Так же в последние годы практически сформировался комплекс вредной энтомофауны подсолнечника, так кроме почвообитающих жуков чернотелок, шелкунов и долгоносиков, в Саратовской области распространены жуки щипоноски (сем. Шипоноски, или горбатки – Mordellidae), листья повреждают гусеницы лугового мотылька, на генеративных органах развиваются хлопковая совка, подсолнечниковая огневка или подсолнечниковая моль, или метлица (*Homoeosoma nebullella*) – бабочка семейства огнёвок (Pyralidae), клопы (сем. Pentatomidae и Miridae) и тля (сем. Aphididae, *Brachycaudus helichrysi* Kalt. и некоторые другие виды).

Необходимо отметить, что кормовыми растениями гусениц являются сорные растения сем. Астровые (Asteraceae) в обилие произрастающие в полевых агроценозах: бодяк обыкновенный (*Cirsium vulgare*), крестовник луговой (*Jacobaea vulgaris*), пижма обыкновенная (*Tanacetum vulgare*) и поповник обыкновенный (*Leucanthemum vulgare*) а также падалица подсолнечника.

Исследуемые гибриды подсолнечника характеризуются устойчивостью к основным опасными болезням, в том числе пероноспорозу, вилту и ржавчине, поэтому общая вредоносность патогенов не достигла хозяйственно-ощутимого уровня. Гибриды подсолнечника в 2016–2017 гг. по степени увеличения комплексной устойчивости к грибным болезням стоят в ряду: Орфей Светлана, Анята, Вулкан, Норд.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Еськов И.Д. Фитосанитарное состояние посевов подсолнечника в Саратовской области / Еськов И.Д., Теняева О.Л., Халтурин А.Б. // Эффективность агрономелиоративных приемов в земледелии: сборник научных работ, посвященный 95-летию агрономического факультета / ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – 2008. – С. 46–48.
2. Обзор фитосанитарного состояния посевов сельскохозяйственных культур в Российской Федерации в 2016 году и прогноз развития вредных объектов в 2017 году /Общая ред.: Д.Н. Говоров, А.В. Живых. – М.: ФГБУ «РОССЕЛЬХОЗЦЕНТР», 2017. – 881 с.
3. Особенности стратегии и тактики проведения весенних полевых работ с учетом изменения климата, складывающихся и ожидаемых погодных условий в 2016 сельскохозяйственном году / Практические рекомендации – Саратов – 2016. – 24 с.
4. Экспертно-аналитический центр агробизнеса «АБ-Центр». Сельское хозяйство Саратовской области. [Электронный ресурс] – Режим доступа к журн.: <http://www.ab-centre.ru>. – Загл. с экрана.

Ю.К. Земскова, В.С. Вдовенко

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов, Россия

ИССЛЕДОВАНИЕ ВРЕДНОСТИ МУЧНИСТОЙ РОСЫ В ЗИМНЕ-ВЕСЕННИХ ТЕПЛИЦАХ

Огурцы – теплолюбивая культура, за которой необходимо грамотно ухаживать, обеспечивать питанием, соблюдать сроки полива и вноса удобрения. Зачастую при выращивании в зимне-весеннее время в остекленных и пленочных теплицах овощеводы сталкиваются с такой проблемой, как мучнистая роса. Мучнистая роса (*Oidium erysiproides*) заболевание может встречаться как в закрытом, так и в открытом грунте.

Цель работы заключалась в исследовании вредности мучнистой росы в условиях защищенного грунта ИП «Глава КФХ В.В. Шелекета».

Материалы и методы исследования. В качестве объекта исследований использовался огурец растения гибридов F1 Кураж и F1 Мамлюк (селекционно-семеноводческая компания «Гавриш»). Сроки выращивания (ноябрь – август).

Опыты закладывались и проводились в зимне-весенней теплице со светопрозрачным поликарбонатным покрытием. Использовали фунгицид ТОПАЗ, КЭ. Действующее вещество: 100 г/л пенконазол, химический класс: триазолы. Класс опасности: 3 (2 класс по стойкости в почве). Authorisation Number: 2045-10-107-018-0-1-3-1 (07.10.2020). Регистрант: ООО «Сингента». Препарат системного действия.

Участок был разделен на 2 части, в каждой отдельный гибрид растения. Производились опрыскивания растений с 3-х кратной периодичностью препаратом Топаз, КЭ.

Эффективность фунгицида Топаз, КЭ

Гибриды	Фаза роста	Поражение болезнью (%)	Эффективность препарата Топаз
F ₁ Кураж	Посадка рассады	-	-
	Фаза 7–9 листьев	-	-
	Фаза бутонизации	0,5	
	Фазы цветения и плодоношения	1,5	98 %
F ₁ Мамлюк	Посадка рассады	-	-
	Фаза 7–9 листьев	-	-
	Фаза бутонизации	2,5	
	Фазы цветения и плодоношения	4,5	93 %

В фазе бутонизации гибрид F1 Кураж – проявил большую устойчивость к мучнистой росе 0,5 % поражения, в то же время как гибрид F1 Мамлюк – 2,5 %. Так же в фазу цветения и плодоношения лучше всего показал себя гибрид F1 Кураж, поражение составило 1,5 %, а гибрид F1 Мамлюк – 4,5 %. Это является хорошим показателем действия препарата. Во время выращивания рассады признаков заболеваний мучнистой росой не наблюдалось. Эффективность препарата показана в таблице.

Выводы. Препарат отличился высокой скоростью воздействия на мицелий, так как останавливает его развитие на зараженных растениях спустя два – три часа с момента опрыскивания. Способен защищать наиболее уязвимые части растений, так как является системным. Из данного исследования можно сделать вывод, что препарат системного действия ТОПАЗ, КЭ является эффективным фунгицидом против мучнистой росы

огурца F1 Кураж и F1 Мамлюк в условиях защищенного грунта ИП «Глава КФХ В.В. Шелекета».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Пересыпкин, В.Ф.*, Сельскохозяйственная фитопатология / 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1989. – 480 с., ил.
2. www.syngenta.ru
3. pesticidy.ru
4. biofile.ru
5. dic.academic.ru

УДК 635.64: 635.25: 635.65 (470.44)

Ю.К. Земскова, В.М. Селезнева, Н.П. Жаровцева, Т.Ю. Гаджиев, В.С. Вдовенко, А.А. Афанасьев

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов, Россия

ОСОБЕННОСТИ ВЫРАЩИВАНИЯ ПРОДУКЦИИ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР ЗАЩИЩЁННОГО ГРУНТА В УСЛОВИЯХ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация. В данной статье рассматриваются вопросы выращивания овощной продукции в условиях защищенного грунта, оцениваются показатели продуктивности гибридов томата и салата, влияние субстратов на продуктивность огурца.

Ключевые слова: овощеводство защищенного грунта, томат, салат, огурец, урожайность, товарная урожайность.

Здоровье современного человека обеспечивают выращенные в экологически безопасных условиях овощи. Необходимо питаться свежими качественными овощами, при этом они должны быть в рационе в течение всего года и в широком ассортименте. Обеспечение в течение круглого года населения овощами может быть только на основе рационального сочетания возделывания овощей в открытом и защищенном грунте [1, 2, 4].

По последним данным ученых потребление овощей в России распределено не одинаково: на 16 % овощами обеспечен первый квартал, на 14 % – второй, на 40 % – третий; до 30 % – четвертый. Поэтому главной задачей овощеводства защищенного грунта остается круглогодичное обеспечение жителей Российской Федерации качественной овощной продукцией [4].

Целью работы было провести анализ продуктивности гибридов томата и салата, приемов выращивания огурца в условиях защищенного грунта.

Опыты закладывались и проводились в течение нескольких лет в зимних теплицах ведущих предприятий овощеводства защищенного грунта Саратовской области.

Материалы исследований по испытанию гибридов томата: F1 Вестланд, F1 Гродена, F1 Долорес, F1 Форенза, F1 Жеронимо – контрольный гибрид.

Результаты. Как видно из таблицы 1 самый ранний первый сбор наблюдался у гибридов F1 Вестланд и F1 Долорес – 19 марта. У контрольного гибрида F1 Жеронимо первый сбор был 23 марта, как и у гибрида F1 Форенза. Первый сбор гибрида F1 Гродена проводился 27 март, т.е. самым последним. Последний сбор всех гибридов проводился в один день 29 октября.

Фенологические наблюдения

Гибрид	Посев	Полных всходов	Массовое цветение	Начало побурения	1-й сбор	2-й сбор	Последний сбор
F ₁ Вестланд	26.11	01.12	22.01	18.03	19.03	23.03	29.10
F ₁ Гродена	26.11	01.12	21.01	25.03	27.03	30.03	29.10
F ₁ Долорес	26.11	01.12	22.01	19.03	19.03	23.03	29.10
F ₁ Форенза	26.11	01.12	21.01	20.03	23.03	27.03	29.10
F ₁ Жеронимо - контроль	26.11	01.12	20.01	24.03	23.03	27.03	29.10

Анализируя полученные результаты по урожайности (табл. 2) можно отметить получение ранней продукции у гибрида F₁ Гродена составила 4,7 кг/м², это самый высокий показатель. Тогда как у контрольного гибрида F₁ Жеронимо этот показатель составил 4,5 кг/м². Самая низкая урожайность ранней продукции наблюдалась у гибрида F₁ Вестланд – 3,1 кг/м². Полученная ранняя урожайность гибрида F₁ Гродена оказалась на 1,1 кг/м² больше, чем на контрольном гибриде.

Таблица 2

Урожайность и выход товарной продукции гибридов томата

Гибрид	Средняя урожайность товарной продукции, кг/м ²	Выход товарной продукции, %	Урожай ранней продукции, кг/м ²
F ₁ Вестланд	32,8	98,2	3,1
F ₁ Гродена	43,1	97,8	4,7
F ₁ Долорес	35,4	97,2	3,5
F ₁ Форенза	38,1	97,2	4,4
F ₁ Жеронимо – контроль	42,0	98,4	4,5

Материалы исследований по испытанию гибридов салата: F₁ Афицион, F₁ Фриллис, F₁ Энтони, все гибриды включены в Госреестр.

Результаты. Полученные данные фенологических наблюдений за гибридами салата позволяют отметить, что все гибриды в одни и те же сроки сформировали товарные растения, поэтому данные по фенологии не вынесены в статью.

Исходя из полученных данных по урожайности (табл. 3) можно отметить, что у гибрида F₁ Афицион РЗ масса одного растения выше на 23,3 грамма по сравнению со средними показателями, урожайность при этом составила 6,3 кг/м² – это самый высокий показатель. Самая низкая урожайность салатной продукции наблюдалась у гибрида F₁ Фриллис – 3,9 кг/м².

Материалы исследований по испытанию влияния субстратов на продуктивность огурца: гибрид F₁ Кураж, минеральная вата (Grodan), минеральная вата (Ульяновск), торф – контроль.

Учет урожайности

Гибрид	Количество растений на 1 м кв.	Масса одного растения, г	Урожайность, кг с 1 м ²
F ₁ Афицион РЗ	35	180,0	6,3
F ₁ Фриллис	26	140,0	3,6
F ₁ Энтони	26	150,0	3,9
в среднем по гибридам	29	156,7	4,5

Результаты. Наблюдения за фенологией роста и развития огурца позволяют отметить (табл. 4), что по скорости развития растений огурца гибрида F₁ Кураж изучаемые субстраты характеризуются следующим образом: на минеральной вате развитие растений проходило быстрее, чем на торфе, в результате чего, во 2-ом и 3-ем вариантах опыта фазы начало образования плодов и плодоношение наступили на 3 суток раньше, чем на контрольном варианте – торф.

Таблица 4

Данные фенологических наблюдений за растениями огурца гибрида F₁ Кураж

Субстрат (вариант опыта)	Фенологические фазы, дата						
	посев	появление всходов	образование 1 наст. листа	высадка рассады (образование 3-4 наст. листа)	начало цветения	начало образования плодов	начало плодоношения
Минеральная вата (Grodan)	28.12	30.12	04.01	18.01	20.01	28.01	10.02
Минеральная вата (Ульяновск)	28.12	30.12	04.01	18.01	20.01	28.01	10.02
Торф – контроль	28.12	30.12	06.01	18.01	23.01	01.02	13.02

Из полученных данных (табл. 5) видно, что максимальная урожайность с 1 м² гибрида огурца F₁ Кураж была получена на субстрате минеральная вата «Grodan» (11,5 кг/м²). Урожайность на ульяновской минеральной вате была ниже контроля всего на 0,5 кг/м².

Таблица 5

Урожайность огурца гибрида F₁ Кураж, кг/м²

Субстрат (вариант опыта)	Средняя урожайность товарной продукции, кг/м ²	Выход товарной продукции, %	Урожай ранней продукции, кг/м ²
Минеральная вата (Grodan)	11,5	98,1	4,3
Минеральная вата (Ульяновск)	10,1	94,7	3,5
Торф – контроль	10,6	95,0	4,0

Выводы и предложения. Самыми скороспелыми оказались гибриды F₁ Вестланд и F₁ Долорес; высокий показатель урожайности ранней продукции составил 4,7 кг/м² у гибрида F₁ Гродена, самая низкая урожайность ранней продукции у гибрида F₁ Вестланд – 3,1 кг/м²; процент товарной продукции самый высокий у плодов гибрида F₁ Жеронимо (контроль) – 98,4 балла; самую высокую общую урожайность показал гибрид F₁ Гродена – 43,1 кг/м².

Наивысший показатель урожайности салата отмечен у гибрида F1 Афицион РЗ – 6,3 кг/м², наименьшая урожайность наблюдалась у гибрида F1 Фриллис – 3,9 кг/м².

Растения огурца гибрида F1 Кураж развивались быстрее на минеральной вате, чем на торфе. Наибольший выход товарной продукции – 98,1 % был получен на варианте с использованием минеральной ваты «Grodan».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Брызгалов, В.А.* Овощеводство защищенного грунта / В.А. Брызгалов, В.Е. Советкина, Н.И. Савинова. – Л.: Колос, 1995. – 352 с.
2. Овощеводство/Тараканов Г.И., Мухин В.Д. и др. - М., Колос, 2002. – 472 с.: ил.
3. Атлас овощных растений / Сост. Ю.К. Земскова А.В. Савченко, А.В. Фляженков ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ» Саратов, 2013. – 20 с.
4. <http://naukarus.com/osobennosti-i-tendentsii-razvitiya-ovoshevodstva-zaschisnennogo-grunta>.

УДК 338

С.Б. Исмуратов, Г.К. Дамбаулова

Костанайский инженерно-экономический университет имени М. Дулатова,
г. Костанай, Республика Казахстан

К ВОПРОСУ РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ КООПЕРАЦИИ В АПК РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Агропромышленное производство играет первостепенную роль в экономике любой страны, так как обеспечивает ее экономическую и продовольственную безопасность. От развития сельского хозяйства во многом зависит жизненный уровень и благосостояние населения: размер и структура питания, среднедушевой доход, потребление товаров и услуг, социальные условия жизни. Сельское хозяйство – это не только отрасль экономики, но и среда обитания значительной части населения страны.

В этот процесс достаточно существенный вклад вносят субъекты малого и среднего бизнеса в сельском хозяйстве. В настоящее время в сельском хозяйстве Казахстана сформировались три варианта форм хозяйствования:

1. Мелкий бизнес, представленный фермерскими (крестьянскими) хозяйствами.
2. Средний бизнес, представленный различными товариществами, ассоциациями, кооперативами.
3. Крупный бизнес, представленный аграрными корпорациями.

Основными субъектами малого и среднего бизнеса в агропромышленном комплексе (АПК) Казахстана являются такие аграрные товаропроизводители, как сельскохозяйственные предприятия; крестьянско-фермерские хозяйства; личные подсобные хозяйства (ЛПХ) и кооперативы.

Личные подсобные хозяйства (ЛПХ) по критериям, присущим современным владельцам ЛПХ (устойчивый товарно-потребительский характер деятельности; имущественная и организационная самостоятельность; сопряженность с риском; самостоятельная ответственность за результаты деятельности; личная инициатива владельца) по праву займут свое место среди субъектов малого и среднего бизнеса на селе.

В пользовании субъектов малого и среднего бизнеса находится около 30 % всех сельскохозяйственных угодий, в то же время они производят более половины сельскохозяйственной продукции страны [1]. Данный сегмент аграрной экономики обеспечивает повышение занятости и доходов сельского населения.

Аграрная продукция является одной из самых конкурентоспособных зон Казахстана: по экспорту муки страна уже несколько раз подряд удерживает первое место, по по-

ставкам семян льна – третье, по поставкам пшеницы входит в десятку лучших экспортёров и занимает седьмые – восьмые места в мире, что дает весомую прибыль и отражает большую значимость аграрного сектора для экономики страны. В последние годы Казахстан активнее осваивает новые рынки. Так, в 2014 году в Китай было поставлено 378,6 тыс. т аграрной продукции на общую сумму в 143,8 млн долларов, что стало самым высоким показателем поставок данной продукции на китайский рынок за всю историю взаимных торгово-экономических отношений.

Субъекты малого и среднего бизнеса, независимо от сферы деятельности, способны быстро адаптироваться под воздействием изменяющихся факторов внутренней и внешней среды, что особенно актуально на современном этапе развития АПК.

В числе субъектов малого и среднего бизнеса, в частности на территории Костанайской области, наибольший удельный вес занимают владельцы ЛПХ (64 %), представители крестьянско-фермерских хозяйств (29 %) и только 7 % – это представители малых и средних сельскохозяйственных предприятий.

Современный этап развития АПК Казахстана характеризуется нестабильностью развития, монополизмом крупных сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий, низкой конкурентоспособностью продукции, произведенной субъектами малых форм хозяйствования. В преодолении длительного аграрного кризиса и улучшении сложившейся в АПК ситуации огромное значение приобретает становление и эффективное развитие кооперативных форм хозяйствования на селе.

Проблема эффективного развития системы сельскохозяйственной кооперации – это вопрос не только социально-политической, но и в большей мере экономической важности. Товаропроизводители, не связанные кооперационными и интеграционными отношениями с перерабатывающими и торгово-сбытовыми предприятиями, не могут эффективно реализовывать свою продукцию и вынуждены содержать всевозможных посредников.

В АПК РК сельскохозяйственная кооперация в течение достаточно длительного периода времени не получала должного развития, потому что многие владельцы ЛПХ, крестьянских (фермерских) хозяйств не видели преимуществ кооперации, действующее законодательство до сих пор было сложным и запутанным, нельзя было распределять прибыль в сельских потребительских кооперативах, созданных в форме некоммерческих организаций, а также отсутствие мер господдержки в виде специального налогового режима и льготного кредитования для сельских потребительских кооперативов водопользователей и сельхозтовариществ.

На современном этапе развития аграрному сектору РК присуще мелкотоварное производство, слабая материально-техническая база, а также низкоэффективная система сбыта продукции, что способствует появлению большого количества посредников. Хотя функция самообеспечения ЛПХ и крестьянских семей продовольствием трансформируется в функцию получения дохода, средние доходы крестьянских хозяйств по стране составляют 2, 63 млн тенге, расчетная прибыль – 850 тыс. тенге. Низкие доходы субъектов малого и среднего предпринимательства не позволяют им развивать бизнес на селе на должном уровне [1].

Существуют и другие проблемы развития и повышения эффективности функционирования субъектов малого и среднего бизнеса на селе: большинству мелких хозяйств недоступны меры государственной поддержки в виде субсидирования; слабая обеспеченность действующими объектами инфраструктуры, что приводит к появлению большого количества посредников и, соответственно, к снижению доходов; недостаточный уровень образования и нехватка знаний в различных сферах деятельности и отсутствие предпринимательской инициативы сельских жителей.

Все эти, и другие проблемы, вызывают необходимость объединения мелких товаропроизводителей и создания современных организационных структур в форме сельскохозяйственных кооперативов, которые будут защищать интересы субъектов малого и

среднего бизнеса, помогать осуществлять совместное производство, сбыт продукции, первичную переработку, обеспечивать средствами производства (ГСМ, семена, удобрения и др.), проводить техническое обслуживание сельскотоваропроизводителей и др. услуги.

В аграрном секторе мира кооперативное движение получило широкое развитие. Например, в Бельгии 50 % молока производится в переработанном виде через кооперативные предприятия, в Германии и Франции – около 55–60 %, в Дании – около 90 %. В Европейских государствах высока доля кооперации в производстве овощей и фруктов, в пределах 30–50 %. В отдельных государствах, в частности Дании, до 60–70 % занимают кооперативы в производстве мяса. Очень значительная доля кооперативов в этих странах в снабжении фермеров материально-техническими ресурсами, до 50–60 % их обслуживаются кооперативными структурами. Опыт европейских стран, США, Канады, Японии показывает высокую эффективность сельхозтоваропроизводителей, обслуживаемых кооперативами [2].

Министерство сельского хозяйства Республики Казахстан готовит новую Государственную программу развития АПК РК на 2017–2021 гг. Подготовлена концепция этой программы. Главная цель программы – обеспечение населения страны продуктами питания, повышение экспертного потенциала и повышение доходов сельских товаропроизводителей [1]. В решении этих задач важная роль отводится развитию сельскохозяйственной кооперации. Дальнейшее успешное развитие малого и среднего бизнеса в сельском хозяйстве РК, по нашему мнению, возможно при активном вовлечении его участников в интеграционные и, в частности, кооперационные процессы. Именно кооперирование сельскохозяйственных товаропроизводителей позволит существенно снизить степень остроты поставленных проблем.

Министерством сельского хозяйства Республики Казахстан разработан новый закон «О сельскохозяйственных кооперативах» (от 29 октября 2015 года) и сопутствующий ему документ «О внесении изменений и дополнений в некоторые законодательные акты Республики Казахстан по вопросам сельского хозяйства», которые вступили в силу с 1 января 2016 года [3].

Новое законодательство внесло существенные изменения в процесс развития кооперации в Казахстане. К таким изменениям, в частности относятся следующие:

- 1) присвоение сельскохозяйственным кооперативам статуса юридического лица в организационной форме производственного кооператива;
- 2) перевод аграрных кооперативов из разряда некоммерческих в коммерческие организации, что, в свою очередь, дает возможность распределения прибыли между всеми членами кооператива;
- 3) применение специального налогового режима для аграрных кооперативов без ограничений;
- 4) применение принципа реализации товаров, работ, услуг членам сельскохозяйственного кооператива по себестоимости;
- 5) обязательное членство в ревизионных союзах (ассоциациях) сельскохозяйственных кооперативов, которые будут проводить внутренний аудит финансово-хозяйственной деятельности входящих в него кооперативов.

Согласно этому Закону в РК получают развитие следующие формы сельскохозяйственных кооперативов:

- кооперативы по производству сельскохозяйственной продукции в сфере АПК, при которых мелкие сельхозтоваропроизводители, имеющие малые размеры сельхозугодий, прежде всего, пашни, слабую материально-техническую базу при отсутствии техники вынуждены объединяться в целях совместной обработки земли с применением единых севооборотов, совместными усилиями приобретают сельскохозяйственную технику. В производственных кооперативах объединяются средства производства, необходимые для совместной работы: земля, материально-технические ресурсы и объе-

диняется человеческий труд, т.е. создается коллективное предприятие, при котором каждый член кооператива имеет свою долю, с которой он может выйти из кооператива в любое время. Эту долю он может продать, передать по наследству члену своей семьи или члену кооператива, или на базе выделенного пая владелец может организовать самостоятельное фермерское хозяйство;

- кооперативы по сбыту продукции. Сбытовые кооперативы занимаются первичным сбытом фермерской продукции, включающим ее заготовку, транспортировку на перерабатывающие и оптовые сбытовые предприятия. Среди развитых государств Европы сбытовые кооперативы получили развитие в скандинавских странах. Так, в Дании, Норвегии, Швеции через них сбывается свыше 80 % товарной продукции сельского хозяйства. Во Франции – 67 % зерна, 65 % свинины и 52 % молока реализуются от фермеров через сбытовые кооперативы. В США 81 % молока реализуется через молочные кооперативы;

- снабженческие кооперативы, охватывающие сферу обеспечения хозяйств средствами производства и производственными услугами. В Европейских странах через них поставляются от 40 до 80 % минеральных удобрений, 60–80 % – комбикормов. В функции снабженческих кооперативов входят: оптовые закупки семян, химикатов, горюче-смазочных материалов, ветеринарных препаратов; изготовление кормосмеси, контроль качества кормов, заготовка и доставка кормов на ферму; ремонт техники и оборудования, доставка запчастей.

Могут развиваться кредитные кооперативы и кооперативы, совмещающие несколько видов функций: производство, материально-техническое обслуживание и сбыт продукции. Совмещение функций позволяет лучше регулировать объем и ритм поставок продукции и тем самым влиять на экономические условия ее реализации. Кооперативы, совмещающие функции сбыта и переработки, подчиняют фермеров жестким требованиям современного «организованного» рынка сбыта; минимизации издержек производства, соблюдению стандартов качества, поставок крупными партиями и т.п.

Введение изменений в действующее законодательство направлено на устранение ключевых барьеров, сдерживающих активное развитие кооперативного движения в Казахстане:

- наличие у кооперативов статуса некоммерческой организации, что исключало возможность распределения прибыли;

- чрезмерность нормативно-правового регулирования кооперационных процессов (5 официально действующих законов) и излишнее правовое вмешательство во внутреннюю среду кооперативной организации;

- недостаточность мер господдержки в форме специального налогового режима и льготного кредитования для сельскохозяйственных кооперативных формирований;

- отсутствие доверия к руководству кооперативных структур, непрозрачность финансово-экономической деятельности кооперативов;

- невозможность участия юридических лиц в производственных кооперативах.

Таким образом, действующее законодательство позволит существенно активизировать развитие кооперационных процессов в агропромышленном комплексе, а также обусловит постепенное сокращение теневого сектора в сельскохозяйственном производстве [4].

В частности, по состоянию на 9 сентября 2016 года в РК зарегистрировано 446 сельскохозяйственных кооперативов [5]. Кооперативы функционируют в сферах производства, переработки, хранения и реализации животноводческой и растениеводческой продукции.

Введение в действие нового закона, безусловно, свидетельствует о наступлении нового, более прогрессивного этапа в развитии сельскохозяйственной кооперации в Казахстане.

Новые законодательные установки позволят сельскохозяйственным товаропроизводителям стабильно функционировать и повышать эффективность своей деятельности

Разработка и использование на практике эффективных моделей кооперации и интеграции сельскохозяйственных товаропроизводителей позволит агропромышленному комплексу казахстанской экономики занять достойное место в национальном хозяйстве страны.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 *Темирбекова А.Б., Дуламбаева Р.Т.* Перспективные формы предпринимательства в аграрном секторе // Вестник КазНУ. – Алматы. – 2012. – <http://articlekz.com/article/8418>.

2. Казахстан: О проблемах развития кооперации в аграрном секторе. – <http://selcoop.ru/cooperation/international/kazakhstan-o-problemakh-razvitiya-kooperatsii-v-ag>.

3 Закон Республики Казахстан от 29 октября 2015 года № 372-V «О сельскохозяйственных кооперативах» (по состоянию на 29.10.2015 г.) Астана, Акорда, 2015. – Режим доступа : <http://www.akorda.kz/kz>.

4 Тезисы к пресс-конференции по презентации проекта Закона «О сельскохозяйственной кооперации». – Режим доступа: <http://mgov.kz/ru/tezisy-k-press-konferentsii-po-prezentatsii-proekta-zakona-o-sel-skhozyajstvennoj-kooperatsii>.

5 Официальный интернет-ресурс Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан. – Режим доступа : <http://mgov.kz>.

УДК 632.951:635.21:631.559 (574.11)

Л.Т. Калиева, Д.К. Тулегенова

Западно-Казахстанский аграрно-технический университет им. Жангир хана,
г. Уральск, Республика Казахстан

РАЗВИТИЕ РАСТЕНИЙ КАРТОФЕЛЯ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ РАЗЛИЧНЫХ ПРЕПАРАТОВ ПРОТИВ КОЛОРАДСКОГО ЖУКА

Аннотация. Установлено влияние биологических и химических инсектицидов на развитие колорадского жука, степень повреждения им надземной части растений картофеля, формирование количества стеблей и листьев картофеля.

Ключевые слова: картофель, колорадский жук, инсектициды, имаго, листья, стебли.

Стратегия борьбы с таким опасным вредителем картофеля как колорадский жук должно базироваться на системах защитных мероприятий, адаптированных для каждой зоны, не вызывающих всплеск его массового размножения и замедляющих процессы внутривидовой изменчивости [1].

В связи с этим в 2007–2009 гг. нами проводились исследования по сравнительной оценке препаратов различных химических классов в борьбе с вредителем и повышения устойчивости и продуктивности картофельного агрофитоценоза в Западно-Казахстанской области в условиях резистентности колорадского жука к инсектицидам.

Цель исследований: изучить влияние биологических и химических инсектицидов на повреждаемость растений картофеля колорадским жуком и продуктивность картофеля.

Задачи исследований: определить биологическую эффективность различных инсектицидов на имаго и личинок колорадского жука, степень повреждения надземной массы в разные фазы развития картофеля и их влияние на формирование урожая.

Исследования показали, что применение инсектицидов не оказывало влияния на прохождение фенологических фаз развития растений, однако высота их, где была большая заселенность вредителем была на 2–3 см ниже, что на наш взгляд объясняется

тем, что в начале заселения посадок вредитель предпочитает питаться молодыми листьями, а уничтожив их начинает повреждать черешки и стебли.

Особо ощутимый вред колорадский жук наносит в так называемый ювениальный период органогенеза растений при прохождении VIII и начала IX этапов органогенеза, когда идет формирование листового аппарата и формируются клубни. Повреждение листового аппарата картофеля колорадским жуком именно в этот период приводит к существенному уменьшению ассимиляционной поверхности, и соответственно, к нарушению обмена веществ и транспорта ассимилянтов к формирующимся клубням, что серьезно сказывается на количестве и качестве урожая [2].

Сегодня в растениеводстве при разработке современных агротехнологий основных полевых культур и выборе оптимальных их вариантов большую пользу оказывают основные показатели продукционного процесса.

Таблица 1

Развитие растений картофеля при применении различных препаратов против колорадского жука

Испытываемые инсектициды	Количество на 1 куст, шт.							
	Стеблей				Листьев			
	2007 г.	2008 г.	2009 г.	Среднее за 3 года	2007 г.	2008 г.	2009 г.	Среднее за 3 года
1.Контроль (растения опрыскивались водой)	4,5	4,8	4,6	4,6	36,8	38,6	37,2	37,5
2.Каратэ, к.э. (0,1 л/га)	4,6	5,0	4,9	4,8	94,6	100,2	88,3	94,3
3.Кинмикс, к.э. (0,2 л/га)	4,7	5,0	4,6	4,8	98,2	108,1	96,5	100,9
4.Суми-альфа, к.э. (0,25 л/га)	4,6	4,9	4,8	4,7	94,8	97,8	94,2	95,6
5.Фастак, к.э. (0,1 л/га)	4,7	5,0	4,9	4,8	94,9	101,6	103,6	100,0
6.Бульдок, к.э. (0,25 л/га)	4,8	5,1	5,0	4,9	102,4	104,8	98,3	101,8
7.Банкол, 50 % с.п. (0,25 л/га)	5,2	5,2	4,8	5,0	152,4	158,6	144,6	151,8
8.Циткор, 0,25 % к.э. (0,16 л/га)	4,9	5,0	4,8	4,9	99,8	108,8	101,5	103,3
9.Дельтацид, 12,5 %, к.э. (1к по 30 г/10 л)	4,5	4,6	4,7	4,6	95,2	98,6	97,2	97,0
10.Битоксибациллин, П (БА-1500 ЕА мг) (2 кг/га)	4,7	4,8	4,8	4,7	98,8	107,6	98,4	101,6
11.Акарин, 0,2 к.э. (1 л/га)	5,2	5,3	5,1	5,2	156,8	158,2	153,6	156,2
12.Конфидор, в.р.к. (0,1 л/га)	5,3	5,3	5,2	5,2	157,1	160,2	159,1	158,8
13.Конфидор, в.р.к. (0,2 л/га)	5,3	5,3	5,2	5,2	158,5	160,6	158,2	159,1
14.Конфидор, в.р.к.(0,3 л/га)	5,3	5,3	5,2	5,2	158,8	160,8	159,1	159,5

Основными показателями продукционного процесса естественных и культурных фитоценозов принято считать: площадь листьев и других ассимилирующих органов; фотосинтетические потенциалы и их структуру; интенсивность и чистую продуктивность фотосинтеза; среднесуточные приросты и динамику формирования общей фитомассы и отдельных органов; донорно – акцепторные отношения, в том числе реутилизацию пластических веществ; коэффициенты хозяйственной эффективности (урожайные индексы); энергетические коэффициенты [3].

Наблюдениями установлено, что на количестве стеблей, листьев, на прирост массы ботвы, приходящейся на одно растение оказывают влияние повреждаемость растений колорадским жуком и погодные условия вегетационных периодов (табл. 1). Так, количество стеблей в контрольном варианте составило 4,8 шт./куст, что больше, чем в 2007 году на 0,3 стебля, а в сравнении с 2009 годом на 0,2 стебля. Аналогичная закономерность наблюдается и по остальным вариантам.

В среднем за 3 года количество стеблей на 1 куст колебалось в пределах 4,6–5,2 стебля. Наименьшее количество их (4,6 стебля/куст) отмечено на контрольном варианте и при обработке дельтацидом, а наибольшее (5,2 стебля/куст) при обработке акарином и конфидором, или на 0,6 стебля больше, чем на контроле и на 0,2–0,5 стебля больше в сравнении с другими вариантами.

Если по количеству стеблей растения различных вариантов различались не столь значительно, то по количеству листьев эта разница была заметна.

Так количество листьев на контрольном варианте в 2007 году составило 36,8 на одно растение, в 2008 году – 38,6, или 1,8 листа больше, тогда как количество листьев на остальных вариантах колебалось от 95,2 до 158,8, или больше, чем на контроле в 2,58–4,31 раза, в 2008 году – соответственно от 97,8 до 160,8 листа, или в 2,58–4,16 раза, в 2009 году – 88,3 до 159,1 листа, или в 2,37–4,27 раза.

В среднем за 3 года на вариантах с применением инсектицидов наименьшее количество листьев на растениях сформировалось при обработке препаратом каратэ (94,3 листа), суми-альфа (95,6 листа), дельтацидом (97,0 листа). От ста и более листьев на одно растение сформировалось при применении следующих инсектицидов: фастак (100 листьев), кинмикс (100,9 листа), битоксибациллин (101,6 листа), бульдок (101,8 листа), циткор (103,3 листа). При применении препаратов банкол, акарин и конфидор на растениях картофеля сохранилось 151,8–159,5 листа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Браун Э.Э. Биологические и агротехнические основы возделывания картофеля в Северном и Западном Казахстане: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Волгоград, 1993. – 55 с.
2. Забияко С.В. Урожайность и качество различных по спелости сортов картофеля в зависимости от применения средств защиты растений в условиях Южного Урала: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Оренбург, 2002. – 22 с.
3. Котиков М.В., Богомаз А.В., Богомаз О.А. Эффективность пестицидов на разных сортах картофеля // *Агрехимический вестник*. – 2007. – № 1. – С. 18–19.

А.Д. Климов, Д.К. Кулик

Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций
и защитного лесоразведения Российской академии наук, г. Волгоград, Россия

СТЕПЕНЬ АДАПТАЦИИ ИНТРОДУЦИРОВАННЫХ ВИДОВ *GLEDITSIA* В УСЛОВИЯХ СВЕТЛО-КАШТАНОВЫХ ПОЧВ

Проведен анализ результатов интродукции родового комплекса *Gleditsia* (обыкновенная (*G. triacanthos* L.), обыкновенная ф. бесколочковая, (*G. triacanthos* L f. *Inermis*), водяная (*G. aquatica* Marsh), каспийская (*G. caspica* Desf), китайская (*G. sinensis* Lam.), техасская (*G. texana* Sarg.), японская (*G. japonica* Miq.)) из разных флористических районов в условия Нижнего Поволжья с учетом климатических факторов района исследований (табл. 1).

Таблица 1

Интродуцированные виды рода *Gleditsia* L.

Название видов	Область естественного распространения	Откуда получены семена	Высота, м
<i>Gleditsia caspica</i> Desf.	Северная Америка	Ереван	3,6
<i>G. aquatica</i> Marsh	Северная Америка	Ашхабад	3,8
<i>G. sinensis</i> Lam.	Малая Азия, Западная Европа	Ташкент	3,2
<i>G. triacanthos</i> L.	Северная Америка	Ереван	5,1
<i>G. triacanthos</i> L.f. <i>inermis</i>	Северная Америка	Ашхабад	5,0
<i>G. texana</i> Sarg	Северная Америка	Ташкент	5,2
<i>G. japonica</i> Miq.	Северная Америка, Малая Азия	Корея, Китай	4,5

Установлено, что эколого-географическое происхождение образца влияет на успешность интродукции. Отдается предпочтение материалу из районов естественного распространения вида или из мест интродукции близких к Волгоградской области по климатическим условиям. На Юго-востоке России северная граница *Gleditsia* проходит по южным черноземам Волгоградской области. Проведен анализ видов рода гледичия, интродуцированных в различные пункты, для выявления лимитирующих факторов их роста и развития (табл. 2, рис. 1).

Таблица 2

Толерантность видов *Gleditsia* к низким температурам

Естественный ареал	Виды	% по степени зимостойкости в Нижнем Поволжье			
		*	**	***	****
Северная Америка	<i>G. triacanthos</i> L.f. <i>inermis</i> , <i>G. texana</i>	75	15	10	–
Северная Америка, Малая Азия	<i>G. japonica</i> Miq.	–	25	40	35

* растение совсем не повреждено морозом;

** обмерзают однолетние побеги до 50 %;

*** однолетние побеги обмерзают более чем на 50 %;

**** обмерзают 2–3- летние побеги и скелетные ветви.

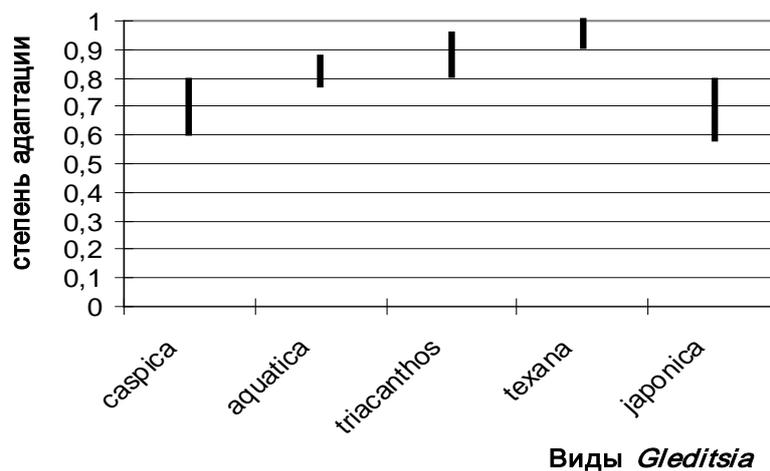


Рис. 1. Пределы степени адаптации видов *Gleditsia* L. по зимостойкости в условиях светло-каштановых почв (за 10 летний период)

Установлено, что лучше остальных перезимовывают в коллекциях североамериканские виды, которые имеют высокий балл (0,81–1,00) адаптации по зимостойкости, они характеризуются более ранним окончанием роста побегов. Ареал их естественного распространения находится на тех же географических широтах, что и Нижнее Поволжье. *Gleditsia japonica* отнесена к группе неперспективных – ежегодно сильно обмерзает и требует селекционного отбора.

Эколого-физиологическая оценка показала, что оводнённость листьев у всех изученных видов *Gleditsia* L. в течение вегетационного периода изменялась незначительно, что указывает на засухоустойчивость представителей этого родового комплекса.

Наиболее засухоустойчивые виды *Gleditsia* (*G. caspiка*, *G. triacanthos*, *G. texana*) способны резко снижать процессы водообмена при недостаточном водообеспечении и максимально увеличивать в оптимальных условиях. Они хорошо переносят летние температуры воздуха 40–44 °С, что очень важно для продвижения *Gleditsia* L. в засушливые регионы.

В условиях Волгоградской области (ФГУП «Волгоградское») большинство видов гледичий сохраняют свою жизненную форму, но не достигают высоты как в естественном ареале. Лучшим ростом в условиях светло-каштановых почв отличаются североамериканские виды (*G. triacanthos*, *G. texana*), которые в возрасте 35 лет достигают высоты от 7,6–8,2 м при диаметре ствола 16,1–20,4 см (рис. 2).



Рис. 2. Насаждение с участием гледичии обыкновенной (*G. triacanthos* L.), ФГУП «Волгоградское», возраст 35 лет

Способность давать доброкачественные семена и образовывать самосев указывает на возможность успешного выращивания культур гледичии на малопродуктивных землях. Изучение плодоношения гледичий показало возможность получения в Волгоградской области семян хорошего качества. Лучшей всхожестью отличаются семена *Gleditsia texana* (56–73 %) и *G. triacanthos* L. f. *inermis* (62–77 %). У остальных видов всхожесть в пределах 30,5–45,8 %.

В результате изучения выявлено, что наибольший интерес для введения в культуру и широкого внедрения в сухой степи представляют североамериканские виды, а также их формы и гибриды: гледичия обыкновенная, г. обыкновенная ф. бесколочковая, гледичия техасская (гибрид Г. обыкновенная × Г. водяная).

УДК 630

А.Л. Ковалева, Н.С. Зиннер

Национальный исследовательский Томский государственный университет,
г. Томск, Россия

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ВОДНОЙ ФРАКЦИИ УГЛЕКИСЛОТНОГО ЭКСТРАКТА ПИХТЫ СИБИРСКОЙ НА ЛАБОРАТОРНУЮ ВСХОЖЕСТЬ СЕМЯН ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ

Многие лекарственные растения не так давно начали культивироваться и также сохраняют свойства дикорастущих сохраняя при этом низкую всхожесть семян. Одним из способов стимуляции прорастания семян, применение биопрепаратов и регуляторов роста растений. Характерными функциями этой категории веществ являются стимуляция роста, регуляция обмена веществ в клетках растений, адаптация к неблагоприятным условиям внешней среды и повышение иммунитета растений к различным заболеваниям. В настоящее время среди таких регуляторов роста предпочтение отдается экологически чистым препаратам, получаемых из природных источников: они полностью разлагаемые и нигде не накапливаются. Именно эта особенность имеется в водной фракции углекислотного экстракта пихты сибирской, которая составляет основу применяемых нами препаратов.

Водный экстракт пихты сибирской, полученный с помощью экстракции сжиженным углекислым газом проводится при низких температурах, что позволяет сохранить и извлечь без разрушений и изменений термолабильные биологически активные вещества растения (витамины, флавоноиды, тритерпеноиды, терпенофенолы и т.д.). Кроме того, в процессе экстракции в углекислой среде гибнут аэробные микроорганизмы. Поэтому данная технология, разработанная ООО «Солагифт», имеет преимущества перед экстракцией водно-паровой дистилляцией с применением высоких температур или органическими растворителями [1].

Целью данного исследования является изучение влияния водной фракции углекислотного экстракта пихты сибирской разных концентраций на всхожесть семян некоторых лекарственных растений.

Исследование проведено на семенах девясила высокого, солодки голой, шалфея лекарственного, валерианы лекарственной, копеечника альпийского, лопуха большого, календулы лекарственной состояло из двух опытов. В первом опыте использовался препарат Агро-САС (растительное средство, полученное методом органической и углекислотной экстракции хвойной лапки пихты сибирской) в концентрации 0,5 %. Во втором опыте использовались препараты Агро-САС и клеточный сок пихты (создан на основе водной фракции углекислотного экстракта пихты сибирской), оба в концентрации 0,1 %.

Результаты исследования приведены в таблицах 1 и 2.

Опыт 1. В ходе опыта было установлено, что семена имеют низкую энергию прорастания в контроле, за исключением календулы лекарственной и шалфея лекарственного. Также было установлено, что концентрация препарата не подходит календуле лекарственной – энергия прорастания уменьшилась с 65 до 25,3 %, всхожесть – с 76 до 42 %, и шалфею лекарственному – всхожесть уменьшилась с 69,7 до 34 %. Наибольшую эффективность препарат в концентрации 0,5 % показал для копеечника альпийского – всхожесть возросла с 38,6 до 92 %, возможно, это связано с фунгицидной активностью изучаемого препарата.

Таблица 1

Сравнительная характеристика влияния препарата Агро-САС 0,5 % на всхожесть и энергию прорастания семян лекарственных растений (в %)

Препарат Культура	Контроль		Агро-САС 0,5%	
	Всхожесть, %	Энергия прорастания на 3 сутки, %	Всхожесть, %	Энергия прорастания на 3 сутки, %
Девясил	0	0	1	0
Валериана	4	0	4	2,6
Календула	76	65	42	25,3
Солодка	38	22,6	38	33,3
Лопух	2,6	0	1	0
Шалфей	69,7	8	34	9,3
Копеечник	38,6	29,3	92	22,7

Опыт 2. Были взяты семена двух лекарственных культур: календулы лекарственной и шалфея лекарственного, так как они показали хорошую всхожесть в контроле, и обработаны препаратами Агро-САС в концентрации 0,1 % и клеточный сок пихты сибирской в концентрации 0,1 %.

Таблица 2

Влияние препарата Агро-САС 0,1% и клеточного сока пихты сибирской 0,1 % на всхожесть и энергию прорастания семян лекарственных растений (в %)

Препарат Культура	Контроль		Агро-САС 0,1%		Клеточный сок пихты 0,1 %	
	Всхожесть	Энергия прорастания	Всхожесть	Энергия прорастания	Всхожесть	Энергия прорастания
Календула	67%	0%	81,3%	24%	71%	28%
Шалфей	21%	0%	20%	0%	16%	0%

В ходе опыта было установлено, что препарат Агро-САС в концентрации 0,1 % эффективен для календулы лекарственной – всхожесть возросла с 67 до 81,3 %. Клеточный сок пихты сибирской также повысил всхожесть календулы лекарственной, но менее эффективно – всхожесть возросла с 67 до 71 %.

На шалфее препараты, как стимуляторы роста, не повлияли, но ощутимо снизили восприимчивость семян к грибковым заболеваниям, как в первом, так и во втором опыте.

Вывод. Впервые установлено, что изучаемые препараты имеют стимулирующую активность для семян лекарственных растений (календула лекарственная Агро-САС в концентрации 0,1 %; копеечник альпийский Агро-САС в концентрации 0,5 %).

Курганов А.К. Углекислотный метод экстракции пихты сибирской / Курганов А.К., Рошин В.И. // Новые достижения в химии и химической технологии растительного сырья. – Барнаул. 2009 – Часть 2 – С. 130–131.

УДК 635.1/.8. 635.63. 635.64 (470.44)

И.Б. Коротцева, Т.А Барданова, И.Д. Еськов, Ю.К. Земскова

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов, Россия

ОПЫТ ВЫРАЩИВАНИЯ ГИБРИДОВ ОГУРЦА В ЗАЩИЩЕННОМ ГРУНТЕ

Аннотация. В настоящее время огурцы занимают одно из главных мест среди овощных культур, являясь одним из важнейших овощных плодовых растений. Общая площадь теплиц в России составляет более 2200 га, в Саратовской области площадь тепличных комплексов составляет 89,7 га (зимние 66,7 га, пленочные 23 га), из общей площади теплиц используемая площадь составляет 79,4 га.

Ключевые слова. Огурец, сорт, гибрид, рассада, подкормка, теплица, защищенный грунт.

Огурец с давних времен пользуется большой популярностью у населения в разных регионах страны. Его используют в пищу как свежем и консервированном виде. Пищевая ценность огурца связана с содержанием щелочных минеральных солей (К, Mg), солей железа и фосфора, а также ферментов, которые способствуют усвоению витамина В₂ из другой пищи и белков животного происхождения. Энергетическая ценность плодов огурца 670 Дж/кг. В пищу используют 8–12-дневные плоды, а также консервированные 2–3-дневные завязи [1].

Научно-исследовательские работы по проведению испытаний новых перспективных гибридов огурца были заложены в УНПЦ Агроцентр ФГБОУ ВО «Саратовского государственного аграрного университета имени Н.И. Вавилова».

Объектом исследований являлись новые гибриды отечественной селекции. Агротехника применялась по общепринятой технологии в Саратовской области.

Семена прогревали в термостате в течение 3 суток при +50°C, затем в течение 1 суток при +76–78 °С, что убивает вирусную инфекцию. Посев семян огурцов провели 24 июля. Глубина посева 2–3 см. Поливают рассаду через систему капельного полива теплой водой (+25–28 °С), доводя влажность горшочков до 75–80 % НВ.

В период вегетации опыты сопровождалось следующими наблюдениями, учетами и анализами:

- фенологические наблюдения по огурцу: дата посева, появление единичных всходов (10 %), массовых всходов (75 %), начало цветения, появление молодых завязей, дата всех сборов урожая;
- биометрические наблюдения по фазам развития (с интервалом 2–5 дня). Измерялись 10 типичных растений по двум несмежным повторениям: длина растений, количество побегов, в том числе плодоносящих, количество цветков и бутонов, количество плодов, в т.ч. на главном стебле;

- пораженность болезнями и вредителями – глазомерно, на двух делянках несмежного повторения, при распространении болезни или повреждений вредителями не менее 3 % и степени повреждения 10 %;

- учет урожая поделяночный, плоды делили на стандартные (товарные) и нестандартные уродливые, крючки, больные, желтяки и прочий брак).

Проведенные наблюдения за ростом и развитием огурца показали, что фазы развития различных гибридов наступали в разное время. Массовые всходы огурца были получены после посева семян через 4–7 дней. От всходов до начала спелости плодов огурца прошло 33–38 дней. Самыми раннеспелыми среди гибридов огурца были: 1/17, 7/17, 8/17 и F1 Мурава – 33 дня. Позднеспелыми оказались: 6/17, 4/17, 3/17, 2/17 – 36 дней, а 9/17 и 5/17 – 38 дней.

Длина растений различных гибридов огурца варьировала в широких пределах. Примерно к началу съемной спелости плодов огурца (1 сентября) этот показатель составлял 190–210 см. В среднем длина плетей растений достигала 2 метровой длины.

Растения огурца страдали в основном от температурных факторов, белокрылки и мучнистой росы. Гибрид 7/7 страдал от недостатка кальция. Среди гибридов огурца более устойчивыми к болезням были 8/17, 5/17, 4/17, 3/17, 2/17, большее количество больных растений было у гибридов Мурава, 9/17, 8/17, 6/17, 1/17.

Тараканов Г. И. Овощеводство: учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений / Мухин В. Д., Шуин К. А. и 0-32 др. Под ред. Тараканова и Мухина . 2-е изд., перераб. и доп. – М.: КолосС, 2003. – 472 с.: ил.

УДК 577.151

М.А. Купряшина, В.Е. Никитина

Институт биохимии и физиологии растений и микроорганизмов РАН,
г. Саратов, Россия

ПЕРОКСИДАЗЫ ФЕНОЛОКСИДАЗНОГО КОМПЛЕКСА БАКТЕРИЙ РОДА *AZOSPIRILLUM*

Аннотация. Установлена способность бактерии рода *Azospirillum* к деградации фенольных соединений, в частности феруловой кислоты, положительно коррелирующая с продукцией внеклеточных лигнин- и Mn-пероксидаз. Показано, накопление неспецифических пероксидаз фенолоксидазного комплекса при совместном культивировании с растением-хозяином.

Ключевые слова: *Azospirillum*, Mn-пероксидаза, лигнин-пероксидаза, феруловая кислота.

В последние годы в адаптивном земледелии набирает популярность применение микробных препаратов. Почвенный микробиом – один из ключевых факторов плодородия почв, который определяет питание растений, их устойчивость к патогенам и абиотическим стрессам. Препаратов, разработанных на основе почвенных diaзотрофов рода *Azospirillum* не так много, и в связи с недостаточной изученностью биотехнологических аспектов их использования они не находят пока широкого применения. Азоспириллы функционально относятся к группе рост стимулирующих ризобактерий (PGPR, plant-growth promoting rhizobacteria), благодаря синтезу ауксинов, некоторых витаминов и вкладу в азотное питание растений. Кроме того, данные бактерии способны к продукции неспецифических окислительных ферментов – лигнин- и Mn-пероксидаз [1]. Вероятнее всего, продукция данных внеклеточных пероксидаз функционально значима не только для самой бактерии, но и для растения-хозяина. Лигнин- и Mn-пероксидазы

за счет окислительных реакций могут опосредовать снижение токсичного действия аллелохимических веществ, аккумулирующихся в почве. Аллелопатия в сельском хозяйстве получает на сегодняшний день значительное внимание, так как известно, что накапливающиеся в почве соединения фенолов и летучие масляные кислоты, способны оказывать отрицательное влияние на урожайность сельскохозяйственных культур [2]. Наиболее угнетающее действие, оказывает феруловая кислота, препятствующая образованию корневой системы и ингибирующая прорастание семян [3].

На первом этапе мы провели исследование способности штаммов *Azospirillum brasilense* Sp245 и Sp7 к окислению феруловой кислоты и динамики активности внеклеточных лигнин- и Mn-пероксидаз при внесении данного вещества в среду культивирования бактерий. Установлено, что оба исследуемых штамма окисляли феруловую кислоту в диапазоне концентраций: 0,1 мМ, 0,5 мМ и 1 мМ. Уже через восемнадцать часов культивирования отмечался процесс биodeградации феруловой кислоты, о чем свидетельствовало подтверждаемое спектрофотометрически изменение окраски культуральной жидкости, вызванное накоплением продуктов реакции окисления. Установлено увеличение активности как лигнин, так и Mn-пероксидазы при внесении феруловой кислоты в среду выращивания.

На следующем этапе проводили качественное обнаружение продукции азоспириллами специфических пероксидаз при инокуляции корней проростков пшеницы сорта Саратовская 29. С применением просвечивающей световой микроскопии, через три недели культивирования на поверхности корня инокулированного растения в зоне бактериальных скоплений детектировали присутствие лигнин- и Mn-пероксидазы. О наличии ферментов судили по качественной окраске специфическими красителями (2,6-диметоксифенол, о-дианизидин). В контрольных образцах, не содержащих бактерий, подобной окраски не наблюдалось. Полученные данные указывают на то, что лигнин- и Mn-пероксидазы аккумулируются в зоне бактериальных скоплений, на поверхности корня инокулированного растения.

Для исследования зависимости активности Mn-пероксидазы от присутствия растения хозяина, проводили инокуляцию трехсуточных стерильных проростков пшеницы сорта Саратовская 29 штаммами *A. brasilense* Sp245 и Sp7, с последующим сокультивированием в течение 4 недель на среде для выращивания растений. Обнаружено, что при инокуляции бактериями пшеницы происходит увеличение Mn-пероксидазной активности в среде выращивания по сравнению с контрольными образцами (рис. 1).

Таким образом, в результате проведенного исследования было показано, что бактерии рода *Azospirillum* способны к деградации фенольных соединений, в частности феруловой кислоты, оказывающей ингибирующее действие на рост и развитие растений. Показано повышение активности внеклеточных лигнин- и Mn-пероксидаз в присутствии феруловой кислоты в среде культивирования. Обнаружено, накопление неспецифических пероксидаз фенолоксидазного комплекса при совместном культивировании азоспирилл с растением-хозяином.

Повышение адаптационного потенциала сельскохозяйственных культур является одной из ключевых задач развития земледелия. В последнее время остро встал вопрос о биологизации земледелия – переходу к высокопродуктивному и экологически чистому агрохозяйству за счет повышения доли биологических приемов и снижения числа технологических звеньев, связанных с внесением химикатов. В связи с этим возрастает актуальность полученных нами данных, открывающих новые перспективы в разработке, улучшении и внедрении ферментно-бактериальных препаратов на основе азоспирилл в сельскохозяйственную практику.

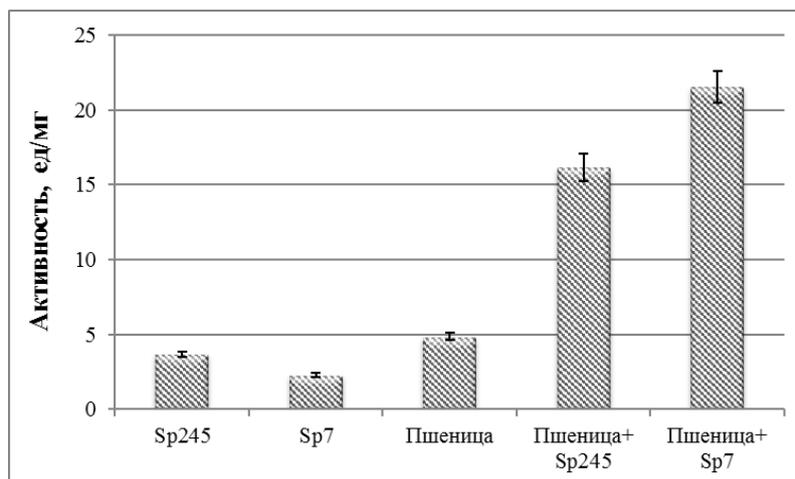


Рис.1. Внеклеточная Mn-пероксидазная активность (среда для выращивания растений)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Никитина В.Е., Ветчинкина Е.П., Пономарева Е.Г., Гоголева Ю.В. Фенолоксидазная активность бактерий рода *Azospirillum* // Микробиология. – 2010. – Т. 79, № 3. – С. 344–351.
2. Colpas F.T., Ono E.O., Rodrigues J.D., Passos J.R. Effects of some phenolic compounds on soybean seed germination and on seed-borne fungi // Braz. arch. biol. technol. – 2003. – V. 46, № 2. – P. 155–161.
3. Politycka B., Gmerek J. Effect of ferulic and p-coumaric acids on the activity of hydrolytic enzymes and the growth of radicles in germinating seeds of cucumber and pea // Allelopathy J. – 2008. – V. 21. – № 2. – P. 227–238.

УДК 661.152.3

М.А. Купряшина, Е.П. Ветчинкина, Е.А. Лощинина, В.Е. Никитина
Институт биохимии и физиологии растений и микроорганизмов РАН,
г. Саратов, Россия

РАЗНООБРАЗИЕ ФОРМ НАНОЧАСТИЦ, ПОЛУЧЕННЫХ С ПОМОЩЬЮ «ЗЕЛЕНОГО» СИНТЕЗА

Аннотация. Исследована морфология наночастиц золота, серебра, кремния, селена и германия, образованных с помощью микроорганизмов. Полученные данные могут быть перспективными при внедрении использования наночастиц в сельском хозяйстве, в частности в растениеводстве.

Ключевые слова: зеленый синтез, микроорганизмы, форма и размер наночастиц.

В настоящее время наноматериалы находят применение во многих областях сельского хозяйства. Как отмечают эксперты международной исследовательской организации ETC Group, использование нанотехнологий в растениеводстве при выращивании сельскохозяйственных культур приведет к рождению совершенно нового класса пищевых продуктов – «нанопродуктов», которые со временем вытеснят с рынка генномодифицированные [1]. Вначале внедрение наноматериалов в растениеводство затрагивало лишь процессы наноинкапсуляции ядохимикатов и удобрений, вносимых в почву. Однако на сегодняшний день активно ведутся исследования влияния наночастиц различных химических элементов (золото, серебро, кремний, селен и др.) на физиолого-биохимические параметры растений, рост и развитие, активацию прорастания семян,

резистентность к фитопатогенам, устойчивость к воздействию токсичных соединений [2]. Особо остро стоит вопрос о токсичности наноматериалов по отношению к экосистеме, самим растениям и потенциале накопления наночастиц в продуктах питания. В связи с этим резко возрастает интерес к «зеленому» синтезу частиц со сниженным токсическим эффектом с применением различных биологических объектов и актуальным является поиск условий биообразования наночастиц различных форм и размеров, необходимых для разнообразного биотехнологического применения.

В ходе данной работы была проведена серия модельных экспериментов по биоредукции ряда соединений золота, серебра, кремния, германия и селена с образованием наночастиц. В качестве биологических объектов были выбраны перспективные в плане дальнейшего биотехнологического получения наночастиц для сельского хозяйства штаммы непатогенных почвенных бактерий *Azospirillum brasilense* Sp245 и Sp7 и кислотрофных и гумусовых базидиальных грибов: *Lentinus edodes*, *Pleurotus ostreatus*, *Ganoderma lucidum*, *Grifola frondosa* и *Agaricus bisporus*, *A. arvensis*. С применением методов просвечивающей электронной микроскопии (ПЭМ) и негативного контрастирования была исследована морфология наночастиц, образующихся как непосредственно при выращивании микроорганизмов в присутствии ионсодержащих веществ, так и под действием их экстрактов и метаболитов.

Нами установлено, что взятые в эксперимент штаммы участвуют в синтезе наночастиц германия и селена в основном однородных по морфологии, представленных исключительно наносферами (рис. 1 а–в). Автоклавирование наночастиц селена приводило к образованию нанопроволоки (рис. 1 г).

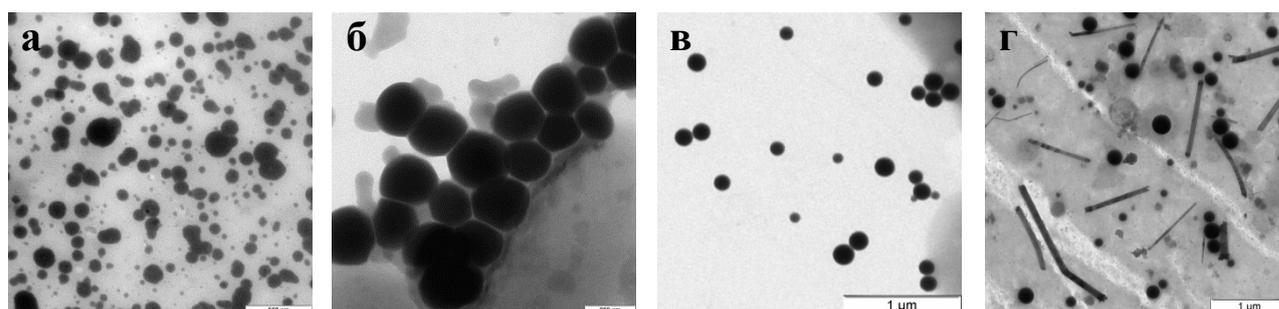


Рис. 1. ПЭМ наночастиц германия (а) и селена (б), синтезированных с помощью *A. arvensis* и наночастиц селена, синтезированных *A. brasilense* до (в) и после (г) автоклавирования

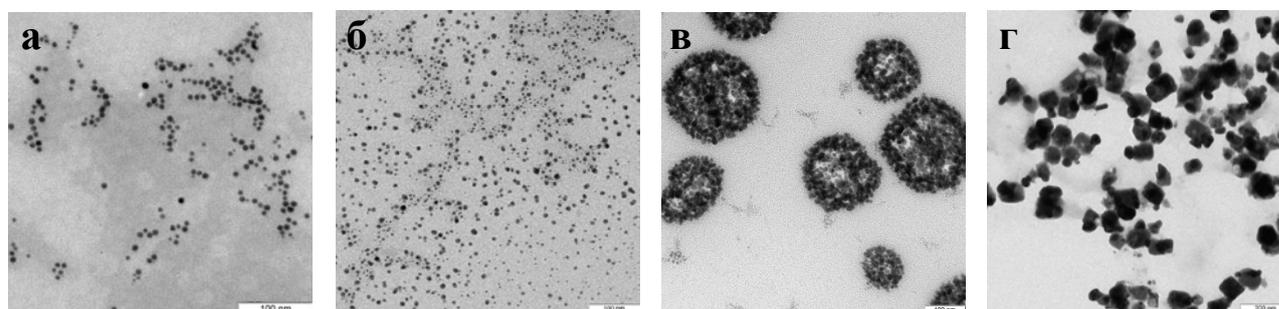


Рис. 2. ПЭМ наночастиц золота (а) и серебра (б), синтезированных с помощью внеклеточного экстракта *P. ostreatus* и внутриклеточного мицелиального экстракта *L. edodes*; наночастиц серебра в культуре *L. edodes* (в) и синтезированных с помощью экстракта плодового тела *G. lucidum* (г)

В большинстве своем нанозолото и наносеребро также синтезировалось в форме сфер, но гораздо меньшего размера (рис. 2 а, б). Нами обнаружено, что при образова-

нии серебряных наночастиц в культуре *L. edodes* происходила их агрегация в крупные шарообразные структуры, напоминающие так называемые наноцветы («nanoflowers») или они приобретали кубическую форму как в случае с внутриклеточным экстрактом из плодовых тел *G. lucidum* (рис. 2 в, г).

В тоже время редукция золотосодержащих соединений культурами *A. brasilense* Sp245 и Sp7 и внутриклеточными экстрактами *A. bisporus* и *L. edodes* шла с образованием треугольных и многоугольных нанопризм (рис. 3 а–в). При инкубировании золотохлористоводородной кислоты с лакказой, выделенной из культуральной жидкости *A. brasilense* Sp245, нам удалось получить золотые наноленты (рис. 3 г).

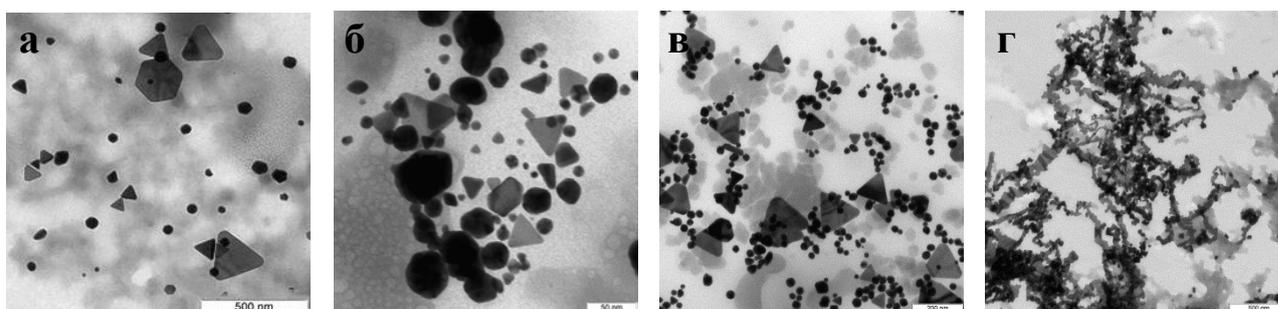


Рис. 3. ПЭМ золотых нанопризм, -треугольников, -шестиугольников, синтезированных с помощью культуры *A. brasilense* Sp245 (а), внутриклеточных экстрактов *A. bisporus* (б) и *L. edodes* (в); наноленты, образовавшиеся в присутствии лакказы *A. brasilense* Sp245 (г)

Особый интерес представляют данные, полученные при изучении морфологии синтезированных в ходе нашего исследования наночастиц кремния. В основном образованные частицы также были представлены сферами, очень мелкими, как в случае с культурой *G. frondosa* (рис. 4 а), или более крупными, биосинтезированными базидиомицетом *L. edodes* (б) и бактерией *A. brasilense* (в). Однако с помощью культуры *A. bisporus* нам удалось получить мезопористые наночастицы кремния (рис. 4 г). Стоит отметить, что мезопористые кремниевые наночастицы представляют существенный интерес с точки зрения создания «умных» контейнеров для различных функциональных соединений (в том числе лекарственных препаратов), способных локально высвободить свое содержимое под воздействием таких факторов, как изменение температуры, рН и т. д.

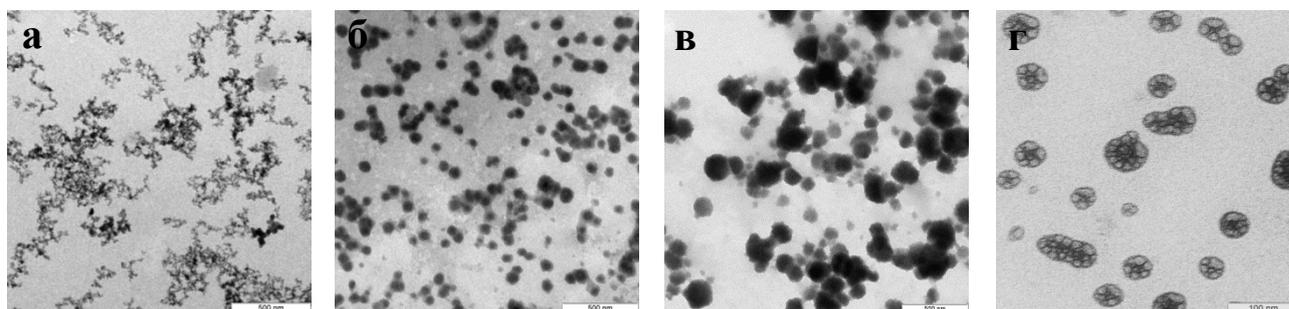


Рис. 4. ПЭМ наночастиц кремния, синтезированных культурами *G. frondosa* (а), *L. edodes* (б), *A. brasilense* (в); мезопористые наночастицы кремния, полученные с помощью *A. bisporus* (г)

Таким образом, в ходе работы был проанализирован морфологический состав наночастиц, образованных с помощью ряда почвенных бактерий и грибов-гумусообразователей. Подобраны условия для синтеза наночастиц золота, серебра, кремния, германия и селена разных форм и размеров. Данное исследование представля-

ется крайне актуальным, поскольку полученные результаты могут быть перспективными при внедрении использования наночастиц в сельском хозяйстве, в частности в растениеводстве.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект № 16-34-01200 мол_а).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Кугутина Н.И.* Нанотехнологии в сельском хозяйстве: проспект / Курск. обл. науч. б-ка им. Н.Н. Асеева, отд. патент.-технич. и с.-х. лит.; сост., Курск, 2012. – 19 с.
2. *Siddiqui M.H., Al-Whaibi M.H., Firoz M., Al Khaishany M.Y.* Nanotechnology and plant sciences: nanoparticles and their impact on plants / Springer International Publishing, 2015.– 303 p.

УДК: 633.1

Н.Н. Лангаева, Н.С. Панов

Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А.Тимирязева, г. Москва, Россия

ПРИМЕНЕНИЕ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ В ПОСЕВАХ ГОРЧИЦЫ БЕЛОЙ В УСЛОВИЯХ ЦРНЗ

Аннотация. В РФ широкое распространение получило такое сидеральное удобрение как горчица белая. Эта культура достаточно скороспела, быстро развивается и, даже при недостатке тепла, в короткий срок может сформировать значительный урожай зелёной массы. В статье приводятся данные по изучению влияния подкормок азотными удобрениями на урожайность семян горчицы белой сорта Луговская. В результате неблагоприятных для посева условиях 2017 года удалось получить до 3,7 ц/га семян.

Ключевые слова: горчица белая, азотные удобрения, сидерат, подкормка.

Abstract. In Russia, widespread fertilizer green manure such as mustard. This culture is quite precocious, rapidly evolving, and even with a lack of heat in a short period of time can form a significant yield of green mass. The article presents data on the effect of fertilizing with nitrogen fertilizers on seed yield of white mustard varieties Lugovskaya. Due to unfavourable sowing conditions in 2017 managed to get to 3.7 t/ha of seeds.

Keywords: white mustard, nitrogen fertilizers, green manure, and fertilizing.

В РФ в связи с резким сокращением поголовья КРС снизился и объем внесения органических удобрений на сельскохозяйственные поля. Серьезной альтернативой навозу стало выращивание культур на зелёное удобрение. Под зелёным удобрением понимают сидеральные культуры, свежую растительную массу которых, используют на удобрение (запахивают) для обогащения почвы органическим веществом.

Сидераты способствуют уменьшению вымывания питательных веществ за пределы корнеобитаемого слоя, перекачивают элементы питания из глубоких горизонтов почвы в верхний слой, увеличивают накоплению гумуса в почве. Чем больше содержится в почве гумуса, тем ниже ее теплопроводность и выше теплоемкость, меньше физическое испарение из нее воды, продуктивнее использование культурными растениями почвенной влаги. Гумус способствует интенсивному развитию полезной почвенной микрофлоры. Биомасса корневых систем травянистых растений выполняет важную роль обогащения почвы органическими остатками. При внесении зеленого удобрения в почве накапливается не только азот, но и другие питательные вещества. Зеленое удобрение в почве разлагается значительно быстрее, чем другие органические удобрения, богатые клетчаткой. Зеленое удобрение несколько снижает кислотность почвы, значительно увеличивается водопроницаемость и влагоемкость почвы, вследствие чего снижается

поверхностный сток осадков и резко возрастает содержание влаги в почве. В качестве зеленого удобрения (сидератов) преимущественно возделывают – люпин, донник, люцерну, фацелию, горчицу белую.

Горчица белая наиболее скороспелая культура, быстро развивается и, даже при недостатке тепла, в короткий срок может сформировать значительный урожай зелёной массы, который может использоваться как зелёное удобрение, являющееся источником органического вещества для растений и почвенных микроорганизмов. Горчица белая получила широкое распространение в качестве сидеральной культуры. В связи с этим, большую актуальность приобретает увеличение объема производства семян горчицы.

Опыт мирового земледелия убедительно показывает, что уровень урожайности тесно связан с количеством применяемых удобрений. Во многих странах с развитым сельским хозяйством большое внимание уделяется рациональному использованию азотных удобрений. Использование минеральных удобрений в сельскохозяйственных организациях нашей страны для увеличения урожайности семян неуклонно растёт [1]. Определение эффективной дозы подкормки растений на опытных участках так же необходимо для использования этих данных при дальнейшем переходе на дифференцированное внесение азотных удобрений [2]. Т.к. для дифференциации нормы внесения необходимо отталкиваться от оптимальной дозы полученной опытным путем.

В полевом опыте, проведенном на Полевой опытной станции РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева в 2017 г. было изучено влияние азотных удобрений на урожайность горчицы белой сорта Луговская. Холодная и дождливая погода в весенний период значительно сказалась на всхожести и дальнейшей урожайности семян горчицы белой. Горчица рано зацвела, что не позволило применить гербициды в посевах. Сорняки также значительно снизили урожайность семян. Тем не менее, проведенные исследования показали, что применение азотных удобрений увеличивает выход семян горчицы белой в 3 раза. Максимальная урожайность семян (0,37 т/га) была получена при применении азотных удобрений в фазу стеблевания в дозе 150 кг д. в-ва/га.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Щуклина О.А. / Принципы фотометрической диагностики азотного питания растений / Щуклина О.А., Белоусова К.В., Литвинский В.А. // Доклады Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – М.: РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. – № 283, 2011. – С. 93.
2. Сычев В.Г. / Роботизация агротехнологий возделывания сельскохозяйственных культур/В.Г. Сычев, Р.А. Афанасьев, Е.В. Березовский, О.А. Щуклина, И.Л. Ермолов // Материалы Всероссийского совещания научных учреждений участников Географической сети опытов с удобрениями. – М.: ВНИИА, 2016. – С. 257–266.

УДК 635.5

Э.А. Лаперье, Ю.К. Земскова

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов, Россия

ПРОДУКТИВНОСТЬ САЛАТА В ЗАЩИЩЕННОМ ГРУНТЕ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СРОКАХ ПОСЕВА

Аннотация. В данной статье представлены результаты исследований по сравнительному анализу продуктивности гибридов листового салата при выращивании на проточной гидропонике и изучению особенностей формирования товарной продукции салата в разные сроки посева.

Ключевые слова: салат, гидропоника, выращивание, сроки посева, гибриды.

Салат – наиболее возделываемая зеленная культура в России, на ее долю приходится около 90 % всей выращиваемой зелени. Но в целом по стране, производство салатной продукции представляет незначительную часть ассортимента овощей. Однако, в последнее время, внимание к этой культуре возросло как со стороны потребителей, так и со стороны тепличных комбинатов. Современные технологии производства салата позволяют использовать гидропонные установки при конвейерном способе выращивания [3].

В задачи исследований входило: выявить влияние сроков посева салата гибридов F1 Афицион, F1 Фриллис и F1 Энтони в условиях гидропонной технологии защищенного грунта в АО «Совхоз-Весна» и изучить продуктивность данных гибридов салата при ранневесеннем летнем и осеннем сроках посева. Опыты проводились согласно «Методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур» (2015), методических указаний по изучению и поддержанию коллекции овощных растений (1981), методике физиологических исследований в овощеводстве и бахчеводстве (1970).

Продолжительность вегетационного периода для салата составляет 30–38 дней. Этап роста растений в культивационных желобах до товарного вида, в зависимости от сезона длился 18–25 дней. В течение этого периода соблюдались следующие параметры микроклимата. В зависимости от количества света устанавливалась температура:

- летом днем: 20–22 °С, ночью 18–20 °С;
- зимой и осенью днем: 16–18 °С, ночью 15–16 °С [1].

Все изучаемые сорта отличались хорошей выравненностью, своевременным достижением товарной спелости и очень высокой товарностью выращенной продукции. Зимой и весной все гибриды салата усваивали азот и калий быстрее в связи с интенсивным ростом. Скорость усвоения кальция, напротив, была постоянной. Летом наблюдались краевые ожоги, в основном на молодых листьях по причине недостаточного поступления кальция, поскольку вес наземной массы больше подземной и корневая система не успевала усваивать кальций в необходимых количествах [2].

Количество листьев, образовавшихся на растениях это один из основных элементов структуры урожая салата. При выращивании салата в весенне-летний период динамика формирования листьев была неравномерной. Наибольшее количество листьев во время уборки образовалось у гибрида F1 Афицион (30 шт.), а наименьшее – у гибридов F1 Фриллис и F1 Энтони (20–22 шт.). Рост и увеличение листьев в зимние месяцы у всех исследуемых гибридов носили равномерный линейный характер. Наилучшие показатели к моменту уборки имел гибрид F1 Афицион. Наименьшая длина листьев на протяжении всей вегетации отмечалась у гибрида F1 Фриллис [3].

При сравнении урожайности гибридов салата можно отметить, что во всех случаях наибольшая средняя масса растений имела место при выращивании в летние месяцы.

Во все периоды выращивания наилучшими показателями к моменту уборки обладал гибрид F1 Афицион. Наименее продуктивным при всех сроках выращивания оказался гибрид F1 Фриллис.

В результате исследований выявлена структура продуктивности гибридов при ранневесеннем, летнем и осеннем сроках посадки салата, которая представлена в таблице 1.

Выводы. Таким образом, скорость нарастания листьев салата в весенне-летний период была существенно выше по сравнению с зимними сроками выращивания вследствие лучших условий для растений, в первую очередь освещенности и температуры [2]. Наилучший урожай сформировал гибрид F1 Афицион при возделывании в летний период – 6,8 кг с 1 м², средняя масса одного растения составила 184 г (табл. 1).

Структура продуктивности салата

Сорт	Весенний период Февраль – март			Летний период начало мая – середина июня			Осенне-зимний период конец августа – середина ноября		
	количе- ство рас- тений на 1 м кв.	средняя масса одного расте- ния, г	урожай- ность с кг 1 м кв.	количе- ство рас- тений на 1 м кв.	средняя масса одного расте- ния, г	урожай- ность с кг 1 м кв.	количе- ство рас- тений на 1 м кв.	средняя масса одного расте- ния, г	урожай- ность с кг 1 м кв.
F ₁ Афицион	35	180	6,3	37	184	6,8	35	177	6,1
F ₁ Фриллис	26	140	3,6	27	145	3,9	22	138	3,0
F ₁ Энтони	26	150	3,9	26	152	3,9	28	149	4,1

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алиев Э. А. Выращивание овощей в гидропонных теплицах. – К.: Урожай, 1985 – 160 с.
2. Выращивание салата методом гидропоники [Электронный ресурс] // [Gidro-sad.ru](http://gidro-sad.ru). – Режим доступа: http://gidro-sad.ru/stati_gidroponika/vyrashchivanie-salata-na-gidroponike.
3. Салат и зелень методом проточной гидропоники [Электронный ресурс] // [Ponics.ru](http://www.ponics.ru). – Режим доступа: http://www.ponics.ru/2009/04/agro_trip1/.

УДК 579.66; 663.11

Е.А. Лоцинина, М.А. Купряшина, Е.П. Ветчинкина, В.Е. Никитина

Институт биохимии и физиологии растений и микроорганизмов РАН,
г. Саратов, Россия

СИНТЕЗ НАНОЧАСТИЦ МЕТАЛЛОВ И МЕТАЛЛОИДОВ ПОЧВЕННЫМИ БАКТЕРИЯМИ И ГРИБАМИ

Аннотация: Исследована биodeградация соединений HAuCl_4 , AgNO_3 , Na_2SeO_3 , Na_2SiO_3 и GeO_2 с образованием наночастиц почвенными бактериями и гумусовыми базидиомицетами. Показано, что физические характеристики биогенных наночастиц различаются в зависимости от микроорганизма и способа получения.

Ключевые слова: металлы, металлоиды, биосинтез наночастиц, *Azospirillum brasilense*, *Agaricus bisporus*, *Agaricus arvensis*.

Гумусовые базидиомицеты рода *Agaricus* и ассоциативные азотфиксирующие бактерии рода *Azospirillum* активно участвуют в процессе формирования почв, благоприятных для роста растений. В результате природных геохимических процессов и антропогенных воздействий в почвах накапливаются токсичные соединения, тяжелые металлы, оказывающие негативное влияние на биоценозы. Одним из механизмов нейтрализации токсичных веществ окружающей среды у микроорганизмов служит их деградация, сопровождающаяся образованием наночастиц различных элементов и их оксидов с помощью ферментных систем. С другой стороны, биологическое получение наночастиц с помощью живых организмов в последние годы привлекает большое внимание исследователей как более экологичный, по сравнению с традиционно используемыми, метод. Несмотря на то, что характеристики наноразмерных частиц сильно зависят от условий их синтеза, сравнительные исследования разных методов биodeградации ионсодержащих соединений с последующим образованием наночастиц при помощи мик-

роорганизмов крайне немногочисленны. В связи с вышеизложенным, целью настоящей работы явилось исследование способности почвенных бактерий *Azospirillum brasilense* Sp245 и Sp7 и гумусовых базидиомицетов *Agaricus bisporus* и *A. arvensis* к биодegradации различных соединений металлов и металлоидов с образованием наночастиц.

В работе использовали два штамма бактерий *A. brasilense* Sp245 и Sp7, различающихся между собой характером жизнедеятельности и взаимодействия с растением-хозяином (эпифитный и эндофитный штаммы), а также ферментативной активностью, однако существенных отличий в биодegradации токсичных соединений и синтезе наночастиц между ними не было обнаружено. При росте на среде с AgNO_3 на 2–3 сутки выращивания культуральная жидкость приобретала желто-коричневый цвет. Просвечивающая электронная микроскопия (ПЭМ) выявила наличие около бактериальных клеток электронно-плотных образований сферической формы, размером от 10 до 80 нм. При выращивании азоспирилл с HAuCl_4 на вторые сутки культивирования среда начала приобретать сиреневый цвет, что указывает на образование гетерогенных по форме наночастиц. ПЭМ показала наличие наносфер диаметром 5–50 нм, с преимущественным содержанием частиц около 30 нм, а также треугольных и пятиугольных призм размером 5–300 нм. При добавлении к *A. brasilense* Sp245 и Sp7 Na_2SeO_3 среда культивирования на вторые сутки приобретала красное окрашивание. Наносферы селена, синтезированные бактериальными культурами, имели диаметр 40–200 нм. Синтез наночастиц германия и кремния у азоспирилл, в отличие от золота, серебра и селена, протекал внутриклеточно; электронно-плотные образования сферической формы были обнаружены внутри бактериальных клеток и рядом с разрушенными клетками. На среде с Na_2SiO_3 образовывались округлые частицы диаметром до 240 нм; на среде с GeO_2 – наносферы диаметром 50–370 нм.

Различия в биодеструкции исследуемых соединений с последующим синтезом наночастиц между двумя видами рода *Agaricus* – шампиньона двуспорового *A. bisporus* и шампиньона полевого *A. arvensis* – были более существенными, чем между эпифитным и эндофитным штаммами *A. brasilense*. При глубинном культивировании шампиньонов на средах с добавлением соединений золота, серебра и селена наблюдалось изменение окраски мицелия и среды выращивания с кремово-белой и прозрачной (контроль) на сиреневую, бурую и оранжево-красную соответственно. При глубинном культивировании *A. bisporus* на среде с HAuCl_4 образовывались очень мелкие сферические наночастицы диаметром 2–7 нм, у *A. arvensis* – более крупные частицы диаметром 20–50 нм. Наночастицы серебра, образованные обоими видами шампиньона, также имели сферическую форму и диаметр 10–35 нм. На среде с Na_2SeO_3 у *A. bisporus* образовывались наносферы 70–230 нм, а у *A. arvensis* – частицы того же размера, но менее правильной формы. При выращивании шампиньонов на средах с Na_2SiO_3 у *A. bisporus* наночастицы имели диаметр 40–180 нм, у *A. arvensis* – до 230 нм. Германиевые наночастицы, образованные культурой *A. bisporus*, имели размер 20–75 нм, у *A. arvensis* диаметр полученных наносфер составил 120–140 нм.

Более удобным методом получения биогенных наночастиц, по сравнению с биосинтезом живыми культурами бактерий и грибов, может быть использование их экстрактов и культуральных жидкостей, поскольку такой способ не требует отделения частиц от клеток микроорганизмов. Поэтому на следующем этапе нашего эксперимента мы использовали культуры *A. brasilense*, *A. bisporus* и *A. arvensis*, выращенные на контрольных средах без добавления каких-либо соединений золота, серебра, селена, кремния и германия. Бесклеточные культуральные жидкости бактерий и грибов, а также водные экстракты мицелия шампиньонов, инкубировали в темноте с HAuCl_4 , AgNO_3 , Na_2SeO_3 , Na_2SiO_3 , GeO_2 . Было показано, что для азоспирилл такой способ синтеза наночастиц является значительно менее эффективным по сравнению с внесением элементов в среду при выращивании бактериальной культуры. При инкубации соединений исследуемых

элементов с культуральной жидкостью *A. brasilense* Sp245 и Sp7 наночастицы образовывались только в случае золота и серебра и лишь через 7 сутки.

В противоположность бактериям, при помощи грибных экстрактов и культуральных жидкостей образовывались наночастицы всех изученных металлов и металлоидов, причем биодegradация соединений происходила значительно быстрее, чем при выращивании культур на средах с данными соединениями – через 10–15 мин с HAuCl_4 и AgNO_3 и через 30 мин с Na_2SeO_3 .

Размер, форма и степень агрегации частиц сильно различались в зависимости от используемого экстракта и вида гриба. При инкубации культуральной жидкости шампиньонов с HAuCl_4 образовывались мелкие золотые наносферы диаметром 2–5 нм; у *A. arvensis* отдельные частицы достигали 10 нм. Золотые наночастицы, полученные с помощью мицелиальных экстрактов, резко отличались по размеру и форме. У *A. bisporus* наночастицы были в несколько раз крупнее, чем при использовании культуральной жидкости, и содержали некоторое количество еще более крупных частиц (30–100 нм) шести-, четырех- и треугольной формы; с экстрактом *A. arvensis* образовывались наночастицы неправильной формы размером 25–50 нм. С серебром наблюдалась обратная картина: при взаимодействии AgNO_3 с культуральной жидкостью *A. bisporus* и *A. arvensis* синтезировались частицы сферической или неправильной формы, слипавшиеся в конгломераты, тогда как с мицелиальными экстрактами образовывались мелкие однородные частицы 1–10 нм. В результате инкубирования Na_2SeO_3 с культуральной жидкостью шампиньонов образовывались сферические частицы селена, диаметр которых у *A. bisporus* составил 100–250 нм, а у *A. arvensis* – 150–550 нм. С мицелиальными экстрактами шампиньонов синтезировались частицы меньшего размера, диаметром 40–140 нм и 100–250 нм соответственно. При инкубации Na_2SiO_3 с культуральными жидкостями *A. bisporus* и *A. arvensis* были обнаружены наночастицы кремния, имевшие, судя по данным микроскопии, пористую структуру. У *A. bisporus* преобладали частицы диаметром 30–65 нм с размером пор 10–15 нм, у *A. arvensis* – частицы 50–200 нм. Германиевые наночастицы синтезировались у обоих изученных видов грибов и были представлены преимущественно сферами диаметром от 50 до 250 нм.

Методом рентгеновской флуоресценции в составе нанообразований, полученных с использованием грибных и бактериальных культур, были выявлены золото, серебро, селен, кремний и германий. С помощью рентгенофазового анализа было показано, что золото и серебро под действием культуральных жидкостей базидиомицетов полностью восстанавливались до нулевой степени окисления, тогда как суспензии наночастиц селена, кремния и германия наряду с Se^0 , Si^0 и Ge^0 также содержали Na_2SeO_3 , SiO_2 и GeO_2 . Под действием азоспирилл полностью восстанавливалось золото, суспензия наночастиц серебра также содержала незначительное количество Ag_2O_2 и Ag_2O , селена – SeO_2 и SeO_3 , германия – GeO_2 .

Таким образом, в результате проведенных исследований нами была изучена способность живых культур бактерий *A. brasilense*, базидиомицетов *A. bisporus* и *A. arvensis*, а также культуральных жидкостей микроорганизмов и их мицелиальных экстрактов, к биодegradации соединений золота, серебра, селена, кремния и германия с образованием наночастиц. Физические характеристики биогенных наночастиц различались в зависимости от использованного биообъекта и способа получения.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 16-34-01200 мол_a.

Е.В. Лялина, М.А. Бартоломеева, К.В. Новикова

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов, Россия

ЗАЩИТА МАЛИНЫ ОТ ПУРПУРОВОЙ ПЯТНИСТОСТИ В УСЛОВИЯХ УНПК «АГРОЦЕНТР» СГАУ ИМ. Н.И. ВАВИЛОВА

Пурпуровая пятнистость распространенное и весьма вредоносное заболевание стеблей малины. Возбудитель — гриб *Didymella applanata* Sacc, который поражает все надземные вегетативные органы малины и прикорневую часть. Внешне пурпуровая пятнистость начинает проявляться в середине или конце июля. Это заболевание приводит к снижению урожайности малины в 1,5–3 раза, ухудшает качество и зимостойкость кустов [2].

Целью работы было подобрать средства защиты на малине от пурпуровой пятнистости относительно фаз развития малины.

В задачи исследований входило: изучить фенологию роста и развития малины; изучить развитие пурпуровой пятнистости на малине; подобрать препараты против пурпуровой пятнистости на малине; установить экономическую эффективность применяемых препаратов против пурпуровой пятнистости.

Наблюдения проводили по отдельным фенологическим фазам, отмечая календарные сроки их прохождения.

Урожай определили прямым взвешиванием ягод с каждого куста.

После это определили среднюю массу одного плода.

В конце июня был проведен замер приростов побегов малины. Полученные в ходе исследований данные обрабатывали методом дисперсионного анализа [1].

Опыт закладывался в производственных условиях в трехкратной повторности.

Таблица 1

Схема опыта

Контроль	Бордоская смесь	Топаз
Бордоская смесь	Топаз	Контроль
Топаз	Контроль	Бордоская смесь

Фенологические наблюдения проводились ежегодно по сортам, в хозяйстве произрастает 15 сортов, но в опыте исследовали сорта введенные в Госреестр, такие как: Геракл – сорт раннего срока созревания, сорт Гусар – среднего срока созревания, сорт Пересвет – среднепозднего срока созревания, а так же наблюдения проводились по фенофазам, отмечая календарные сроки их прохождения [3].

Таблица 2

Прирост побегов в период вегетации, (в среднем за 2015–2016 гг.)

Сорт	Начало вегетации, см	Конец вегетации, см
Геракл	3–5	20–72
Гусар	8	90–92
Пересвет	7–10	40–70

Максимальный прирост побегов имеет сорт Гусар, а минимальный прирост побегов у сорта – Геракл.

Урожайность и товарное качество ягод являются наиболее важными показателями для сравнительной оценки испытываемых сортов. Урожайность сортов представлена в таблице 3 [3].

Таблица 3

Урожайность малины, (в среднем за 2015–2016г.г.)

Сорта	Урожай с 1-го куста, кг	Урожайность, с т/га	Масса ягод, г
Геракл	1,5	8–10	5–6
Гусар	2,5–3	7–9	3,2–4,4
Пересвет	4	7–9	3,0–4,2

Болезнь проявляется в фазу набухания почек на молодых стеблях, в основном под почками, появляются светло-лиловые пятна, которые постепенно разрастаются и сливаются, поражая треть (половину) побега.

В фазу созревания плода на листовых пластинках и побегах происходит повторное заражение.

В фазу листопада болезнь развивается на стеблях, на которых почки не развиваются.

На черешках и плодовых веточках образуются такие же некротические кольца вызывающие пятна, которые вызывают засыхание ягод еще до их созревания (фаза начала образования завязи).

Почки, у которых поражены кроющие чешуи, отмирают (в фазу роста побегов.) [3].

К осени в пикнидах созревает огромное количество спор, которые распространяясь в сырую погоду, заражают здоровые побеги пурпуровой пятнистостью (фаза листопад).

В ходе исследований были апробированы 2 препарата: Бордоская смесь норма применения препарата: 30 кг/га, Топаз норма применения препарата: 0,3–0,4 л/га.

Таблица 4

Эффективность фунгицидов на малине против пурпуровой пятнистости

Варианты опыта	Доза внесения, л (кг)/га	Пораженность пурпуровой пятнистостью			
		Распространенность, %		Степень развития болезни, %	
		всего	подавление болезни	всего	подавление болезни
Контроль	–	56.0	–	24.0	–
Бордоская смесь	30 кг/га	25.0	31	9.0	15
Топаз	0,3 л/га	20.0	36	12.0	12

Из результатов опыта можно сделать вывод, что против пурпуровой пятнистости эффективно применение Бордоской смеси, так как она эффективно работает против зимующей инфекции. Топаз более эффективен в течение вегетации.

Проведена оценка экономической эффективности возделывания сортов малины: Геракл, Гусар, Пересвет (табл. 5, 6, 7).

Урожайность сорта Геракл без обработки составляет 1,6 т/га, с обработкой Топазом – 7,28 т/га, Бордоской смесью – 7,04 т/га.

Сорта Гусар без обработки – 1,8 т/га, при обработке Топазом урожайность составляет 8,19 т/га, при обработке Бордоской смесью – 7,92 т/га.

Урожайность сорта Пересвет без обработки – 1,4 т/га, при обработке Топазом урожайность составила 6,16 т/га, Бордоской смесью – 6,37 т/га.

Таблица 5

Экономическая эффективность малины сорта Геракл

Показатели	Варианты опыта		
	Контроль	Топаз	Бордоская смесь
Урожайность, т/га	1,6	7,28	7,04
Стоимость, тыс. руб./га	192	837,6	844,8
Прямые затраты тыс. руб./га	200	250	250
Расчетная себестоимость, руб./кг	12500	34349,6	35511,4
Условный чистый доход тыс. руб./га	-8000	587000,6	594000,8
Уровень рентабельности, %	-4	235	238

Таблица 6

Экономическая эффективность малины сорта Гусар

Показатели	Варианты опыта		
	Контроль	Топаз	Бордоская смесь
Урожайность, т/га	1,8	8,19	7,92
Стоимость, тыс.руб./га	216	982,8	950,4
Прямые затраты тыс. руб./га	200	270	270
Расчетная себестоимость, руб./кг	111111,1	3296,7	34091
Условный чистый доход тыс. руб./га	1600	712000,8	680000,4
Уровень рентабельности, %	8	264	252

Таблица 7

Экономическая эффективность малины сорта Пересвет

Показатели	Варианты опыта		
	Контроль	Топаз	Бордоская смесь
Урожайность, т/га	1,4	6,16	6,37
Стоимость, тыс. руб./га	168	739,2	764,4
Прямые затраты тыс. руб./га	200	300	300
Расчетная себестоимость, руб./кг	14285,7	48701,3	47095,7
Условный чистый доход тыс. руб./га	-32000	439000,2	464000,4
Уровень рентабельности, %	-16	146	155

Сорт Гусар имеет уровень рентабельности 264 % при обработки Топазом; при обработке Бордоской смесью уровень рентабельности составляет 252 %, без обработки уровень рентабельности 8 %, урожайность его составляет без обработки 1,8 т/га, при обработки Топазом – 8,19 т/га, Бордоской смесью – 7,92 т/га.

Выводы и предложения:

1. Малина проходит следующие фазы развития: набухание почек, рост листовых трубок и обособление листьев, выдвижение цветочных бутонов, начало цветения – массовое цветение, рост побегов, начало образования завязи – рост и развитие плодов, листопад.

У сорта Геракл развитие проходит в фазе набухания почек 5 суток, в фазе роста листовых трубок и обособление листьев – 8 суток, выдвижение цветочных бутонов – 12 суток, начало цветения – массовое цветение – 16 суток, рост побегов – 89 суток, начало образования завязи – рост и развитие плодов – 59 суток, от набухания почек до листопада проходит около – 194 суток.

У сорта Гусар фаза набухания почек идет 6 суток, фаза роста листовых трубок и обособление листьев – 8 суток, выдвижение цветочных бутонов – 12 суток, начало цветения – массовое цветение – 16 суток, рост побегов – 90 суток, начало образования завязи – рост и развитие плодов – 57 суток, от набухания почек до листопада проходит около – 188 суток.

У сорта Пересвет фаза набухания почек проходит 6 суток, фаза роста листовых трубок и обособление листьев – 8 суток, выдвижение цветочных бутонов – 12 суток, начало цветения – массовое цветение – 16 суток, рост побегов – 95 суток, начало образования завязи – рост и развитие плодов – 82 суток, от набухания почек до листопада проходит около – 182 суток.

2. Выявлено, что пурпуровая пятнистость проявляется в фазу набухания почек, в фазу созревания плода, в фазу начала образования завязи, в фазу роста побегов, в фазу листопада.

3. Проведя исследования по развитию пурпуровой пятнистости на малине, подобрали подходящие препараты, приостанавливающие (уничтожающие) развитие заболевания, такие как:

Топаз и Бордоская смесь, наиболее эффективно применение Бордоской смеси, так как она эффективно работает против зимующей инфекции, Топаз более эффективен в течение вегетации.

Подавление болезни Бордоской смесью – 15 %, а Топазом – 12 %.

4. Установили экономическую эффективность, самым рентабельным сортом является Гусар – 264 % при обработке Топазом, а Бордоской смесью – 252 %, так же сорт имеет высокий показатель чистого дохода 712000,8 руб./га при обработке Топазом, а при обработке Бордоской смесью – 680000,4 руб./га.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта: учебник / Б.А. Доспехов. – М.: Колос, 1979. – 416 с.
2. Исаева, Е.В. Атлас болезней плодовых и ягодных культур / Е.В. Исаева, З.А. Шестопал. – Киев: Урожай. – 1991.
3. Казаков, И.В. Малина и ежевика: учебник / И.В. Казаков. – М.: Колос, 1994.
4. Седов, Е.Н. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / Е.Н. Седова [и др.] – Орел : ВНИИСПК, 1999. – 606 с.
5. Система защиты малины. Защита и Карантин Растений. – 2008. – № 6. – С. 48–50.

Е.В. ЛялинаСаратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов, Россия**МЕРЫ БОРЬБЫ С ГРИБНЫМИ ЗАБОЛЕВАНИЯМИ НА ПРОСЕ
В ЗАО «ДЮРСКОЕ» НОВОУЗЕНСКОГО РАЙОНА САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

Работа проводилась в ЗАО «Дюрское» расположенного в Новоузенском районе Саратовской области. Цель работы выявить наличие грибных заболеваний на просе сорт Ярлык. В задачи исследований входило изучение фенологии роста и развития проса; определение распространения и развития грибных заболеваний в посевах проса; подбор препаратов для обработки проса от грибных заболеваний; оценить экономическую эффективность применения препаратов на просе.

Просо обыкновенное (*Panicum miliaceum*) – однолетнее растение, относящееся к семейству злаковых. Благодаря своей скороспелости и засухоустойчивости оно больше, чем какая-либо другая зерновая культура, соответствует условиям засушливых районов. Площадь под сортом проса Ярлык в хозяйстве составляет 400 га. Средняя урожайность около 15 ц/га [4].

Пыльная головня проса распространена повсеместно, где выращивается просо.

Эта болезнь хорошо заметна в начале выбрасывания просом метелки. В пазухах листового влагалища вместо соцветия – метелки образуется булавовидное утолщение, прикрытое сверху тонкой оболочкой белого цвета и заполненное коричнево-бурой порошистой массой спор. При созревании этот мешок, наполненный спорами, выдвигается наружу, оболочка растрескивается, споры головки высыпаются и разносятся ветром. На некоторых растениях пораженные головней соцветия остаются в пазухе листовых влагалищ и разрушаются только при обмолоте, заражая семенное зерно. Пылеобразные споры головки, попав вместе с семенами проса в теплую влажную почву, прорастают и заражают молодые всходы. Грибной мицелий проникает в конус нарастания стебля и в зачаточную метелку, вновь образуя очаг заражения. Наиболее сильно головня проявляется во влажные годы [5].

Таблица 1

Периоды поражения проса сорт Ярлык пыльной головней

Показатели	Фазы развития проса за 2016 г.						
	посев	всходы	кущение	выход в трубку	выметывание	цветение	созревание
дата	15.05	31.05	12.06	22.06	10.07	22.07	24.08
t °С	24	20	28	30	30	33	30
влажность, %	51	59	48	46	44	40	40
период поражения		+		+	+		

Поражение пыльной головней может происходить во время посева проса, если семена не прошли предпосевную обработку протравителями. Для этого используются: ВинцитКС (25+25 г/л); Витавакс 200ФФ, ВСК (4 л/га); Раксил Ультра (0,5 л/га), Премис Двести, КС (0,19–0,25 л/га); Премис КС (1,5 л/га). Инфекция может попасть в фазу выхода в трубку и выметывание – наблюдается заражение пыльной головней [1].

Периоды поражения проса сорт Ярлык бурой пятнистостью

Показатели	Фазы развития проса за 2016 г						
	посев	всходы	кущение	выход в трубку	выметывание	цветение	созревание
дата	15.05	31.05	12.06	22.06	10.07	22.07	24.08
t °С	24	20	28	30	30	33	30
влажность, %	51	59	48	46	44	40	40
период поражения		+		+			

Просо проходит 7 фаз развития за период вегетации: посев, всходы, кущение, выход в трубку, выметывание, цветение, созревание.

Таблица 3

Биологическая эффективность фунгицидов на просе

Препарат	Бурая пятнистость (гельминтоспориоз)	Пыльная головня
Винцит, КС	Снижение распространенности болезни в %	
	75	70
Раксил Ультра, КС	95	93

Применение фунгицидной обработки семян проса сорта Ярлык по вариантам имеет различный уровень рентабельности относительно контроля.

Таблица 4

Экономическая эффективность фунгицидов на просе

Показатели	Сорт Ярлык		
	Контроль (без обработки)	Винцит, КС	Раксил Ультра, КС
1. Урожайность основной продукции, т/га	1,1	1,3	1,5
2. Оценка продукции, тыс. руб./га	19800	23400	27000
3. Прямые затраты, тыс. руб. /га	10500	12150	11275
4. Расчётная себестоимость, тыс. руб./га	9545,5	9346,2	7516,7
5. Условный чистый доход, тыс. руб./га	9300	11250	15725
6. Уровень рентабельности, %	88,5	92,5	139,5

Урожайность основной продукции составила: на контроле 1,1 т/га; во втором варианте с применением препарата Винцит, КС – 1,3 т/га, а в третьем варианте с применением препарата Раксил Ультра, КС – 1,5 т/га.

Таблица 5

Расчет экономического ущерба от бурой пятнистости и пыльной головни на просе (контроль)

Показатели	Значение
Урожайность, т/га	1,1
Посевная площадь, га	100
Валовой сбор, т	110
Потери урожая, всего т	0,4
Цена реализации 1 т, руб	18000
Экономический ущерб, тыс руб.	7,2

Таблица 6

Расчет экономического ущерба от пыльной головни и бурой пятнистости на просе (с применением Винцит, КС)

Показатели	Значение
Урожайность, т/га	1,3
Посевная площадь, га	100
Валовой сбор, т	130
Потери урожая, всего т	0,2
Цена реализации 1 т, руб	18000
Экономический ущерб, тыс руб.	3,60

Таблица 7

Расчет экономического ущерба от пыльной головни и бурой пятнистости на просе (с применением Раксил Ультра, КС)

Показатели	Значение
Урожайность, т/га	1,5
Посевная площадь, га	100
Валовой сбор, т	150
Потери урожая, %	-
Потери урожая, всего т	-
Цена реализации 1 т, руб.	18000
Экономический ущерб, тыс. руб.	-

Выводы и предложения:

1. Фенология роста и развития проса в условиях ЗАО «Дюрское» Новоузенского района: посев – 15.05; всходы – 31.05; кущение – 12.06; выход в трубку – 22.06; выметывание – 10.07; цветение – 22.07; созревание – 24.08.

2. При определении распространенности и развития гельминтоспориоза (бурая пятнистость) на просе в контроле составила – 20 %; на препарате Винцит, КС – 5 %; Раксил Ультра, КС – 1 %. Экономический порог вредоносности по гильминтоспориозу (бурой пятнистости) составляет 10–15 %.

При определении распространенности и развития пыльной головни на просе в контроле – 1 %; на препарате Винцит, КС – 0,3 %; на Раксил Ультра, КС – 0,07 %. Экономический порог вредоносности составляет – 0,3–0,5 %.

3. Для обработки семян проса от гельминтоспориоза (бурой пятнистости) и пыльной головни были использованы препарат Винцит, КС, а также препарат Раксил Ультра, КС.

4. Экономическая эффективность применения препаратов на просе против пыльной головни и бурой пятнистости (гельминтоспориоза) показала, что высокую рентабельность имеет препарат Раксил Ультра, КС –139,5 %.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. «Пестициды.ru»: [Сайт][Электронный ресурс] – Электрон.дан. – Режим доступа: <http://www.pesticidy.ru>
2. «Сорта растений, включенные в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию»: [Сайт][Электронный ресурс] – Электрон.дан. – Режим доступа: <http://reestr.gossort.com>.
3. *Доспехов, Б.А.* Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985.- 351 с.
4. *Посыпанов Г.С.* /Растениеводство/ Г.С. Посыпанов, В.Е. Долгодворов, Б.Х. Жеруков и др. – М.: КолосС, 2006. – 612 с.: илл. – (Учебники и учеб.пособия для студентов высших учебных заведений).
5. *Шкаликов, В.А.* Защита растений от болезней/ В.А. Шкаликов, [и д.р.] – М.: Колос, 2001. – 244 с.

УДК 612.014.43:338.439.222(470.44)

Н.П. Молчанова¹, С.В. Морозова², К.П. Абраменко²

¹Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

²Национальный исследовательский Саратовский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского, г. Саратов, Россия

КЛИМАТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОЯВЛЕНИЯ ВОЛН ТЕПЛА И ХОЛОДА В САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Обеспечение сельскохозяйственного производства прогностической информацией всегда было и остается приоритетным направлением деятельности гидрометслужбы. Однако, зачастую вместо оперативной прогностической продукции специалисты этой отрасли используют климатические данные, считая их более достоверными и надежными. Сложившаяся практика применения климатических данных вместо прогностических объясняется отчасти тем, что официальные прогнозы среднемесячных аномалий температурно-влажностного режима имеют нулевую заблаговременность и поэтому оказываются зачастую бесполезными для своевременного составления агрометпрогнозов [1–2, 4].

Существенным недостатком климатических прогнозов является сглаживание резких неперіодических изменений, которые и создают общий климатический фон (режим) месяца. С резкими неперіодическими изменениями температурного режима связано наступление неблагоприятных для сельского хозяйства погодных явлений. Так весенние и осенние волны холода имеют большую вероятность заморозков, продолжительные волны тепла зимой формируют оттепельную погоду, что неблагоприятно сказывается на состоянии зимующих культур. Аномально-жаркая погода весной и летом способствует возникновению засушливых периодов, что особенно опасно в ранние стадии развития растений. Поэтому климатические прогнозы среднемесячных аномалий температуры воздуха нуждаются в уточнении. Необходимыми уточнениями могут стать результаты работы, публикуемые авторами настоящей статьи.

На рисунке 1 представлены линии средних многолетних значений средних суточных температур воздуха для апреля. По графику видно, что температура в течение ме-

сяца возрастает довольно сильно - с 1,4 °С до 12 °С, на что указывает и коэффициент в уравнении линии тренда $y = 0,374x - 16017$. Однако климатические изменения средней суточной температуры не совпадают со сглаженными. На рисунке, видно, что климатическая кривая практически весь месяц лежит существенно выше климатической нормы и тоже отражает бурное нарастание тепла. Однако, в середине третьей декады имеем «провал» в ходе этой кривой, что говорит о преобладании в этот временной промежуток (конец второй декады – начало третьей) холодных волн. Отметим, что именно в этот временной промежуток в апреле 2017 года наблюдалась интенсивная волна холода с перепадом температур от 2,8 до 13,5 °С. Расположение многолетней кривой над сглаженной отражает процесс глобального потепления, наиболее заметный в зимний и ранневесенний периоды.

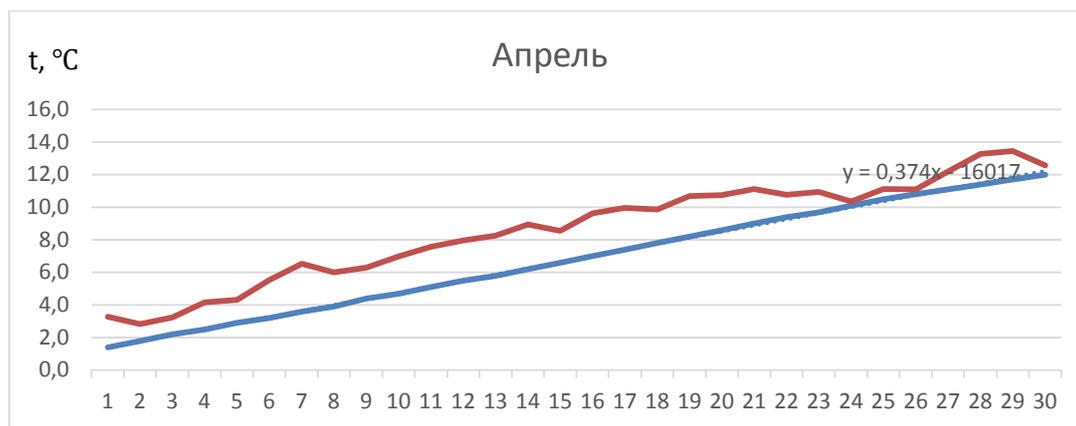


Рис. 1. Многолетняя средняя суточная температура воздуха. Апрель

Для мая (рис. 2) также характерно бурное нарастание тепла, но не такое сильное, как в апреле. Температура в течение месяца растет с 13,2 °С до 20,7 °С. Коэффициент линии тренда существенно ниже ($y = 0,1864x - 7974,8$). Многолетняя климатическая кривая представляет собой линию, на которой выделяются несколько климатических отрезков относительно высокой или относительно низкой температуры. Относительно теплая погода (преобладание волн тепла) наиболее характерна для конца первой и начала второй декады месяца, а также для середины третьей декады. Волны холода более вероятны в середине и в конце месяца. По представленному графику видно, что при майских волнах холода температура воздуха понижается в среднем на пять градусов.

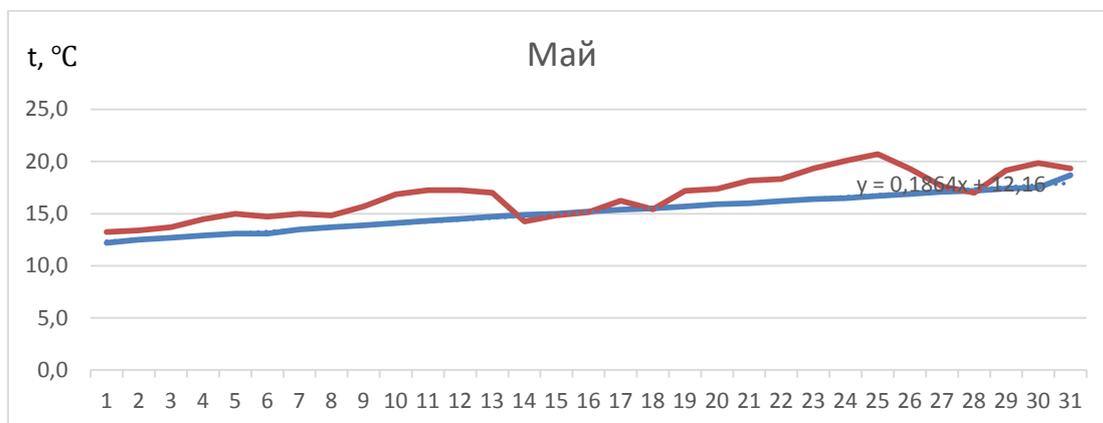


Рис. 2. Многолетняя средняя суточная температура воздуха. Май

По рисунку 3, где представлены линии временного хода многолетней средней суточной температуры для июня, можно отметить практически ровный ход сглаженной кривой. Отметим, что в данном временном периоде (первая декада) велика вероятность заморозков. Во второй и третьей декадах наблюдаем чередование относительно теплых и относительно холодных периодов. Однако, они непродолжительны и свидетельствуют о малой активности и теплых, и холодных волн в это время. В июне нарастание тепла уже заметно меньше, чем в предыдущие два весенних месяца. Средние суточные температуры в июне возрастают с 17,8 °С до 21,0 °С. Линия тренда проходит более полого, чем в апреле и мае и коэффициент наклона кривой существенно ниже ($y = 0,1084x - 4631,4$).

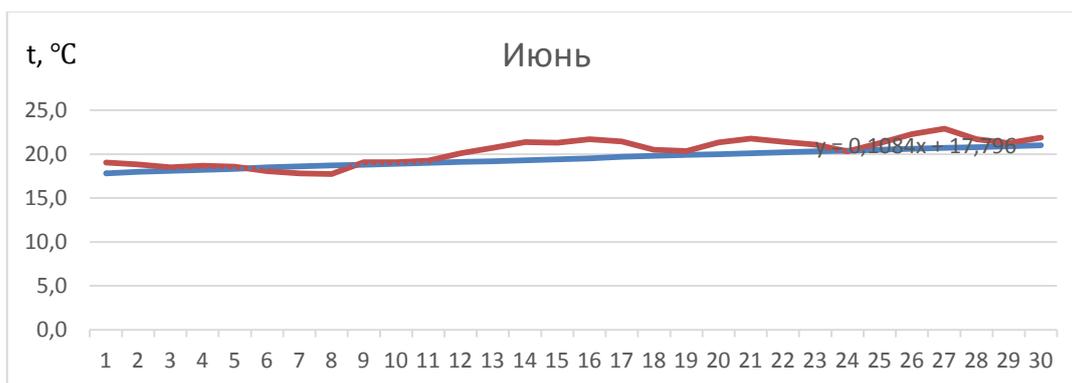


Рис. 3. Многолетняя средняя суточная температура воздуха. Июнь

Июль – центральный летний месяц. Согласно многолетней климатической норме температура в этом месяце составляет 21,4 °С. Многолетние средние суточные температуры от начала к середине месяца растут от 21,1 °С до 21,6 °С, затем снижаются до 21,2 °С. Таким образом, многолетние средние суточные температуры оказываются постоянными, что и отражает многолетняя сглаженная кривая. Первая декада и начало третьей, оказываются относительно холодными, именно в эти промежутки наиболее вероятны волны холода. Уравнение тренда $y = 0,0433x - 1836,2$, которое подтверждает отсутствие роста температур в июле (рис. 4).

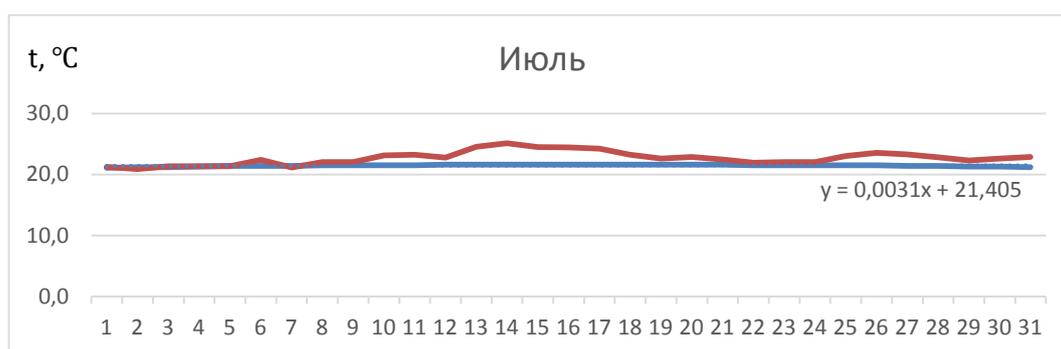


Рис. 4. Многолетняя средняя суточная температура воздуха. Июль

Август – последний месяц летнего сезона, характеризующийся спадом температур. Многолетняя среднесуточная температура воздуха снижается с 21,1 °С до 18,1 °С. Коэффициент линии тренда ($y = - 0,0992x + 4283,2$) показывает снижение температуры. Так же, как и в июле, наиболее теплой оказывается вторая декада месяца, а наиболее вероятное появление волн холода, характерно для начала и середины третьей декады. (рис. 5).

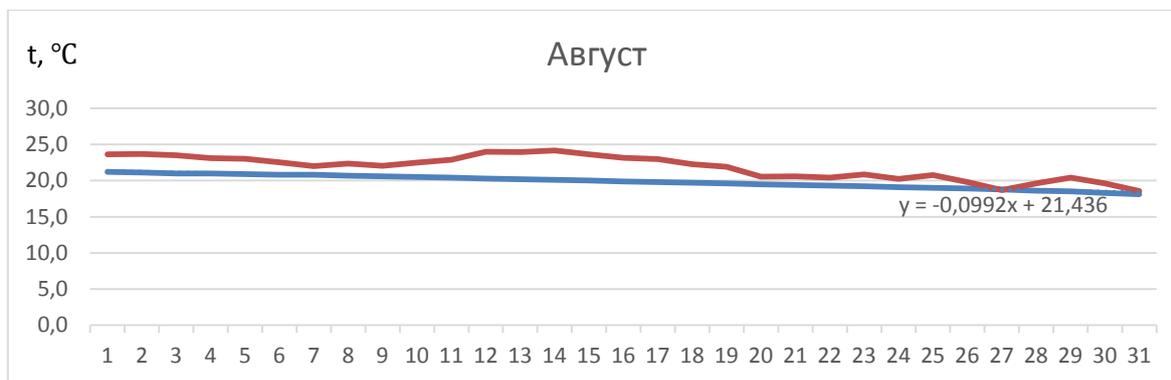


Рис. 5. Многолетняя средняя суточная температура воздуха. Август

Сентябрь – первый месяц осени, характеризующийся интенсивным спадом температуры. В течении месяца она снижается с 18,3 °С до 9,0 °С. Характер линии тренда оказывается примерно таким же, как и в предыдущем месяце, только снижение температур происходит намного быстрее, что показывает уравнение $y = -0,3273x + 14085$. В первую половину месяца наиболее вероятны волны холода, а вот для середины второй декады и всей третьей характерна теплая погода, что говорит о преобладании в это время теплых волн. В народе такой период известен как бабье лето (рис. 6).

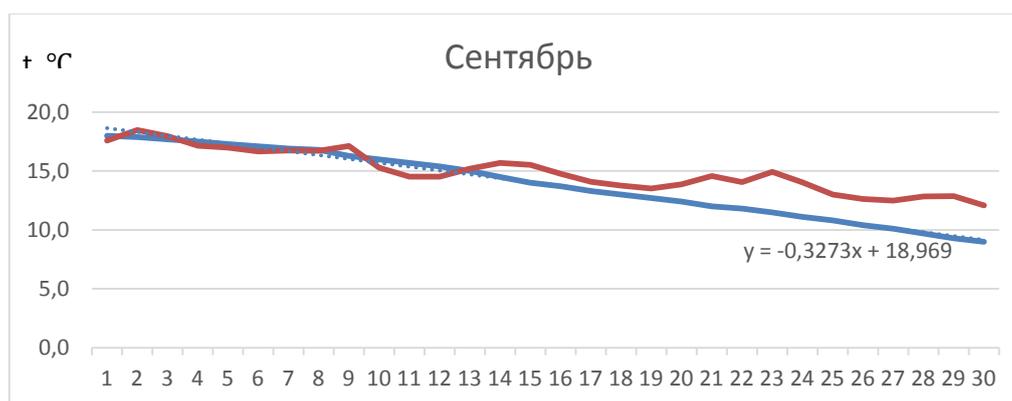


Рис.6. Многолетняя средняя суточная температура воздуха. Сентябрь

В центральном месяце осени – октябре – температура падает с 8,7 °С до 2,4 °С. Однако в исследуемый временной промежуток для октября характерен общий более высокий температурный фон. Подобная тенденция проявилась и в апреле, о чем уже говорилось ранее. Наиболее вероятны похолодания лишь в конце месяца. Эти волны холода, как правило, непродолжительны, но интенсивны (рис. 7).

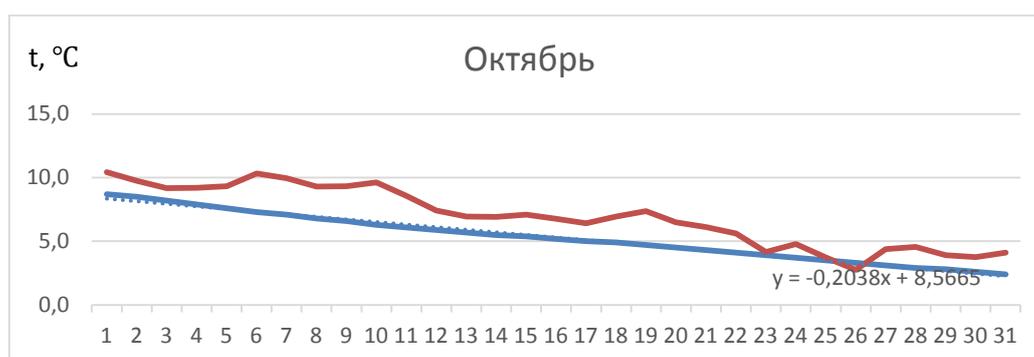


Рис. 7. Многолетняя средняя суточная температура воздуха. Октябрь

Таким образом, в каждом календарном месяце выделяются климатические периоды, в которых преобладают либо волны тепла, либо волны холода.

В результате проведенного исследования можно сделать следующие выводы, на которые следует обратить внимание специалистам сельскохозяйственного производства:

1. Выявлено повышение общего температурного режима апреля, августа и октября, что отражает факт глобального потепления.

2. В апреле волны холода наиболее вероятны к концу месяца; в мае выделяется преобладание холодных волн в середине и конце месяца. Именно в эти периоды велика опасность заморозков.

3. Для июня и июля, наоборот, наиболее холодной оказывается первая декада месяца.

4. Во все летние месяцы наиболее жаркой оказывается их третья декада.

5. В сентябре наиболее холодная первая половина месяца, а в октябре преобладание холодных волн характерно только для третьей декады.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Багров Н.А., Кондратович К.В., Педь Д.А., Угрюмов А.И. Долгосрочные метеорологические прогнозы. – Л.: Гидрометеиздат. – 1985. – 248 с.
2. Лосев А.П., Журина Л.Л. Агрометеорология. – М.: «Колос». – 2001. – 302 с.
3. Научно-прикладной справочник по климату СССР. – Серия 3. Многолетние данные. – Вып. 12. – 648 с.
4. Хандожко Л.А. Экономическая метеорология. – С-Пб.: Гидрометеиздат. – 2005. – 490 с.

УДК 632.937.32

А.Д. Моргунова, И.Д. Еськов

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов, Россия

МНОГООБРАЗИЕ ЭНТОМОФАГОВ БИОЛАБОРАТОРИИ АО «СОВХОЗ – ВЕСНА»

Акционерное общество «Совхоз – Весна» специализируется на выращивании овощей в защищенном грунте. На предприятии в первом обороте 2017 года основной культурой производства является пчелоопыляемый огурец F₁ Атлет. В связи с этим, используют практически только биологический метод защиты растений. В 1984 году на комбинате создается особое подразделение – биолaborатория.

Для наработки энтомофагов площадь зимних теплиц биолaborатории составляет 3300 м² из них 2000 м² отведено под разведение фитосейулюса, в том числе отдельная теплица (500 м²) – маточник паутинного клеща. На площади 500 м² (8 боксов) разводят энкарзию. Теплица площадью 300 м² предназначена для наработки хищных клопов – ориуса и макролофуса.

На сегодняшний день в биолaborатории АО «Совхоз – Весна» нарабатываются следующие энтомофаги:

1. Фитосейулюс (*Phytoseiulus*) – против паутинного клеща (*Tetranychus urticae*).
2. Амблисейус (*Neoseiulus cucumeris*) – против трипса (*Trips*).
3. Энкарзия формоза (*Encarsia formosa*) – для борьбы с белокрылкой (*Bemisia*).
4. Афидиус колемани (*Aphidius colemani*) – против бахчевой тли (*Aphis gossypii*).
5. Галлица афидимиза (*Aphidoletes aphidimyza*) – для борьбы с разными видами тли.
6. Ориус лавигатус (*Orius laevigatus*) – полифаг, уничтожающий трипсов, тлей, белокрылок, клещей.

7. Макролофус (*Macrolophus*) – против белокрылки, тли, трипса и паутинного клеща.

Для борьбы с тетраниховыми (обыкновенный и красный паутинный) клещами используют хищника фитосейдных клещей. Массовое воспроизводство фитосейулюса возможно только на целевом объекте – паутинном клеще. При производстве фитосейулюса нужно строго соблюдать пространственную изоляцию и маршруты передвижения обслуживающего персонала.

Фитосейулюс размножается на растениях сои, фасоли (ноябрь – декабрь), а так же огурце (декабрь – февраль). Посевы сои, фасоли и рассаду огурца заражают паутинным клещом. Через несколько дней проводят 2–3 выпуска фитосейулюса. В начале марта осуществляется переход на сплошные посевы сои.

Фитосейулюс чувствителен к низкой относительной влажности воздуха. Личинки, нимфы и взрослые клещи менее требовательны к гигротермическим условиям, чем яйца. Относительная влажность воздуха ниже 60 % сказывается отрицательно на выходе личинок из яиц, а при 50 % погибает большая часть яиц.

Оптимальными условиями для эффективной наработки фитосейулюса является температура 25–30 °С и относительная влажность воздуха не менее 75 %.

Для поддержания влажности воздуха в каждом боксе установлены увлажнители.

После съема основного объема фитосейулюса раскладываются растения – ловушки, заселенные паутинным клещом, на которые собираются хищники. Эти ловушки служат для заселения новых посевов.

Мучные (амбарные) клещи являются прекрасным кормовым объектом для массового воспроизводства в лабораторных условиях амблисейуса кукумериса. В маточную и производственную разводку амблисейуса могут проникать другие хищники амбарных клещей, поэтому перед использованием все разводческие садки и пшеничные отруби должны быть простерилизованы путем термической обработки (выше 60 °С в течение 1 суток). Подготовленный субстрат (отруби) размещают в садки толщиной не более 3–4 см. Оптимальная влажность воздуха над субстратом 80–90 %. Для улучшения аэрации и предотвращения слеживания субстрат необходимо периодически перемешивать. За две недели при температуре 25 °С численность амблисейуса кукумерис возрастает с 5 до 60 самок на 1 см³ субстрата. По истечению этого срока культивирования хищника можно использовать для колонизации в теплице.

Производство энкарзии ведется вертикальным способом на растениях табака сорта Вирджиния. Энкарзия формоза откладывает по одному яйцу в тело личинки белокрылки, преимущественно поражая третью, четвертую, а так же нимфальную стадию. В среднем каждая самка заражает от 40 до 110 особей белокрылки, откладывая от 7 до 15 яиц в день.

Оптимальными условиями для развития энкарзии являются температура 25–30 °С, влажность воздуха 50–70 %, длина светового дня 14–17 часов.

Полный цикл развития энкарзии формоза занимает 21 день. Взрослые особи при оптимальных условиях живут 20–35 дней.

Для получения биоматериала собираются листья табака, заселенные мумиями, на следующий день их отстирывают, сушат вентиляторами и фасуют в баночки. Мумии энкарзии хранятся в холодильнике до двух недель при температуре 4–5 °С.

Паразитарного наездника афидиуса колемани наработывают в садках на злаковой тле по технологии ВИЗР. Выход насекомых с одного матрасика 5–6 тыс. штук.

Для лабораторного разведения галлицы афидмимизы используют бобовую тлю. Связанно это с тем, что при питании медвяной росой бобовой тли плодовитость самок галлицы выше. Растения с личинками 1-го возраста срезают в тазики с песком, где после 5–7 дней кормления они окукливаются. Через 3–4 дня песок подсушивают и просеивают через сито.

Биологический материал хорошего качества в необходимом объеме можно получить лишь при условии, что личинки хищника будут иметь больше тлей, чем они могут съесть.

В 2014 году был освоен способ разведения ориуса в двухлитровых ведерках. Для обеспечения кормления хищных клопов ориуса в лаборатории установили линию по производству яиц зерновой моли (*Sitotroga cerealella*).

Наработка ориуса осуществляется в 2-х литровых и 3,5 литровых ведрах, в которых находятся бумажные подложки в виде кружочков согласно диаметру ведра, тампоны из проростков фасоли (в последствии на которые ориус откладывает яйца), проростки пшеницы зараженные злаковой тлей и яйца зерновой моли.

Так же в этой теплице находится макролофус. Разведение макролофуса производится в кубиках – садках в которые помещают растения табака, макролофус, злаковую тлю и яйца зерновой моли. В последствии растения табака из садков переносятся в боксы, где происходит массовое разведение макролофуса.

Применение энтомофагов на производственных теплицах позволяет выращивать экологически безопасную продукцию, а так же сохранять пчёл опылителей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Ахатов А.К., Ижевский С.С.* (ред). Вредители тепличных и оранжерейных растений (морфология, образ жизни, вредность, борьба). – Москва: Товарищество научных изданий КМК. – 2004. – 307 с.
2. *Рогова Н.Д.* Журнал «Теплицы России», № 2 /2015. – Москва, 2015. – С. 42–43.
3. *Гавриш С.Ф.* Журнал «Гавриш», № 6/2015. – Москва, 2015. – С. 52–55.
4. *Рогова Н.Д.* Журнал «Теплицы России», № 2/2014. – Москва, 2014. – С. 36–39.
5. *Гавриш С.Ф.* Журнал «Гавриш», № 3/2015. – Москва, 2015. – С. 48–51.
6. *Гавриш С.Ф.* Журнал «Гавриш», № 3/2010. – Москва, 2010. – С. 28–33.

УДК 635.037

Ж.Н. Мухатова, И.Д. Еськов

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов, Россия

ОСОБЕННОСТИ ОКУЛИРОВКИ ПЛОДОВЫХ КУЛЬТУР В УСЛОВИЯХ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Интенсификация садоводства, направленная на увеличение производства плодов и ягод, предъявляет высокие требования к сортам. Для внедрения в производство новых и перспективных сортов, сортоподвойных комбинаций в питомниках используют современные, в том числе ускоренные методы размножения. В настоящее время основным способом размножения современных сортов семечковых растений является прививка (окулировка). Этот метод успешно применяется для клоновых подвоев семечковых культур.

Наши исследования по окулировке проводились в условиях ООО НПП «Опытная станция садоводства» Саратовской области. Основной тип почвы – чернозем южный. В условиях рассматриваемой зоны эта группа черноземов является наилучшей для развития плодово-ягодных культур. 1-е поле плодового питомника было заложено в 2015 году. Схема посадки: – 0,9 х 0,2 м с технологическими дорогами 2,5 м.

Подвой подразделяются на сильнорослые, среднерослые, полукарликовые и карликовые. Мы в своей работе использовали полукарликовые подвой: 54-118 и 62-396.

Подвой 54-118. Подвой получен В.И. Будаговским от скрещивания парадизки Будаговского и гибрида №13-14. С одного гектара маточника можно получать до 25 тыс. стандартных отростков. Отводки этого подвоя хорошо приживаются в питомнике и хорошо подходят к окулировке, что обеспечивает высокий выход стандартных саженцев.

Подвой 62-396. Получен от скрещивания гибрида №13-14 и парадизки Будаговского. Подвой относится к карликовым, по силе роста незначительно превышает деревья, привитые на подвой М9. Продуктивность маточных кустов средняя, но значительно выше, чем у М9 и ПБ9. Выход стандартных отводков от их общего числа – 75–78 %.

Окулировка. Высаженные на первое поле питомника подвой в первый же год окулировали во время второго (летнего) сокодвижения с 26 июля – 25 августа. При сокодвижении кора у подвоев легко отделяется, что очень важно для окулировки. Черенки нарезают непосредственно перед самой окулировкой. По нашим расчетам на 1 га подвоев требуется примерно 6–7 тысяч черенков. Для черенков брали сильные побеги с хорошо вызревшими и вполне сформировавшимися почками (глазками). Черенки для прививки резали с проверенных по урожайности и сортности деревьев. Поэтому при каждом плодовом питомнике следовало бы иметь маточный сад. Каждое дерево в маточном саду должно быть снабжено этикеткой с обозначением сорта. Площадь маточного сада, а также породный и сортовой состав его определяются заданием питомнику по ежегодному выпуску посадочного материала. Срезка черенков сильно ослабляет деревья, поэтому уход за маточным садом должен быть особо тщательным.

При срезке у черенков мы удаляли листовые пластинки, чтобы черенки не завяли, так как листья очень сильно испаряют воду. Удаляя лист, часть его черешка длиной 1 см оставляли на черенке. Срезанные и освобожденные от листьев черенки держали прикрытыми от солнца.

Календарные сроки и порядок окулировки подвоев определяли состоянием, а также временем вызревания черенков. Порядок окулировки сортов должен быть таким: сначала ранние, затем средние и, наконец, поздние сорта.

Окулировку производили способом «вприклад» с помощью специального окулировочного ножа, который должен быть всегда чистым и очень остро отточенным. В процессе работы нож все время подтачивали. Для этого каждый окулировщик снабжался оселком для точки и ремнем для правки лезвия ножа.

Для окулировки использовали наиболее хорошо развившиеся почки, находящиеся на средней части черенка. Работа по окулировке включала в себя следующие моменты: 1) надрез коры на стволике подвоя; 2) снятие с черенка щитка коры с почкой и тонким слоем древесины; 3) вставка щитка; 4) обвязка.

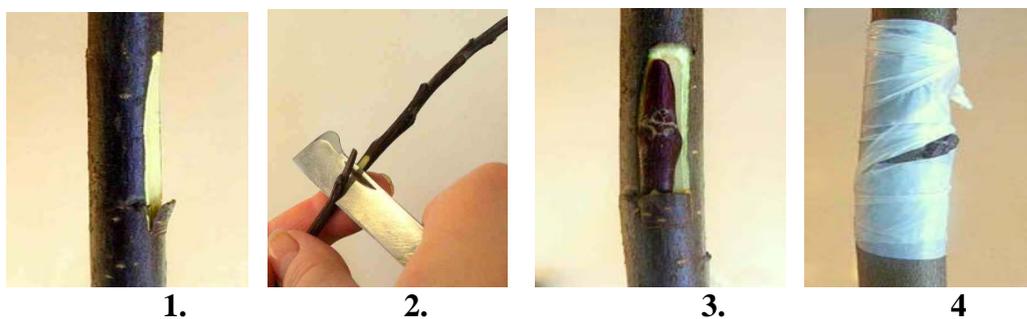


Рис. 1. Порядок выполнения окулировки: 1) надрез коры на стволике подвоя; 2) снятие с черенка щитка коры с почкой и тонким слоем древесины; 3) вставка щитка; 4) обвязка

Снятие щитка производили следующим порядком. Черенок брали в левую руку на обращенную вверх ладонь, охватывая его четырьмя пальцами. Отступя примерно на 1 см ниже глазка, делали неглубокий поперечный надрез коры и древесины. Затем делали такой же надрез на 1,5 см выше глазка. Не отрывая лезвия от поперечного надреза, по-

ворачивали нож острием по направлению к глазку и двигали несколько наискось вниз до нижнего поперечного надреза так, чтобы было использовано все лезвие ножа. Когда лезвие ножа дойдет до нижнего поперечного надреза, щиток придерживали лезвием ножа и большим пальцем правой руки. После этого щиток с черенка переносили в левую руку. Щиток брали за кончик черешка, ни в коем случае не дотрагиваясь пальцами до поверхности среза, прикладывали к срезу подвоя и обматывали специальной лентой.

В нашем питомнике был следующий сортовой состав – Жигулевское, Рождественское, Беркутовское, Кортланд, Северный синап, Мальт Багаевский, Лобо на подвое 54-118, 62-396, семенной подвой.

Также в питомнике прививаются новые интродуцированные сорта, такие как Лигол, Хоней крисп.

По итогам обследования прививочных работ приживаемость ранних и поздних сортов практически не отличалась и составляла 95–96 %.

Согласно областной программе по дальнейшему развитию садоводства в области требуется ежегодно увеличивать площади садов на 600–800 гектар. Для этих целей требуется 600–800 тыс. высококачественных саженцев. Следовательно, площади питомников в области должны составлять около 50 гектар.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Государственная программа саратовской области «Развитие сельского хозяйства и регулирование рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия в Саратовской области на 2014–2020 годы».

2. *Келдибеков, А.А.*, Изучение слаборослых вставочных форм подвоев яблони селекции ВНИИСПК / *А.А. Келдибеков, Е.Н. Седов, З.М. Серова* // Плодоводство и ягодоводство России. – 2014. – Т. XXXIX. – С. 100–104.

3. *Курьянова Е.Н., Григорьева Л.В., Бобрович Л.В.*, Сравнительная энергетическая оценка технологий выращивания саженцев яблони // Вестник МичГАУ, №1, Ч. 1, 2012. – С. 33–35.

4. *Сухоцкий М.И.*, Книга современного садовода. – Мн.: МФЦП, 2009. – 528 с., ил.

5. *Титова Ю.Г., Келдибеков А.А.*, Карликовые подвои яблони - основа интенсивного садоводства (обзор литературы) // Селекция и сорторазведение садовых культур, 2017. – Т. 4. – № 1–2. – С. 132–137.

УДК 632.9

Ж.Н. Мухатова, Н.В. Николайченко

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов, Россия

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ РЕМОНТАНТНОЙ МАЛИНЫ В УСЛОВИЯХ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Малина – богатый источник летучих антибиотиков, обладающих антисептическими свойствами для лечения верхних дыхательных путей и предупреждения простудных заболеваний. Плоды малины содержат до 10 % сахаров; органические кислоты (до 2,5 %); соли железа, калия, меди; витамины группы В, РР, фолиевую и аскорбиновую кислоты. Железа в плодах малины содержится в 2–3 раза больше, чем у черной смородины, что определяет их высокую кроветворную способность в организме человека. В плодах много антоцианов, обладающих свойством укрепления капилляров, они определяют антисклеротические показатели малины. Поэтому научные исследования по изучению биологии и продуктивности этой культуры безусловно актуальны.

Объект наших исследований – ремонтантная малина сорта Херитейдж, отличающаяся своей уникальной способностью неоднократно плодоносить, как на однолетних побегах, так и на двухлетних на протяжении всего вегетационного периода.

Ремонтантный сорт Херитейдж (или Херитедж) был выведен в 1969 г. на станции Корнелльского университета в Нью-Йорке. Основное отличие от обыкновенной малины – возможность выращивания на два урожая. Также особенностью ремонтантного сорта является хорошая сохранность плодов на кустах. Малина продолжает формировать ягоды даже после небольших осенних заморозков. Ягоды крупного размера, весом от 3,5 до 5 г, одномерные. Форма конусообразная, цвет тёмно-красный. Аромат насыщенный. Дегустационная оценка – 4,6 балла по пятибалльной шкале. Приятный вкус плодов; высокая стабильная урожайность; ягоды не осыпаются после созревания; высокая зимостойкость; хорошая лёжка и транспортабельность плодов; высокая устойчивость к вредителям, мучнистой росе и антракнозу.

Перспективным направлением в агротехнике ремонтантной малины изучаемого сорта является применение микроудобрений, которые обладают возможностью стимулировать рост и развитие растений для повышения не только урожайности, а так же способностью повышать устойчивость растений к неблагоприятным факторам среды, что особенно важно при возделывании этого высокопродуктивного сорта.

Исследования по изучению эффективности применения микроудобрения АгроМикс на урожай и качество ремонтантной малины сорта Херитейдж проводили в 2016–2017 гг. на черноземе южном с содержанием гумуса 4,5–5 %, содержание фосфора (по Чирикову) 34–38 %, калия – 68–72 мг/кг почвы, pH – 5,4. Климат был типичным для Саратовской области, т.е. резко континентальный.

Опыты заложены в четырехкратной повторности, схема опыта представлена в таблице.

Продуктивность малины сорта Херитейдж в зависимости от применения микроудобрения АгроМикс кг/м², среднее за 2016–2017 гг.

Норма расхода, кг/га	Количество подкормок за вегетацию	
	1–2	3–4
Без удобрения (контроль)	1,9	2,2
50–80 г/100 л (0,5–0,8 кг/га)	2,5	3,1
80–100 г/100 л (0,81–1,0 кг/га)	4,0	4,7
80–100 г/100л+борная кислота (20 г/кг)	4,4	5,2
НСР _{0,5}	0,21	0,24

В результате исследования было установлено, что изучаемый сорт Херитейдж высокоустойчив к ржавчине, антракнозу, корневому раку, малинному жуку и к малинной листовой тле. В результате применения АгроМикса 80–100 г/100 л и борной кислоты, при 3–4-х кратной обработке, наблюдалось не только увеличение урожайности до 50–58 %, но и отмечалось снижение восприимчивости к хлорозу, пурпуровой пятнистости, а также к малинной стеблевой галлице.

А.С. Мухомедьярова

Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир Хана,
г. Уральск, Республика Казахстан

ПРИМЕНЕНИЕ УДОБРЕНИЙ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР В СЕВООБОРОТАХ ПРИУРАЛЬЯ

Ведущей зерновой продовольственной культурой республики Казахстан является озимая пшеница. В ее зерне много белка, витаминов, ферментов и других ценных веществ, необходимых для нормального развития организма человека. Пшеничные отруби – высококонцентрированный корм для всех видов животных. В качестве грубого корма скоту используют солому, особенно в измельченном и запаренном виде и мякину. Солому также применяют в качестве строительного материала, для подстилки животным, изготовления бумаги и т.д. Озимая пшеница – это ценная культура в полевом севообороте и хороший предшественник для картофеля, кукурузы, сахарной свёклы и др.

Западно-Казахстанская область крупный производитель зерна, причем весь хлеб собирается с неорошаемых полей в жестких климатических условиях, поэтому ситуация в земледелии остается сложной. Главную экспортную продукцию страны зерно с каждым годом становится все труднее сбывать на мировом рынке из-за снижения его качества. Вопросы применения азотных минеральных удобрений, оценка эффективности и влияния на формирование урожай и качество зрна в Приуралье республики Казахстан изучены недостаточно. Поэтому разработка научных и практических основ применения подкормок пшеницы азотными удобрениями является актуальной проблемой, имеющей важное значение для региона и всей страны.

Исследования по изучению эффективности внесения минеральных азотных удобрений проводили в стационарном полевом опыте ТОО «Ізденіс» Западно-Казахстанской области. Проведенные исследования показали ряд зональных особенностей:

1. Агроклиматические условия вегетации озимой пшеницы в регионе характеризуются дефицитом атмосферных осадков и высокой температурой воздуха, что является причиной невысокой урожайности культуры.

2. Наибольшее положительное влияние на сохранность растений к уборке оказывают дозы N_{30} весной и N_{30} -весна + N_{30} в налив зерна.

3. В колошение пшеницы наивысшее содержание нитратного азота в почве отмечено на вариантах с внесением N_{30} весной, а снижение дозы до N_{15} практически не оказывает влияние на азотный режим почвы.

4. Имеет место слабо выраженная тенденция улучшения фосфорного режима почвы от внесения азотных удобрений весной за счет усиления биологической активности почвы.

5. Наибольшую прибавку урожайности зерна обеспечивает корневая подкормка N_{30} весной и N_{30} весной + N_{30} в налив зерна, а использование N_{15} весной + N_{15} в налив зерна превышает контроль незначительно.

6. Внесение N_{30} весной не влияет на содержание клейковины в зерне, а использование удобрений для некорневой подкормки во всех случаях повышает ее содержание при первой группе качества.

7. Лучшие показатели экономической эффективности получены при внесении N_{30} весной и N_{30} весной + N_{30} в налив зерна.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агроклиматические ресурсы Уральской области. – Л.: Гидрометеиздат, 1973. – 128 с.

2. Агробиологические основы выращивания сельскохозяйственных культур / Под ред. Н.И. Кузнецова. – Саратов: Изд-во СГАУ, 2003. – 260 с.
3. *Бебякин, В.М.* К вопросу управления качеством зерна в засушливых условиях / В.М. Бебякин, И.Г. Прокофьева, И.Л. Тер-Асатурова // Вестник Российской академии с.-х. наук. – 1996. – № 4. – С.39–42.
4. *Бордюжа, Н.П.* Влияние некорневых подкормок совместно с внесением удобрений на повышение качества зерна // Агротехнический вестник. – 2011. – №3. – С. 22–25.
5. *Вьюрков, В.В.* Агротехнические основы полевых севооборотов Приуралья // Вестник с.-х. науки Казахстана. – 1998. – №6. – С. 47–52.
6. *Марушев, А.И.* Качество зерна пшениц Поволжья. – Саратов : Приволж. кн. изд-во, 1968. – 212 с.
7. *Нарушев, В.Б.* Адаптивные технологии возделывания полевых культур в Поволжье / В.Б. Нарушев, Е.А. Нарушева // Вестник СГАУ. – Саратов – 2004. – № 4. – С. 27–28.
8. Система ведения сельского хозяйства Западно-Казахстанской области. – Уральск : Изд-во ЗКТАУ им. Жангир хана, 2004. – 276 с.

УДК 633.853 (470.44)

В.Б. Нарушев, Д.С. Косолапов, Р.А. Шоров, Р.Г. Султанов

Саратовский государственный аграрный университет имени Н. И. Вавилова,
г. Саратов, Россия

РОЛЬ ВЕДУЩИХ ПРИЕМОВ ЗОНАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ФОРМИРОВАНИИ ПРОДУКТИВНОСТИ ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР В СТЕПНОМ ПОВОЛЖЬЕ

Многолетние исследования по совершенствованию зональных технологий возделывания полевых культур выполнялись на опытном поле Саратовского агроуниверситета, а также в производственных условиях хозяйств области позволили разработать практические рекомендации по усовершенствованию ведущих приемов ресурсосберегающих технологий возделывания полевых культур в условиях Поволжья.

Очень важно своевременное внедрение новых сортов – только этот прием сразу дает прибавку урожайности 25–30 %. Для Саратовской области сейчас рекомендуются: озимая пшеница – Саратовская 90, Янтарь Поволжья, Калач 60; озимая рожь – Саратовская 7, Марусенька; яровая мягкая пшеница – Прохоровка, Фаворит, Саратовская 68, Саратовская 73. В зоне Саратовского Заволжья условия благоприятны для выращивания яровой твердой пшеницы – наилучшие сорта Краснокутка 12, Саратовская золотистая.

В севооборотах Саратовской области глубокая обработка почвы проводится под чистый пар на 27–30 см, под зернобобовые и подсолнечник – на 25–27 см. Под все яровые культуры вспашка проводится на глубину 22–25 см, а под ячмень – на 18–20 см. В Заволжье под озимые и яровые зерновые и зернобобовые культуры рационально применение плоскорезной обработки почвы. Предпосевная обработка почвы должна состоять из боронования зяби и одной-двух культивации. При выращивании яровой пшеницы, чечевицы, льна масличного возможно применение прямого посева («No-Till») с учетом засоренности поля. Этот прием обеспечивает сокращение срока посевных операций, сохранение влаги в почве, сохранение плодородия.

Внесение в чистом пару органических удобрений нормой 30–40 т/га. Обязательное применение фосфорных удобрений перед посевом или при посеве полевых культур (15–20 кг. д.в./га), азотных удобрений – для подкормки озимой пшеницы (30–45 кг д.в./га) и яровой пшеницы (30–45 кг. д.в./га).

Применяют прогрессивные способы посева, позволяющие равномерно распределять семена по площади поля – узкорядный, перекрестный, широкорядный одно- и много-

строчный. Необходимо строгое соблюдение рекомендуемых норм высева: озимая и яровая мягкая пшеница – 4–5 млн; озимая рожь – 3,5–4 млн; яровая твердая пшеница – 4,5–5 млн шт. на гектар.

Все большее применение в производстве находят некорневые подкормки комплексными водорастворимыми удобрениями, содержащими азот, фосфор, калий и микроэлементы. Недостаток микроэлементов приводит не только к снижению урожая и качества продукции, но и вызывает ряд болезней растений, а иногда приводит и к их гибели. Удобрения, содержащие микроэлементы, стимулируют рост растений и ускоряют их развитие. Широкая производственная проверка на различных сельскохозяйственных культурах показала неоспоримые преимущества Реасила, Микровита, Мегамикса, Террафлекса, Спидфола, Грин-Го, Рексолина АВС, Райкат Старта и ряда других комплексных водорастворимых удобрений.

Для повышения устойчивости растений к перепадам погодных условий до начала цветения рекомендуется обработка посевов полевых культур регуляторами роста (эпин-экстра, крезацин, мивал-агро, альбит и др.) и биопрепаратами (экстрасол, мизорин, ризоагрин, флавобактерин, ГУМИ и др.).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агробиологические основы выращивания сельскохозяйственных культур / Под ред. Н.И. Кузнецова. – Саратов: Изд-во СГАУ, 2003. – 260 с.
2. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Колос, 1985. – 416 с.
3. Нарушев, В.Б. Адаптивные технологии возделывания полевых культур в Поволжье / В.Б. Нарушев, Е.А. Юрченко // Аграрный научный журнал. – 2004. – № 4. – С. 27–28.
4. Нарушев, В.Б. Расширение биоразнообразия возделываемых масличных культур в степном Поволжье / В.Б. Нарушев и др. // Вестник Саратовского госагроуниверситета. – № 10 – 2012. – С. 21–22.
5. Рекомендации по методике проведения наблюдений и исследований в полевом опыте. – Саратов: НИИСХ Юго-Востока, 1973. – 223 с.

УДК 633.854.78 (470.44)

***В.Б. Нарушев¹, Д.В. Горшенин¹, И.В. Кутырев¹, Р.Р. Климов¹, И.В. Милованов¹,
Л.С. Затева¹, В.П. Графов², А.В. Лекарев²***

¹Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов, Россия

²НИИСХ Юго-Востока, г. Саратов, Россия

ИННОВАЦИОННЫЕ ПРИЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ АГРОЦЕНОЗОВ МАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР В САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Масличные культуры широко возделываются в мировом земледелии и имеют большое практическое использование. Ведущей масличной культурой России является подсолнечник, семена которого содержат до 50 % жира и до 23 % белка. Вырабатываемое из них растительное масло обладает высокими пищевыми и диетическими качествами.

В настоящее время подсолнечник занимает в структуре посевных площадей Саратовской области более 1 млн га. Однако в соответствии с агротехническими требованиями посевные площади подсолнечника в регионе не должны превышать 14 % от площади пашни или 750 тыс. га. Увеличение площадей выше этого количества приводит к нарушению системы ведения земледелия и снижению продуктивности севооборотов.

Целью исследований являлось расширение биоразнообразия возделываемых маслических культур и совершенствование приемов их возделывания. Исследования показали, что урожайность подсолнечника подвержена значительным колебаниям, как по годам, так и по микрорайонам Саратовской области – от 3 до 20 ц/га и более. Аналогичная ситуация у горчицы – колебания от 2 до 15 ц/га. В то же время, ценным производственным качеством льна маслического, сафлора и озимого рыжика является их стабильная урожайность, которая в засушливых условиях Саратовской области в многолетнем цикле колебалась в небольшом интервале – 12–18 ц/га. Необходимо отметить, что затраты при выращивании льна маслического, сафлора и рыжика меньше, а чистый доход выше, чем у подсолнечника.

Сравнительное испытание большого набора сортов и гибридов подсолнечника показало, что наиболее продуктивными в условиях нашей зоны являются Саратовский 20, Саратовский 85, Скороспелый 87, Степной 81, Лакомка, Сластина, ЮВС 3, ЮВС 4, ЮВС 5, ЮВС 6.

В исследованиях по разработке технологии семеноводства гибридов первого поколения эффективными оказались схемы посева 6×1; 6×2; 5×2 и 4×3. Оптимальная норма высева материнской А линии – 40–60 тыс./га.

При выращивании товарных и семенных посевов подсолнечника, сафлора, льна маслического установлена высокая эффективность применения защитно-стимулирующих препаратов. В условиях Саратовской области прибавки урожайности от применения фитоспорина, террафлекса, эофуса, альбита, силипланта и ряда других препаратов составляют 0,2–0,6 т/га.

По результатам исследований, для повышения производства высококачественного маслического сырья при экономии затрат рекомендуется:

1. Оптимизировать площади возделывания подсолнечника. В ряде микрорайонов необходимо рационально замещать его посевами озимого рыжика, льна маслического (Правобережье) и сафлора (Левобережье).

2. Шире внедрять местные сорта и гибриды маслических культур и организовать их эффективное семеноводство.

3. Использовать удобрения и защитно-стимулирующие препараты

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пимахин, В.Ф. Биологические и агротехнические основы возделывания подсолнечника / В.Ф. Пимахин, В.М. Лекарев, Н.М. Соколов / Рекомендации – Саратов: НИИСХ Юго-Востока, 2000. – 64 с.

2. Концепция развития агропромышленного комплекса Саратовской области до 2020 года / Коллектив авторов / ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2011 – 143 с.

3. Агробиологические основы выращивания сельскохозяйственных культур / Под ред. Н.И. Кузнецова – Саратов: Изд-во Саратовского ГАУ, 2003. – 260 с.

4. *Нарушев, В.Б.* Расширение биоразнообразия возделываемых маслических культур в степном Поволжье / В.Б. Нарушев, А.Т. Куанышкалиев, Д.А. Горшенин, Н.И. Мажаев // Аграрный научный журнал. – № 10. – 2012. – С. 21–22.

5. *Горшенин, Д.В.* Подбор маслических культур для микрорайонов Саратовской области с учетом особенностей их возделывания / Д.В. Горшенин, М.Х. Мамбеталиев, В.Б. Нарушев // Вавиловские чтения – 2015. – С. 26–27.

6. *Картанышев, В.Г.* Маслические культуры в аридных районах России / В.Г. Картанышев, В.В. Картанышева, В.Г. Шурупов // Рациональное природопользование и сельскохозяйственное производство в южных регионах РФ. – М., 2003. – С. 176–179.

В.Б. Нарушев, А.А. Шишкин, Р.Ш. Каукенов, А.А. Мусеев, Т.И. Хоришко
Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов, Россия

ВАЖНЕЙШИЕ ПРИЕМЫ БИОЛОГИЗИРОВАННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР В ПОВОЛЖЬЕ

Одной из важнейших задач современного растениеводства является повышение урожайности полевых культур и качества сельскохозяйственной продукции без снижения плодородия почвы. Реальной возможностью решения этой сложной задачи ученые считают широкое внедрение биологизированных технологий в современном земледелии.

Кроме традиционных приемов в последние годы разработаны новые, такие как использование биопрепаратов для оптимизации питания растений и их защиты, заправка сидератов, соломы и пожнивно-корневых остатков.

Цель наших исследований заключалась в разработке приемов биологизированных технологий для сохранения плодородия черноземных почв Среднего Поволжья и увеличения продуктивности сельскохозяйственных культур. В исследованиях на фоне различных технологий обработки почвы (отвальная, безотвальная, минимальная, нулевая) разрабатывалось применение следующих приемов биологизации: заправку в почву измельченной соломы предшественника; выращивание сидератов; обработку почвы, семян и посевов биопрепаратами, введение в севообороты бобовых культур и многолетних трав.

Солома – важный источник органического удобрения сельскохозяйственных культур в биологическом земледелии. Измельченную солому разбрасывают по полю и запахивают осенью при подъеме зяби.

В качестве сидератов («зеленого удобрения») в Среднем Поволжье можно возделывать люпин, тригонеллу, донник, озимую вику, озимую рожь, овес, астрагал, горох, чину, эспарцет, рапс, горчицу, редьку масличную, фацелию и другие растения. С сидеральными культурами может поступать в почву при их запахивании большое количество доступного азота, фосфора и калия. Зеленое удобрение улучшает физические и химические свойства почвы, ее структуру и плодородие, усиливают микробиологические процессы. Сидераты снижают засоренность полей, выполняя фитосанитарную роль, повышают продуктивность севооборотов и качество получаемой продукции растениеводства.

При внесении в почву измельченной соломы, выращивании и заделке сидератов в почву поступает большое количество органического вещества, что обеспечивает повышение содержания гумуса. Мощная корневая система сидератов разрыхляет почву, создавая комковатую структуру.

На основе отобранных штаммов бактерий в НИИ сельскохозяйственной микробиологии Российской академии сельскохозяйственных наук (г. Санкт-Петербург) создан ряд биопрепаратов для инокуляции семян и другого посадочного материала, а также обработки посевов небобовых растений – это такие биопрепараты, как мизорин, флавобактерин, ризоагрин и др. Применение биопрепаратов обогащает почву полезной микрофлорой и повышает ее биологическую активность, улучшает пищевой режим.

Разработанные нами приемы биологизированной технология апробированы на черноземных почвах Саратовской области при выращивании гречихи, картофеля, топинамбура и других культур. В результате биологического восстановления плодородия почвы наблюдается повышение урожайности на 30–50 %. Выращенная продукция обладает более высокими пищевыми достоинствами и экологическим качеством: она со-

держит больше белка, витаминов и микроэлементов, мало нитратов и тяжелых металлов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агробиологические основы выращивания сельскохозяйственных культур / Под ред. Н.И. Кузнецова, М.Н. Худенко, В.Б. Нарушева – Саратов: Изд-во ГАУ, 2003. – 260 с.
2. *Доспехов, Б.А.* Методика полевого опыта. – М.: Колос, 1985. – 416 с.
3. *Башинская, О.С.* Влияние способа посева и нормы высева на продуктивность однолетних кормовых культур в аридной зоне Поволжья / О.С. Башинская, В.Б. Нарушев, А.Г. Субботин, З.Б. Бегишанова // Аграрный научный журнал. – 2012. – № 10. – С. 21–24.
4. *Нарушев, В.Б.* Расширение биоразнообразия возделываемых масличных культур в степном Поволжье / В.Б. Нарушев, А.Т. Куанышкалиев, Д.А. Горшенин, Н.И. Мажаев // Аграрный научный журнал. – № 10. – 2012. – С. 21–22.
5. *Нарушев, В.Б.* Изучение эффективности использования редьки масличной для фитомелиорации черноземов южных степного Поволжья / В.Б. Нарушев, А.Г. Субботин, Р.Ш. Кауке-нов, М.А. Талдыкина // Плодородие. – 2017. – № 4. – С. 41–45.

УДК 636.085 (574. 1)

Б.Н. Насиев, А.С. Тлепов, Н.Г. Салауатова

Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана,
г. Уральск, Республика Казахстан

ПОДБОР МНОГОЛЕТНИХ АГРОЦЕНОЗОВ ДЛЯ КОРМОВЫХ УГОДИЙ

В современных условиях одним из факторов стабилизации кормопроизводства и биологизации земледелия является полевое травосеяние. Многолетние травы по сравнению с другими кормовыми культурами низкозатратны, более полно используют влагу и питательные элементы, оказывают положительное влияние на структурообразование в почве. Накопленные данные научных исследований и передового опыта свидетельствуют о том, многолетние травы сохраняют главную роль в улучшении водно-физических свойств почвы и получении высокобелковых и дешёвых кормов [1, 2, 3].

Следует отметить, что исследования по созданию высокопродуктивных травостоев, с участием многолетних трав применительно к условиям разных зон Западно-Казахстанской области проводились не достаточно. Это и послужило основанием исследований по данной проблеме.

Целью исследований является подбор многолетних трав для кормовых угодий, применительно к почвенно-климатическим условиям 1 зоны ЗКО.

Для решения поставленных целей перед нами стояли решения задачи по изучению особенности роста, развития и продуктивности многолетних трав в одновидовых и смешанных агроценозах.

Исследования проведены в условиях 1 зоны ЗКО. По морфологическим признакам генетических горизонтов профиля и агрохимическим показателям пахотного слоя почва опытного участка характерна для сухостепной зоны Западного Казахстана.

При проведении полевых опытов с кормовыми культурами учеты, наблюдения за наступлением фенологических фаз, за ростом и развитием многолетних трав и анализы проводились по общепринятым методикам [4]. Фотосинтетическая деятельность многолетних трав изучалась по общепринятой методике [5]. Уборка и учет урожая сплошным методом с последующим приведением к стандартной влажности. Статистическая обработка результатов исследований методом дисперсионного, анализа с использованием компьютерных программ [6]. Химический состав и питательность растительной

массы по общепринятым методикам. Агротехника возделывания принятая, сорта многолетних трав районированные для Западно-Казахстанской области.

Для получения высоких урожаев многолетних трав, важно сохранить их всходы и сформировать оптимальную густоту стояния растений в первый год жизни. Результаты исследований показывают, что динамика густоты стояния растений и их сохранность зависела от видового состава одновидовых и смешанных посевов многолетних трав. В условиях года исследований важным условием формирования агрофитоценозов многолетних трав служил обеспеченность посевов продуктивной влагой. Количество осадков, выпавших за период вегетации многолетних трав 1 года жизни было недостаточным для их нормального роста и развития. В среднем наибольшую полевую всхожесть имели семена люцерны и донника. В одновидовых посевах полевая всхожесть донника желтого и люцерны составила 70,0–75,0 %. Полнота всходов семян житняка была на уровне 75,0 %. В смеси полевая всхожесть указанных культур составила 62,0–66,0 %.

Как показывают данные анализа, сохранность многолетних трав (перед уходом в зиму на первый год жизни) составляла в среднем по опыту 60,22–78,0 %. Лучшая сохранность растений в одновидовых и смешанных посевах отмечена донника желтого (78,0 %) и люцерны (75,0 %). В травосмесях сохранность злаков была ниже, по сравнению с растениями семейства бобовых. В травосмеси донник+житняк и люцерна+житняк сохранность растений житняка составила 60,22–62,36 %.

В год посева уход за многолетними травами первого года жизни в основном состоял из подкашивания сорной растительности в период укоренения растений многолетних трав. Подкашивание проводили на высоте 12–15 см. Злаковые травы в это время находились в фазе кущения, бобовые – донник и люцерна – в фазе ветвления.

Одним из важных показателей взаимоотношения растений в фитоценозе является их высота. Из многолетних трав наиболее высоким ростом отличались растения донника 1 года жизни. Так в фазе кущения высота растений донника составила 40,20 см. Высота растений люцерны и житняка в одновидовых посевах уступили по высоте растениям донника желтого на 8–10 см. В смешанных посевах донник+житняк высота растений донника была на уровне 37,30 см. Донник в травосмеси оказывал угнетающее действие растениям житняка. При совместном посеве люцерны и житняка в агрофитоценозах создаются одинаковые условия для компонентов и высота растений люцерны и житняка в фазу кущения были одинаковыми в росте – 27,90–28,50 см.

Нами также проводилось наблюдения за ростом и развитием, а также продуктивностью многолетних трав 2 года жизни. Количество перезимовавших растений донника желтого, люцерны и житняка в одновидовых посевах составило 122,0; 155,0; 66,0 шт./м² соответственно. Сохранность многолетних трав в одновидовых посевах составила 87,14–89,60 %. В травосмесях отмечено значительное снижение перезимовавших растений житняка. Так, в смеси люцерна+житняк весной на 1 м² насчитывали 27 растений, а в составе смеси с люцерной 28 штук растений. Сохранность растений житняка в указанных травосмесях составила 80,0–81,82 %.

Данные биометрических измерений растений многолетних трав 2 года жизни показывают зависимость интенсивность роста от биологических особенностей культур и состава травосмесей. При измерении 25 мая максимальным ростом 41,50 см отличался житняк. Высота растений донника желтого и люцерны в одновидовых травостоях составила соответственно 25,50 и 28,20 см. Растения житняка отличались динамичным ростом и в составе травосмесей. При посеве житняка с донником желтым и люцерной рост растений 2 года жизни составил 35,10–37,90 см. Высота бобовых трав в смеси с житняком была на уровне 24,70–27,80 см.

В год исследований многолетние травы 2 года жизни сформировали 1 полноценный укос. Как показывают данные исследований, в 1 зоне Западно-Казахстанской области наиболее высокой урожайность зеленой массы отличались одновидовые посева люцерны (60,25 ц/га). Урожайность зеленой массы донника на уровне 47,58 ц/га. Житняк

обеспечил сбор зеленой массы до 39,90 ц/га. В первом укосе урожайность смешанных травостоев была выше по сравнению с одновидовыми посевами житняка и донника. Так, сбор зеленой массы на посевах смеси донника и житняка был на уровне 53,51 ц/га, а при совместном посеве люцерны и житняка 52,72 ц/га.

Сбор сухой массы травостоями многолетних трав 2 года жизни находился на уровне 10,59–14,95 ц/га. По сбору сухой массы отличался совместный посев люцерны и житняка, а также одновидовой посев люцерны.

Расчеты кормовой ценности на основании химического анализа показывают в 1 зоне высокую продуктивность посевов люцерны (14,39 ц/га кормовые единицы, 2,78 ц/га сырого протеина и 13,46 ГДж/га обменной энергии) и смешанных посевов житняка с люцерной (12,71 ц/га кормовые единицы, 2,42 ц/га сырого протеина и 11,71 ГДж/га обменной энергии).

По полученным данным по первому укосу видно, что в 1 зоне житняк уступает по продуктивности люцерне и превышает донника желтого.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Лашин, Н.Ф.* Бобово-злаковые травосмеси и их использование в засушливых условиях / Н.Ф. Лашин // Кормопроизводство. – 1998. – № 7. – С. 16–19.
2. *Тереножкин, И.И.* Улучшение пастбищ на солонцовых почвах в полупустынной зоны и каштановых почвах Юго-Востока / И.И. Тереножкин. – М., 2001. – 11 с.
3. *Klapp E.* Lehrbuch des Acker und Pflanzenbaues / E. Klapp. – Hamburg und Berlin, 1997. – 367 p.
4. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. – М., 1987. – 197 с.
5. *Ничипорович, А. А.* Фотосинтетическая деятельность растений в посевах / А. А. Ничипорович, Л. Е. Чмора, С. Н. Строгонова. – М., 1961. – 135 с.
6. *Доспехов, Б. А.* Методика полевого опыта. / Б.А. Доспехов. – М.:Агропромиздат, 1985. – 358 с.

УДК633.171: 631.81

М.В. Полянский, А.Ф. Дружкин, А.Г. Субботин

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов, Россия

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ПРОСА В САРАТОВСКОМ ПРАВОБЕРЕЖЬЕ

Аннотация. На южных чернозёмах Саратовского Правобережья установлено положительное влияние ростостимулирующих препаратов на продуктивность различных сортов проса. Максимальная величина урожая проса получена при обработке посевов баковой смесью реалсил+гумат – 3,84 т/га.

Ключевые слова: просо, ростостимуляторы, продуктивность, зерно, сорта.

Одной из широко распространённых крупяных культур в мировом земледелии является просо. Из пшена проса готовят большое количество вкусных и питательных блюд. Зерно проса содержит большие количества крахмала, что позволяет использовать его в винокуренной, крахмальной и пивоваренной промышленности. Продукты переработки проса находят широкое применение в животноводстве и птицеводстве. Благодаря своей засухоустойчивости и скороспелости просо более чем какая-либо другая зерновая культура, соответствует условиям засушливых районов.

Высокая потребность в продуктах переработки проса заставляет изыскивать пути стабилизации производства этой ценной крупяной культуры в условиях Саратовской области. Одним из вариантов повышения урожайности зерна проса в современных условиях является широкое использование ростостимулирующих препаратов.

Цель наших исследований заключалась в изучении влияния различных ростостимулирующих препаратов на продуктивность различных сортов проса в условиях Красноармейского района Саратовской области.

Схема двухфакторного опыта предусматривала следующие варианты: Фактор А (Сорта) – Саратовское жёлтое, Саратовское 10; Фактор В (Обработка посевов в период вегетации различными ростостимуляторами) – Контроль; Мизорин (0,5 л/га), Реасил MNn (0,5 л/га); Гумат натрия калия (0,5 л/га), Реасил MNn + Гумат натрия калия.

Повторность опыта – четырехкратная, размещение вариантов рендомизированное. Площадь учетной делянки - 50 м².

Полевые опыты были проведены в ИП КФХ «Рогов» Красноармейского района Саратовской области на чернозёмах южных среденесуглинистых.

В результате проведенных исследований в 2016–2017 гг. были получены следующие результаты по продуктивности проса в зависимости от изучаемых приёмов.

Таблица 1

Продуктивность растений проса

Вариант	Годы исследований		
	2016	2017	среднее
Саратовское жёлтое			
Контроль	3,64	3,46	3,55
Мизорин	3,84	3,54	3,69
Реасил	3,76	3,49	3,62
Гумат	3,88	3,56	3,72
Реасил + Гумат	4,26	3,42	3,84
Саратовское 10			
Контроль	2,73	2,56	2,64
Мизорин	2,81	2,86	2,83
Реасил	2,83	2,90	2,86
Гумат	2,84	2,92	2,88
Реасил + Гумат	3,06	2,86	2,96
НСР ₀₅ А	0,06	0,06	
НСР ₀₅ В	0,08	0,07	
НСР ₀₅ АВ	0,16	0,14	

На контроле у сорта Саратовское желтое в среднем за два года исследований урожайность зерна составила 3,55 т/га. Обработка посевов ростостимулирующими препаратами приводила к увеличению продуктивности на 4–8 % у сорта Саратовское Жёлтое, а у сорта Саратовское 10 на 8–11 %. Необходимо отметить, что применение ростостимулирующих препаратов по разному влияла на формирование урожая каждого сорта проса. Так при применении препарата мизорин на посевах сорта Саратовское жёлтое приводило к повышению продуктивности на 0,14 т/га, а на сорте Саратовское 10 на 0,19 т/га. Препарат Реасил, по сравнению с контролем, так же способствовал повышению продуктивности на 0,7–0,22 т/га у изучаемых сортов. Наибольшая прибавка была получена на варианте с применением гумата – 0,17–0,24 т/га. Среди изучаемых вариантов максимальная величина урожая зерна проса была получена при обработке посевов в период вегетации баковой смесью реасил + гумат. На сорте Саратовское 10 урожай-

ность составила 2,96 т/га, а при применении баковой смеси на сорте Саратовское жёлтое – 3,84 т/га.

Исходя из результатов наших исследований можно рекомендовать хозяйствам с типичными почвенно-климатическими условиями применение баковой смеси для обработки посевов проса реасил+гумат.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Баяндинова, А. Т.* Продуктивность однолетних кормовых культур в высокогорьях Алтая // Вестник Алтайского государственного университета – 2011. – № 1. – С. 5–9.
2. *Морозов, Е.В.* Изучение сортообразцов сорговых и просовидных культур в условиях Саратовской области / В.Б. Нарушев, А.Г. Субботин / Современные проблемы науки и образования – 2015. – № 2 (часть 2). – С. 12.
3. *Нарушев, В.Б.* Влияние способа посева и нормы высева на продуктивность однолетних кормовых культур в аридной зоне Поволжья / О.С. Башинская, В.Б. Нарушев, А.Г. Субботин, З.Б. Бегишанова // Аграрный научный журнал. – 2012. – № 10. – С. 21–24.

УДК 634.11

Ю.Б. Рябушкин, Е.П. Пак

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И.Вавилова,
г. Саратов, Россия

К ВОПРОСУ ПОДБОРА ОПЫЛИТЕЛЕЙ В ИНТЕНСИВНОМ ЯБЛОНЕВОМ САДУ

Яблоня – перекрестно опыляемая культура. В связи с этим при закладке яблоневых насаждений необходимо грамотно подбирать сорта, чтобы они эффективно опыляли друг друга. Сорто-опылители в садах интенсивного типа служат для получения высоких и стабильных урожаев основных сортов яблони. Правильно подобранные опылители способствуют повышению завязываемости плодов в 2–3 раза.

Часто пыльца растений одного сорта, попав на рыльце цветка другого сорта, не вызывает оплодотворения, так как не способна прорасти, либо в случае её прорастания пыльцевая трубка не достигает зародышевого мешка. Это объясняется сложными, пока еще мало изученными биохимическими свойствами генеративных органов. Различают совместимые сорта, пыльца которых опыляет основной сорт, и не совместимые, пыльца которых не вызывает завязывания плодов у данного сорта. Исследованиями ряда ученых (Палфитов В.Ф., Козлов Н.Е., Молодцов М.А) установлено, что хорошими опылителями являются сорта яблони, пыльца которых содержит более 50 % воднорастворимых веществ. К таким сортам относятся Синап северный (53 %), Мелба (55 %), Богатырь (61 %), Китайка (57 %) и другие.

Установлено, что процент завязываемости плодов (т.е. совместимость) увеличивается при перекрестном опылении с ростом содержания флавонолов в пыльце сортов опылителей. Палфитов В. Ф. в своих работах установил, что высокое (31 % вес.) содержание флоридина в пестиках опыляемых сортов способствует уменьшению процента завязывания плодов, а высокое (12 % вес.) содержание флавонолов в пыльце опылителей способствует увеличению процента завязывания плодов опыляемым сортом, т.е. увеличению совместимости сортов яблони при опылении. Причиной тому является свойство высоких концентраций флоридина ингибировать ростовые процессы, в том числе и прорастание пыльцевых зерен в столбиках цветковых пестиков. Флавонолы же, содержащиеся в пыльце, являются активаторами роста пыльцевых трубок в присутствии флоридина.

Данную закономерность подтверждают исследования, проводимые и в Бурятии. Так Бутаева И. М. в своих работах говорит, что яблони проявляют достаточную избирательность оплодотворения. Одни и те же сорта, взятые в качестве опылителей, проявили широкий спектр изменчивости по этому признаку и у разных сортов обеспечивали относительную завязываемость плодов от низкой (7,3 %) до высокой (139,1 %).

Каждое крупное плодовое хозяйство стремится улучшить организацию труда в саду, сократить затраты и при этом получать высокие урожаи, не теряя качество товара. В этом плане для садоводов привлекательны сады с моносортными насаждениями. В моносортных садах в качестве опылителей используют яблоневые сорта-кребы, которые являются прекрасными опылителями.

Сорта-кребы, в силу своего происхождения, неприхотливы к условиям выращивания, нетребовательны к почвам. Они имеют невысокие или средней высоты деревья, мелкие или средние плоды, ярко окрашенные, пригодные в большинстве случаев лишь на переработку, и в большинстве своем, морозо- и зимостойкие растения. Сорта-кребы высаживаются в ряду основного сорта и не требуют дополнительных полосных посадок как при традиционном размещении сорта-опылителя и основного сорта. Это такие сорта, как Макомик, Альба, Гаринго, Генерал Грант, Виолесценс, Маренго, Миннесота, Облонга, Стриата и другие.

На базе Крымской ОСС существует помологическая коллекция интродуцированных яблоневых сортов-кребов: Manchurian crab, Crimson Gold, Pear Leaf, Spring snow. В результате исследований И.В.Дубравина и В.Г.Еремин пришли к выводу, что цветение у яблоневых сортов-кребов длительное, и это обстоятельство позволяет использовать их в качестве сортов-опылителей для промышленных сортов, цветущих в различные сроки. Помимо этого, правильно подобранный состав сортов-кребов позволяет нормировать нагрузку урожаем, что способствует повышению их качества, особенно у сортов, склонных к перегрузке, мельчанию и осыпанию плодов.

По данным филиала ФГБУ «Госсорткомиссии» по Саратовской области на 2016 год в государственный реестр включены следующие сорта яблонь, рекомендованные к использованию: Беркутовское, Желтое Ребристое, Жигулевское, Пасхальное, Пепин Шафранный, Первенец Ртищева, Россошанское полосатое, Северный Синап, Уэлси и Хвалынское. Опылителями для данных сортов могут выступать сорта, приведенные в таблице 1.

Для сортов Желтое Ребристое, Пасхальное, Первенец Ртищева, Хвалынское трудно найти информацию об опылителях, которые обеспечивали бы высокий процент полезной завязи.

В настоящее время представляет интерес возделывание в Саратовской области таких сортов как Хоней Крисп (Honeycrisp), Лигол, Рождественское и некоторых других.

Яблоня сорта Хоней Крисп относится к позднеспелым, зимним сортам. На территории России данный сорт только изучается. К достоинствам сорта Хоней Крисп можно отнести следующие показатели: скороплодность деревьев; зимостойкость; очень красивый товарный вид плодов наряду с крупноплодностью и отменными вкусовыми качествами; плоды хорошо переносят транспортировку, не теряют товарный вид; продолжительный срок хранения яблок (более 6 месяцев); хорошая устойчивость сорта к грибковым заболеваниям. К недостаткам относят: плоды при хранении подвергаются подкожной пятнистости; склонность к осыпанию плодов при перегрузке урожаем.

Хорошими опылителями для Хоней Крисп будут такие сорта как: Айдаред, Аскольда, Внучка, Эверест, Голден Делишес, Глостер.

**Сорта-опылители рекомендованные для сортов, возделываемых
в Саратовской области**

Опыляемый сорт	Сорт-опылитель
Беркутовское	Северный Синап
Желтое Ребристое	нет данных
Жигулевское	Антоновка обыкновенная, Анис полосатый, Боровинка
Пасхальное	нет данных
Пепин Шафранный	Славянка, Кальвиль снежный, Антоновка, Уэлси.
Первенец Ртищева	нет данных
Росошанское полосатое	Уэлси, Пепинка литовская, Осеннее полосатое.
Северный Синап	Славянка, Помон-китайка, Антоновка обыкновенная, Пепин шафранный, Кальвиль снежный, Мильтош, Ренет золотой курский, Россошанское золотое.
Уэлси	Антоновка обыкновенная, Звездочка, Осеннее полосатое, Боровинка, Мекинтош, Делишес.
Хвалынское	нет данных

Айдаред. Иностраный сорт американского происхождения создан селекционерами путем скрещивания сортов Джонатан и Вагнер еще в 1935 году. Благодаря своей продуктивности, хорошим товарным качествам, длительным срокам хранения сорт получил широкое распространение не только в США, но и в центральных и южных регионах России, в Польше, Белоруссии, на Украине. В средней полосе хорошую эффективность обеспечивают деревья на полукарликовом подвое, успешно зимуют. Но основным регионом производства сорта яблони Айдаред на промышленной основе стал южный регион.

Аскольда. Украинский позднезимний сорт, отличается скороплодностью, регулярной высокой урожайностью, зимостойкостью. Но в России данный сорт широко не распространен.

Внучка. Сорт выделен среди сеянцев семьи 51-60 и Лорд Ламбурн в Млиевском институте садоводства им. Л.П. Симиренко (Украина). Преимущества: скороплодность, высокая урожайность и зимостойкость, стойкость к основным болезням.

Недостатки: в отдельные годы наблюдается склонность плодов к поражению подкорковой пятнистостью. В средней зоне России не встречается.

Эверест. Декоративный сорт. Представляет собой небольшое дерево или многоствольный кустарник высотой до 4–6 метров. Не восприимчив к парше, мало восприимчив мучнистой росе и очень чувствителен к бактериальному ожогу. Толерантен к латентным вирусам.

Голден Делишес – самое распространенное плодородное дерево в российских садах. Голден рекомендуют высаживать в теплых районах, т.к. сорт не всегда выдерживает сильных морозов. Даже, если и удастся сохранить само дерево, отсутствие определенного количества теплых дней приводит к тому, что дерево, если и будет плодоносить, яблоки будут очень мелкими, а сорт не покажет всех своих великолепных возможностей, что огорчает садоводов средней полосы России.

Глостер (Gloster) – сорт яблони немецкой селекции с плодами позднезимнего срока созревания. Выведен в Германии в 1951 году путем гибридизации сортов Глоккенарфель (Glockenapfel) и Рихард Делишес (Richard delicious). Популярен в странах Западной Европы. В России Глостер наиболее часто встречается в южных регионах. К положительным чертам сорта относят: потребительские качества плодов; высокую урожайность; иммунитет к мучнистой росе. К недостаткам относят сильный прирост дерева.

В средней полосе России растет популярность польского сорта Лигол. Его донорами стали признанные сорта Голден Делишес и Линда. Лигол отнесен к коммерческим благодаря: отличной лежкости; крупноплодности; привлекательному виду и высокой плодovitости. Морозостойкость сорта достаточно высокая. Яблоня обладает хорошей сопротивляемостью к парше и мучнистой росе. Недостатки: устойчивость к бактериальному ожогу ниже средней, подвержена некоторым болезням древесины, плоды при неправильном хранении могут поражаться горькой ямчатостью и загаром кожицы. Сорт Лигол скороплодный. Начинает плодоносить уже на 3 год жизни. Имеет высокие темпы наращивания урожайности. Лигол является прекрасным опылителем для многих сортов яблони, за исключением сортов Джонаголд и Айдаред. Влияние же данного сорта на опыляемые сорта Поволжского региона не изучено.

Таким образом, подбор лучших опылителей для перспективных сортов в яблоневых садах интенсивного типа начинается с изучения периода цветения тех или иных сортов, анализа содержания флавонолов, водорастворимых веществ в пыльце сортов опылителей и флоридина в основаниях пестиков опыляемых сортов.

В Саратовской области набирают популярность сорта, которые до настоящего времени не изучены. В связи с этим, актуальны исследования по подбору опылителей для районированного и перспективного сортимента яблони.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Дженеев, С.Ю.* Изучение влияния опылителей на развитие плодов и семян у яблони и груши: автореферат дис. ... канд. с.-х. наук / Дженеев С.Ю.; [Место защиты: Московская ордена Ленина сельскохозяйственная академия имени К. А. Тимирязева]. – Москва, 1960. – 18 с.
2. *Сарапуу Л.П.* Физиологическая роль и метаболизм флоридина в яблоне. Докт. дисс. – Тарту. – 1971. – 282 с.
3. *Палфитов В.Ф., Козлов Н.Е., Молодцов М.А.* Способ подбора лучших сортов опылителей для насаждений яблони. Патент RU №2475020, 2011. – Режим доступа: <http://www.freepatent.ru/patents/2475020>.
4. *Палфитов В.Ф., Савельев Н.И., Козлов Н.Е., Молодцов М.А.* «Биохимический подбор лучших сортов опылителей для яблони» // Садоводство и виноградарство. – 2011. – № 4. – С. 29–32.

УДК 633.11 «324»:632,93

Ю.Я. Спиридонов¹, Н.И. Будынков¹, И.В. Дудкин², С.С. Деревягин³, Т.В. Наумова³, М.А. Даулетов⁴, Б.З. Шагиев⁴, С.Р. Титова⁴

¹Всероссийский НИИФ, р.п. Большие Вяемы, Московская область, Россия

²Всероссийский НИИ земледелия и защиты почв от эрозии, г. Курск, Россия

³ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока», г. Саратов, Россия

⁴Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕРБИЦИДОВ В БОРЬБЕ С СОРНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТЬЮ НА ПОСЕВАХ ЛЬНА

Аннотация. В статье приведены результаты использования на посевах льна современных препаратов. Показано, что их применение является высокоэффективным способом борьбы с сорными растениями, позволяющим значительно повысить урожайность культуры.

Защита полевых культур от сорняков относится к наиболее значимым проблемам земледелия. В результате потепления климата эта проблема приобрела особое значе-

ние. В посевах появились многие сорные растения, не имевшие ранее значения. По причине засоренности наша область ежегодно не добывает до 30 % урожая [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7] при одновременном ухудшении его качества. Результаты многих исследований [8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15] показывают, что эффективными мерами способствующими получению стабильных урожаев является борьба с сорными растениями, правильное и своевременное выполнение всех операций предусмотренных технологией возделывания.

Цель наших опытов – производственное испытание биологической и хозяйственной эффективности препаратов в борьбе с сорными растениями на посевах льна.

Высокую эффективность в борьбе с сорняками в посевах льна в 2014–2016 гг. показал Зингер. Гибель сорняков от его применения в дозе 0,008 кг/га составила 92,5 %.

К уборке засоренность посевов льна от этой нормы внесения гербицида снизилась до 90,8 %.

Токсичность дозы Зингера (0,01 кг/га) к сорным растениям как при первом учете (через месяц после внесения), так и при втором (перед уборкой) была выше – 95,3 и 93,0 % соответственно.

При норме расхода 0,008 кг/га Зингера вегетативная масса сорняков была меньше на 91,7 % по сравнению с контролем. Действие дозы (0,01 кг/га) на вегетативную массу оказалась выше, и составило 96,4 %.

Урожайность льна по вариантам опыта

Вариант	Урожайность, ц/га	Густота стояния, шт./м ²	Продуктивная кустистость	Масса 1000 зерен, г
Контроль	0,78	640	1,20	37,0
Зингер (0,08 кг/га)	1,08	659	1,40	39,4
Зингер (0,01 кг/га)	1,15	660	1,45	39,4
Тифи (0,018 кг/га)	1,00	664	1,40	39,2
НСР ₀₅	0,14			

В результате урожайность льна повысилась на 0,3 т/га от дозы (0,008 кг/га), от дозы (0,01 кг/га) – на 0,37 т/га, при урожайности в контрольном варианте – 0,78 т/га.

При использовании Тифи 0,018 кг/га эффективность была ниже как при первом учете, так и при втором 83,0 % и 69,0 %, поэтому прибавка урожая была несколько ниже 0,22 т/га.

Прибавка урожая на экспериментальных вариантах получена за счет более высокой продуктивной кустистости и масса 1000 семян.

Следовательно, применение Зингера на посевах льна является эффективным приемом, позволяющим значительно повысить урожайность.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Земскова Ю.К., Суминова Н.Б., Лялина Е.В. Общие приемы агротехники при возделывании чабера огородного и лопанта анисового // Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова». – Саратов, 2013.
2. Земскова Ю.К., Лялина Е.В., Суминова Н.Б. Элементы технологии выращивания чабера огородного и лопанта анисового в Нижнем Поволжье / Овощи России. – 2012. – № 1 (14). – С. 41–43.
3. Земскова Ю.К., Лялина Е.В., Суминова Н.Б. Влияние площади питания на урожайность нетрадиционных и редких пряно-вкусовых культур на овощную продукцию / Материалы VIII Международного симпозиума // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования. Москва. – 2009. – С. 422–425.

4. Сайфуллин Р.Г., Каменченко С.Е., Якушева Л.Д., Суминова Н.Б., Нарушев В.Б., Ленович Д.Р., Даулетов М.А., Шагиев Б.З. Борьба с сорной растительностью на посевах зерновых культур / Материалы III Международной научно-практической конференции // Инновационные технологии создания и возделывания сельскохозяйственных растений. Саратов. – 2016. – С. 67–69.
5. Спиридонов Ю.Я., Будынков Н.И., Бойко А.П., Стрижков Н.И., Критская Е.Е. Технология возделывания яровой твердой пшеницы с применением препаратов Секатор турбо, Баритон, Фалькон, Нагро и других // Аграрный научный журнал. – 2017. – № 3. – С. 30–36.
6. Спиридонов Ю.Я., Будынков Н.И., Автаев Р.А., Стрижков Н.И., Суминова Н.Б., Даулетов М.А. Применение препарата Гермес при возделывании подсолнечника // АПК России. – 2017. – Т. 24. – № 2. – С. 303–307.
7. Спиридонов Ю.Я., Будынков Н.И., Автаев Р.А., Стрижков Н.И., Суминова Н.Б., Критская Е.Е. Возделывание льна с применением Секатора турбо, Фуроре супер, Баритона и других препаратов в условиях Поволжья // АПК России. – 2017. – Т. 24. – № 2. – С. 308–313.
8. Спиридонов Ю.Я., Будынков Н.И., Стрижков Н.И., Жолинский Н.М., Автаев Р.А., Суминова Н.Б., Султанов А.С., Бикимбаева А.Т., Гришина А.О. Комплексные меры борьбы с вредными организмами с помощью препаратов АО «Байер» на посевах озимой пшеницы / Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 129-й годовщине со дня рождения академика Н.И. Вавилова // Вавиловские чтения – 2016. – С. 226–229.
9. Спиридонов Ю.Я., Будынков Н.И., Стрижков Н.И., Автаев С.С.-Х., Суминова Н.Б., Даулетов М.А., Ленович Д.Р. Разработка интегрированной технологии защиты посевов полевых культур от болезней, вредителей и сорняков на основе биологических и химических методов // Аграрный научный журнал. – 2017. – № 9. – С. 37–42.
10. Суминова, Н.Б. Агротехнологические приемы выращивания чабера огородного и лофанта анисового на черноземе южном Нижнего Поволжья: дисс. ... канд. с.-х. наук / Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова. – Саратов, 2011. – 199 с.
11. Каменченко С.Е., Шабаетов А.И., Стрижков Н.И., Петрова Н.М., Наумова Т.В. Хищные жуужелицы и влияние на них способов обработки почвы // Защита и карантин растений. – 2016. – № 11. – С. 44–46.
12. Каменченко С.Е., Стрижков Н.И., Наумова Т.В. Факторы, влияющие на динамику популяций вредных саранчовых в Нижнем Поволжье // Земледелие. – 2012. – № 1. – С. 41–43.
13. Кильдюшкин В.М., Бойко А.П., Солдатенко А.Г., Животовская Е.Г., Быков О.Б., Стрижков Н.И., Суминова Н.Б. Агрофизические свойства черноземов Кубани и урожайность озимой пшеницы в зависимости от технологии возделывания // Аграрный научный журнал. – 2017. – № 7. – С. 25–28.
14. Штундюк Д.А., Нарушев В.Б., Суминова Н.Б., Даулетов М.А., Курасова Л.Г., Сайфуллин Р.Г., Каменченко С.Е., Петрова Н.М. Защита посевов нута от сорных растений / Сборник материалов III Международной научно-практической конференции // Инновационные технологии создания и возделывания сельскохозяйственных растений, Саратов. – 2016. – С. 91–93.
15. Царев А.П., Косачев А.М., Денисов Е.П., Солодовников А.П. Отзывчивость на различные предшественники // Кукуруза и сорго. – 1995. – № 4. – С. 11.

**Ю.Я. Спиридонов¹, Н.И. Будынков¹, И.В. Дудкин², С.С. Деревягин³,
Н.М. Жолнинский³, Н.И. Стрижков³, Л.Б. Сайфуллина³, В.М. Калачанов⁴**

¹Всероссийский НИИФ, р.п. Большие Вяземы, Московская область

²Всероссийский НИИ земледелия и защиты почв от эрозии, г. Курск, Россия

³ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока», г. Саратов, Россия

⁴Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРЕПАРАТОВ НА ПОСЕВАХ НУТА

Аннотация. В статье изложены результаты применения Пивалта (0,8 л/га) на посевах нута. Его внесение снижало засоренность культуры на 98,3% через месяц после внесения и на 95,4 % в уборку, что способствовало повышению урожайности культуры на 0,44 т/га.

Основным источником получения полноценного растительного белка являются зернобобовые культуры. Однако, в Саратовской области зернобобовые культуры высеваются на относительно небольших площадях. Это лишает посевы прекрасных предшественников, людей белковой пищи, а скот имеет бедный рацион и поэтому плохую продуктивность. В этой связи следует напомнить о такой культуре как нут, имеющей неоспоримые и незаслуженно забытые свойства – жаро- и засухоустойчивость, а также высокое содержание белка в зерне до 25–27 %.

Эта культура дает стабильные и устойчивые урожаи зерна только в условиях чистоты посева.

В результате недостаточного финансирования сельскохозяйственного производства, изменения климатических условий возрастает засоренность возделываемых культур [1]. По причине засоренности Саратовская область ежегодно недобирает до 30 % урожая, ухудшается его качество [2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9]. По мнению многих авторов наиболее действенными мерами подавления сорняков в посевах является применение химических средств на фоне зональных технологий [10, 11, 12, 13, 14, 15, 16].

Это и стало предметом наших исследований. Опыты были проведены на полях ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока», г. Саратов.

В наших опытах высокую эффективность в борьбе с сорными растениями через месяц после внесения показал Пивалт (0,8 л/га), внесенный в фазу 3 настоящих листьев культуры. Высокую токсичность этот препарат оказал как на однолетние двудольные, так и на однолетние злаковые сорные растения. Снижение засоренности однолетних двудольных сорняков от его внесения составило 97 %, однолетних однодольных – 98,4. Общая засоренность снизилась от его применения на 98,3 %.

Эффективность комбинации препаратов: Базагрانا (2,5 л/га), внесенного в фазу 3 листьев и противозлакового препарата Фурекс (0,08 л/га) в фазу 5–6 листьев была несколько ниже и составила против однолетних двудольных – 73,4 %, однодольных – 95,9 %, а против всех сорных растений – 93,7 %. Меньшая численность сорняков на посевах нута при применении препаратов сохранилась и к уборке. Общая численность сорняков уменьшилась на 95,4 % от Пивалта (0,8 л/га), от Базаграна (2,5 л/га) с Фурексом (0,8 л/га) – 92,6 %. Высокая токсичность препаратов оказала свое влияние на снижение массы сорных растений. На обработанных участках ее количество уменьшилось на 76,8–92,5 %. Эффективность Пивалта(0,8 л/га) была выше другого варианта и, как следствие этого, снижение массы сорных растений на этом варианте составило 92,5 %, с применением Базаграна (2,5 л/га) с Фурексом (0,9 л/га) –76,7 %.

Резкое снижение засоренности вследствие применения гербицидов обеспечило высокие прибавки урожая. По влиянию на урожайность Пивалта (0,8 л/га) обеспечил высокую прибавку урожая 0,44 т/га (45,4 %).

Прибавка от Базаграна (2,5 л/га) с Фурексом (0,9 л/га) составила 0,30 т/га, при урожае в контроле – 0,98 т/га.

Из вышеизложенного можно сделать заключение, что наиболее высокую биологическую и хозяйственную эффективность в посевах нута показал Пивалт, примененный в фазу 3 листьев с дозой 0,8 л/га.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Земскова Ю.К., Суминова Н.Б., Лялина Е.В. Общие приемы агротехники при возделывании чабера огородного и лофанта анисового // Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова». – Саратов, 2013.

2. Земскова Ю.К., Лялина Е.В., Суминова Н.Б. Элементы технологии выращивания чабера огородного и лофанта анисового в Нижнем Поволжье / Овощи России. – 2012. – № 1 (14). – С. 41–43.

3. Земскова Ю.К., Лялина Е.В., Суминова Н.Б. Влияние площади питания на урожайность нетрадиционных и редких пряно-вкусовых культур на овощную продукцию / Материалы VIII Международного симпозиума // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования. Москва. – 2009. – С. 422–425.

4. Сайфуллин Р.Г., Каменченко С.Е., Якушева Л.Д., Суминова Н.Б., Нарушев В.Б., Ленович Д.Р., Даулетов М.А., Шагиев Б.З. Борьба с сорной растительностью на посевах зерновых культур / Материалы III Международной научно-практической конференции // Инновационные технологии создания и возделывания сельскохозяйственных растений. Саратов. – 2016. – С. 67–69.

5. Спиридонов Ю.Я., Будынков Н.И., Бойко А.П., Стрижков Н.И., Критская Е.Е. Технология возделывания яровой твердой пшеницы с применением препаратов Секатор турбо, Баритон, Фалькон, Нагро и других // Аграрный научный журнал. - 2017. - № 3. - С. 30-36.

6. Спиридонов Ю.Я., Будынков Н.И., Автаев Р.А., Стрижков Н.И., Суминова Н.Б., Даулетов М.А. Применение препарата Гермес при возделывании подсолнечника // АПК России. – 2017. – Т. 24. – № 2. – С. 303–307.

7. Спиридонов Ю.Я., Будынков Н.И., Автаев Р.А., Стрижков Н.И., Суминова Н.Б., Критская Е.Е. Возделывание льна с применением Секатора турбо, Фуроре супер, Баритона и других препаратов в условиях Поволжья // АПК России. – 2017. – Т. 24. – № 2. – С. 308–313.

8. Спиридонов Ю.Я., Будынков Н.И., Стрижков Н.И., Жолинский Н.М., Автаев Р.А., Суминова Н.Б., Султанов А.С., Бикимбаева А.Т., Гришина А.О. Комплексные меры борьбы с вредными организмами с помощью препаратов АО «Байер» на посевах озимой пшеницы / Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 129-й годовщине со дня рождения академика Н.И. Вавилова // Вавиловские чтения – 2016. – С. 226–229.

9. Спиридонов Ю.Я., Будынков Н.И., Стрижков Н.И., Автаев Р.А., Суминова Н.Б., Даулетов М.А., Ленович Д.Р. Разработка интегрированной технологии защиты посевов полевых культур от болезней, вредителей и сорняков на основе биологических и химических методов // Аграрный научный журнал. – 2017. – № 9. – С. 37–42.

10. Суминова Н.Б. Агротехнологические приемы выращивания чабера огородного и лофанта анисового на черноземе южном Нижнего Поволжья: дисс. ... канд. с.-х. наук / Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова. – Саратов, 2011. – 199 с.

11. Каменченко С.Е., Шабаев А.И., Стрижков Н.И., Петрова Н.М., Наумова Т.В. Хищные жужелицы и влияние на них способов обработки почвы // Защита и карантин растений. – 2016. – № 11. – С. 44–46.

12. Каменченко С.Е., Стрижков Н.И., Наумова Т.В. Факторы, влияющие на динамику популяций вредных саранчовых в Нижнем Поволжье // Земледелие. – 2012. – № 1. – С. 41–43.

13. Кильдюшкин В.М., Бойко А.П., Солдатенко А.Г., Животовская Е.Г., Быков О.Б., Стрижков Н.И., Суминова Н.Б. Агрофизические свойства черноземов Кубани и урожайность озимой пшеницы в зависимости от технологии возделывания // Аграрный научный журнал. – 2017. – № 7. – С. 25–28.

14. Штундюк Д.А., Нарушев В.Б., Суминова Н.Б., Даулетов М.А., Курасова Л.Г., Сайфуллин Р.Г., Каменченко С.Е., Петрова Н.М. Защита посевов нута от сорных растений/ Сборник материалов III Международной научно-практической конференции //Иновационные технологии создания и возделывания сельскохозяйственных растений, Саратов. – 2016. – С. 91–93.

15. Шьюрова Н.А. Продуктивность и симбиотическая активность нута в зависимости от приемов выращивания в степной и сухостепной зонах Саратовской области: дисс. ... канд. с.-х. наук / Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова. – Саратов, 2004. – 246 с.

16. Царев А.П., Косачев А.М., Денисов Е.П., Солодовников А.П. Отзывчивость на различные предшественники // Кукуруза и сорго. – 1995. – № 4. – С. 11.

УДК 632.934.1

Ю.Я. Спиридонов¹, Н.И. Будынков¹, И.В. Дудкин², С.С. Деревягин³, Н.И. Стрижков³, М.А. Даулетов⁴, Б.З. Шагиев⁴, А.О. Гришина⁴

¹Всероссийский НИИФ, р.п. Большие Вяземы, Московская область, Россия

²Всероссийский НИИ земледелия и защиты почв от эрозии, г. Курск, Россия

³ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока», г. Саратов, Россия

⁴Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

БОРЬБА С СОРНЫМИ РАСТЕНИЯМИ НА ПРОСЕ

Аннотация. Получению стабильных урожаев проса препятствует высокая численность сорных растений, произрастающих в его посевах. Применение гербицидов резко снижает засоренность, что положительно отражается на урожайности возделываемой культуры.

Просо дает хорошие урожаи только в условиях чистоты посевов. В нашей области на многих полях происходит увеличение засоренности, поэтому товаропроизводители не добирают до трети урожая [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7]. Это связано с недостаточностью финансовых средств, потепления климата, несоблюдением технологий [8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15]. Наиболее эффективными приемами борьбы с сорняками является химические, но они недостаточно разработаны на посевах этой культуры. Это и стало предметом наших исследований.

Опыты по разработке мер борьбы на посевах проса проводились нами в 8-ми полном севообороте: пар черный – озимая пшеница – яровая твердая пшеница – нут – яровая мягкая пшеница – просо – кукуруза – овес.

Систематическое применение в севообороте гербицидов значительно снижает количество многолетних сорняков. Это объясняется высокой эффективностью последствия ранее применяемых под предшественники гербицидов. Минеральные удобрения способствуют повышению эффекта в борьбе с сорняками, провоцируя более полное прорастание семян однолетних сорняков и их активный рост. Наиболее существенно это проявляется в благоприятные по увлажнению годы.

В среднем за годы исследований количество двудольных сорняков, сохранившихся после применения гербицида Дианата в дозе 0,5 л/га не превышала 13 %. Препарат, примененный на удобренном фоне, обладал большей токсичностью, чем на неудобренном. Использование гербицидов в фазу кущения позволяет резко снизить конкуренцию между сорняками и культурными растениями за основные факторы роста и развития уже в начале вегетации.

Общая засоренность посевов проса к уборке при применении этого препарата сократилась на 81,9 %.

В среднем за годы исследований при применении гербицида масса сорняков была в 7 раз меньше, чем на контроле, в результате чего урожайность культуры повысилась на 39 %, при урожайности в контроле 1,94 т/га.

Высокую эффективность в борьбе с сорняками в проса показал Зингер в смеси с Биостимом.

Через месяц после внесения гибель сорняков от их применения Зингера (8 г/га) + Биостимом (0,7 л/га) составила 94,0 %. К уборке общая засоренность посевов проса от этой комбинации снизилась на 86,1 %.

Также высокую токсичность к сорным растениям, как при первом, так и при втором учете (перед уборкой) проявил Фенизан в дозе 0,15 л/га – 94,5 и 89,0 %.

Эффективность Зингера (5 г/га) + Фенизан (0,12 л/га) была значительно выше и составила при первом учете 98,3 %, при втором учете, перед уборкой – 96,0 %.

Резкое снижение засоренности, вследствие обработки посевов гербицидами, обеспечило значительные прибавки урожая. Наибольшие прибавки получены на вариантах Зингер 5 г/га + Фенизан 0,12 л/га – 0,82 т/га. На варианте Зингер (8 г/га) + Биостим (0,7 л/га) прибавка составила 0,67 т/га, Фенизан 0,15 л/га – 0,51 т/га.

Применение препаратов не только повышало урожайность культуры, но и улучшили его качество – повысили содержание балка на 0,8–1,2 %. Следовательно, результаты наших опытов показывают, что применение препаратов в фазу кущения проса усиливает действие агротехнических и химических способов борьбы применяемых в предшественнике, что позитивно отражается на урожайности и качестве получаемой продукции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Земскова Ю.К., Суминова Н.Б., Лялина Е.В. Общие приемы агротехники при возделывании чабера огородного и лофанта анисового // Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова». – Саратов, 2013.

2. Земскова Ю.К., Лялина Е.В., Суминова Н.Б. Элементы технологии выращивания чабера огородного и лофанта анисового в Нижнем Поволжье / Овощи России. – 2012. – № 1 (14). – С. 41–43.

3. Земскова Ю.К., Лялина Е.В., Суминова Н.Б. Влияние площади питания на урожайность нетрадиционных и редких пряно-вкусовых культур на овощную продукцию / Материалы VIII Международного симпозиума // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования. Москва. – 2009. – С. 422–425.

4. Сайфуллин Р.Г., Каменченко С.Е., Якушева Л.Д., Суминова Н.Б., Нарушев В.Б., Ленович Д.Р., Даулетов М.А., Шагиев Б.З. Борьба с сорной растительностью на посевах зерновых культур / Материалы III Международной научно-практической конференции // Инновационные технологии создания и возделывания сельскохозяйственных растений. Саратов. – 2016. – С. 67–69.

5. Спиридонов Ю.Я., Будынков Н.И., Бойко А.П., Стрижков Н.И., Критская Е.Е. Технология возделывания яровой твердой пшеницы с применением препаратов Секатор турбо, Баритон, Фалькон, Нагро и других // Аграрный научный журнал. – 2017. – № 3. – С. 30–36.

6. Спиридонов Ю.Я., Будынков Н.И., Автаев Р.А., Стрижков Н.И., Суминова Н.Б., Даулетов М.А. Применение препарата Гермес при возделывании подсолнечника // АПК России. – 2017. – Т. 24. – № 2. – С. 303–307.

7. Спиридонов Ю.Я., Будынков Н.И., Автаев Р.А., Стрижков Н.И., Суминова Н.Б., Критская Е.Е. Возделывание льна с применением Секатора турбо, Фуроре супер, Баритона и других препаратов в условиях Поволжья // АПК России. – 2017. – Т. 24. – № 2. – С. 308–313.

8. Спиридонов Ю.Я., Будынков Н.И., Стрижков Н.И., Жолинский Н.М., Автаев Р.А., Суминова Н.Б., Султанов А.С., Бикимбаева А.Т., Гришина А.О. Комплексные меры борьбы с вредными организмами с помощью препаратов АО «Байер» на посевах озимой пшеницы / Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 129-й годовщине со дня рождения академика Н.И. Вавилова // Вавиловские чтения – 2016. – С. 226–229.

9. Спиридонов Ю.Я., Будынков Н.И., Стрижков Н.И., Автаев С.С.-Х., Суминова Н.Б., Даулетов М.А., Ленович Д.Р. Разработка интегрированной технологии защиты посевов полевых

культур от болезней, вредителей и сорняков на основе биологических и химических методов // Аграрный научный журнал. – 2017. – № 9. – С. 37–42.

10. *Суминава, Н.Б.* Агротехнологические приемы выращивания чабера огородного и лофанта анисового на черноземе южном Нижнего Поволжья: дисс. ... канд. с.-х. наук / Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова. – Саратов, 2011. – 199 с.

11. *Каменченко С.Е., Шабаетов А.И., Стрижков Н.И., Петрова Н.М., Наумова Т.В.* Хищные жуки и влияние на них способов обработки почвы // Защита и карантин растений. – 2016. – № 11. – С. 44–46.

12. *Каменченко С.Е., Стрижков Н.И., Наумова Т.В.* Факторы, влияющие на динамику популяций вредных саранчовых в Нижнем Поволжье // Земледелие. – 2012. – № 1. – С. 41–43.

13. *Кильдюшкин В.М., Бойко А.П., Солдатенко А.Г., Животовская Е.Г., Быков О.Б., Стрижков Н.И., Суминава Н.Б.* Агрофизические свойства черноземов Кубани и урожайность озимой пшеницы в зависимости от технологии возделывания // Аграрный научный журнал. – 2017. – № 7. – С. 25–28.

14. *Штундюк Д.А., Нарушев В.Б., Суминава Н.Б., Даулетов М.А., Курасова Л.Г., Сайфуллин Р.Г., Каменченко С.Е., Петрова Н.М.* Защита посевов нута от сорных растений/ Сборник материалов III Международной научно-практической конференции // Инновационные технологии создания и возделывания сельскохозяйственных растений, Саратов. – 2016. – С. 91–93.

15. *Царев А.П., Косачев А.М., Денисов Е.П., Солодовников А.П.* Отзывчивость на различные предшественники // Кукуруза и сорго. – 1995. – № 4. – С. 11.

УДК 633.853.494:632.954

***Ю.Я. Спиридонов¹, Н.И. Будынков¹, И.В. Дудкин², С.С. Деревягин³,
Н.М. Жолинский³, Т.В. Наумова³, М.А. Даулетов⁴, Д.Р. Ленович⁴, С.Р. Титова⁴***

¹Всероссийский НИИФ, р.п. Большие Вяземы, Московская область, Россия

²Всероссийский НИИ земледелия и защиты почв от эрозии, г. Курск, Россия

³ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока», г. Саратов, Россия

⁴Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ НА ПОСЕВАХ ОВСА

Аннотация. В статье приведены результаты использования на посевах овса современных химических средств защиты растений. Применение этих препаратов ведет к резкому снижению вредоносности сорных растений, что позитивно отображается на урожайности культуры.

Саратовская область характеризуется достаточно благоприятными природно-климатическими условиями для получения высоких урожаев возделываемых культур, в том числе овса. Однако получение высоких валовых сборов этой культуры сдерживается не только недостатком влаги, но и возрастающей засоренностью полей.

В Поволжье по этой причине не добывается до 30 % урожая, ухудшается его качество [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7]. Это связано с низким финансированием товаропроизводителей, потеплением климата, несоблюдением технологий. Поэтому разработка мер борьбы с сорными растениями является главной проблемой земледелия нашей зоны.

Многими научными работами доказано, что получение высоких урожаев достигается за счет уменьшения отрицательного влияния вредных организмов и правильного выполнения всех операций предусмотренного технологией возделывания [8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15].

Целью работы являлось изучение биологической и хозяйственной эффективности в ОПХ «Экспериментальное» ФГБНУ НИИСХ Юго-Востока, г. Саратов применения средств защиты растений, в том числе: различных гербицидов для борьбы с многолетними и однолетними двудольными сорняками. Опытный участок был засорен типич-

ными для местных условий сорными растениями: корнеотпрысковые представлены осотом розовым, молоканом татарским, молочаем лозным, марью белой; однолетние - щирицей запрокинутой, циклахеной дурнишникомлистной.

Исходная засоренность в 2013–2015 гг. составила: осот розовый – 4,6 шт./м², молокан татарский – 3,9 шт./м², молочай лозный – 1,2 шт./м², марь белая – 31,0 шт./м², щирица запрокинутая – 55,0 шт./м², циклохена дурнишникомлистная – 2,0 шт./м².

Высокую эффективность в борьбе с сорняками показала комбинация препаратов гербицидов и Метурон: + Гренери 9 г/га и Дианат + Тифи 0,03 л/га. Гибель двудольных многолетних сорняков при первом учете через месяц после внесения составляла 98,8 %, в том числе, против осота желтого, молочая лозного – 97,1, вьюнка полевого – 96,2 %, однолетних: щирицы запрокинутой – 96,0 %, циклахены дурнишникомлистной – 96,0 %, а всех сорных растений – 96,2 %. Также достаточно высокую токсичность к сорным растениям проявила эта смесь и перед уборкой – 82,3 и 86,0 % соответственно.

Высокая фитотоксичность препаратов оказала свое влияние и на снижение вегетативной массы сорных растений. К концу вегетации культуры она уменьшилась при применении баковой смеси Метурон + Гренери на 97,3 %, в том числе на 93,1 % двудольных многолетних сорняков и на 99,3 % однолетних двудольных, урожай овса увеличился на этом варианте на 0,5 т/га, в контроле – 1,44 т/га.

Хорошее очищение посевов от сорняков достигается также при внесении Дианата + Тифи в дозе 0,3 л/га при опрыскивании посевов овса в фазу кущения. Гибель сорняков составила 82,0 %, что обеспечило прибавку урожая 0,35 т/га.

Внесение Фенизана 0,15 л/га снижало засоренность на 79,5 %, урожай при этом повысился на 0,31 т/га, а при применении ее в фазу кущения овса на фоне азотных удобрений (N₄₀) урожай был выше, чем на контроле на 0,49 т/га при снижении общей засоренности на 83,5 %.

Достаточно эффективным было внесение препаратов содержащих аминную соль 2,4-Д как в форме водного раствора, так и эфира (Аминопелик 1,4 л/га, Аминка 0,8 л/га. При этом общая засоренность снизилась на 78–80 %, а урожайность увеличилась на 0,23–0,26 т/га. Применение Элант премиум в дозе 0,8 л/га в фазу кущения обеспечило, снижение засоренности широколиственными сорняками на 89,6 % и прибавку урожая в 0,33 т/га.

Также высокую токсичность к сорным растениям в другом опыте проявил препарат Серто плюс 0,12 л/га. Засоренность посевов при использовании этой дозы снизилось на 90,3 %.

Под влиянием примененного препарата существенно изменилась и вегетативная масса сорных растений. Масса сорняков от его использования уменьшилась более чем в 5 раз.

Резкое снижение засоренности вследствие применения гербицида обеспечило высокую прибавку урожая – 0,4 т/га (в контроле 1,24 т/га).

На основании проведенных исследований можно сделать заключение, что имеющийся ассортимент препаратов при грамотном применении обеспечивает высокую чистоту посевов культуры, в результате чего урожайность культуры значительно возрастает.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Земскова Ю.К., Суминова Н.Б., Лялина Е.В. Общие приемы агротехники при возделывании чабера огородного и лопанта анисового// Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова». – Саратов, 2013.

2. Земскова Ю.К., Лялина Е.В., Суминова Н.Б. Элементы технологии выращивания чабера огородного и лопанта анисового в Нижнем Поволжье / Овощи России. – 2012. – № 1 (14). – С. 41–43.

3. Земскова Ю.К., Лялина Е.В., Суминова Н.Б. Влияние площади питания на урожайность нетрадиционных и редких пряно-вкусовых культур на овощную продукцию / Материалы VIII Международного симпозиума // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования. – Москва. – 2009. – С. 422–425.

4. Сайфуллин Р.Г., Каменченко С.Е., Якушева Л.Д., Суминова Н.Б., Нарушев В.Б., Ленович Д.Р., Даулетов М.А., Шагиев Б.З. Борьба с сорной растительностью на посевах зерновых культур / Материалы III Международной научно-практической конференции // Инновационные технологии создания и возделывания сельскохозяйственных растений. Саратов. – 2016. – С. 67–69.

5. Спиридонов Ю.Я., Будынков Н.И., Бойко А.П., Стрижков Н.И., Критская Е.Е. Технология возделывания яровой твердой пшеницы с применением препаратов Секатор турбо, Баритон, Фалькон, Нагрои других // Аграрный научный журнал. – 2017. – № 3. – С. 30–36.

6. Спиридонов Ю.Я., Будынков Н.И., Автаев Р.А., Стрижков Н.И., Суминова Н.Б., Даулетов М.А. Применение препарата Гермес при возделывании подсолнечника // АПК России. – 2017. – Т. 24. – № 2. – С. 303–307.

7. Спиридонов Ю.Я., Будынков Н.И., Автаев Р.А., Стрижков Н.И., Суминова Н.Б., Критская Е.Е. Возделывание льна с применением Секатора турбо, Фуроре супер, Баритона и других препаратов в условиях Поволжья // АПК России. – 2017. – Т. 24. – № 2. – С. 308–313.

8. Спиридонов Ю.Я., Будынков Н.И., Стрижков Н.И., Жолинский Н.М., Автаев Р.А., Суминова Н.Б., Султанов А.С., Бикимбаева А.Т., Гришина А.О. Комплексные меры борьбы с вредными организмами с помощью препаратов АО «Байер» на посевах озимой пшеницы / Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 129-й годовщине со дня рождения академика Н.И. Вавилова // Вавиловские чтения – 2016. – С. 226–229.

9. Спиридонов Ю.Я., Будынков Н.И., Стрижков Н.И., Атаев С.С.-Х., Суминова Н.Б., Даулетов М.А., Ленович Д.Р. Разработка интегрированной технологии защиты посевов полевых культур от болезней, вредителей и сорняков на основе биологических и химических методов // Аграрный научный журнал. – 2017. – № 9. – С. 37–42.

10. Суминова, Н.Б. Агротехнологические приемы выращивания чабера огородного и лофанта анисового на черноземе южном Нижнего Поволжья: дисс. ... канд. с.-х. наук / Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова. – Саратов, 2011. – 199 с.

11. Каменченко С.Е., Шабаетов А.И., Стрижков Н.И., Петрова Н.М., Наумова Т.В. Хищные жужелицы и влияние на них способов обработки почвы // Защита и карантин растений. – 2016. – № 11. – С. 44–46.

12. Каменченко С.Е., Стрижков Н.И., Наумова Т.В. Факторы, влияющие на динамику популяций вредных саранчовых в Нижнем Поволжье // Земледелие. – 2012. – № 1. – С. 41–43.

13. Кильдюшкин В.М., Бойко А.П., Солдатенко А.Г., Животовская Е.Г., Быков О.Б., Стрижков Н.И., Суминова Н.Б. Агрофизические свойства черноземов Кубани и урожайность озимой пшеницы в зависимости от технологии возделывания // Аграрный научный журнал. – 2017. – № 7. – С. 25–28.

14. Штундюк Д.А., Нарушев В.Б., Суминова Н.Б., Даулетов М.А., Курасова Л.Г., Сайфуллин Р.Г., Каменченко С.Е., Петрова Н.М. Защита посевов нута от сорных растений/ Сборник материалов III Международной научно-практической конференции // Инновационные технологии создания и возделывания сельскохозяйственных растений, Саратов. – 2016. – С. 91–93.

15. Царев А.П., Косачев А.М., Денисов Е.П., Солодовников А.П. Отзывчивость на различные предшественники // Кукуруза и сорго. – 1995. – № 4. – С. 11.

А.Г. Субботин, О.Ю. Шукин

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов, Россия

ИЗУЧЕНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ СОРТОВ ПОДСОЛНЕЧНИКА В УСЛОВИЯХ САРАТОВСКОГО ПРАВОБЕРЕЖЬЯ

Аннотация. В статье представлены урожайные данные по влиянию борсодержащих препаратов на продуктивность различных сортов подсолнечника.

Ключевые слова: сорта, маслосемена, выполненность, высота растений, продуктивность.

Одним из вариантов повышения урожайности в современных технологиях возделывания подсолнечника является использование препаратов третьего поколения, гектарные дозы которых исчисляются миллиграммами. Они дают возможность повысить урожайность полевых культур и снизить экологическое давление на окружающую среду. Особое внимание заслуживают препараты, содержащие бор, который в свою очередь оказывает положительное влияние на процесс образования и выполненность семян подсолнечника.

Полевые исследования проводили в условиях Аткарского района Саратовской области на чернозёмах обыкновенных среднегумусных среднесуглинистых. Схема полевого двухфакторного опыта предусматривала следующие варианты: Фактор А - сорта - Богучарец, Скороспелый 87, СУР; Фактор В – применение борсодержащих препаратов в период вегетации подсолнечника – контроль, Проборон, Глицерол Бор.

Повторность опыта четырехкратная, размещение вариантов рендомезированное. Учетная площадь делянки – 100 м².

Таблица 1

Продуктивность подсолнечника в зависимости от изучаемых приёмов возделывания

Сорт (А)	Препарат (В)	Урожайность, т/га		
		2015	2016	среднее за 2 года
Богучарец	Контроль	1,84	1,14	1,49
	Проборон	1,92	1,18	1,55
	Глицерол бор	1,98	1,22	1,60
Скороспелый 87	Контроль	1,72	1,16	1,44
	Проборон	1,79	1,28	1,53
	Глицерол бор	1,61	1,24	1,42
СУР	Контроль	1,76	1,59	1,67
	Проборон	1,74	1,83	1,78
	Глицерол бор	2,04	1,89	1,96
НСР ₀₅	А	0,047	0,027	
	В	0,034	0,019	
	АВ	0,079	0,054	

В результате проведенных исследований (2015–2016 гг.) были выявлены следующие особенности в формировании урожая растений различных сортов подсолнечника при обработке препаратами содержащих бор. Обработка посевов подсолнечника препаратами в фазу 4–6 листьев привела к положительной динамике – способствовала увеличению высоты растений и продуктивности.

На контроле (без применения препаратов) урожайность маслосемян составила: у сорта Богучарец – 1,49 т/га, у сорта Скороспелый 87–1,44 т/га, а у сорта СУР – 1,67 т/га. При обработке препаратом Проборон растений подсолнечника отмечено увеличение продуктивности на 0,6–0,11 т/га у сортов Богучарец и СУР, а у сорта Скороспелый 87 на 0,9 т/га. Применение Глицерол бора на сортах Богучарец и Сур позволило получить урожай маслосемян на уровне 1,60–1,96 т/га, соответственно, а при обработке растений сорта Скороспелый 87 – 1,42 т/га, что на 0,11 т/га была ниже, чем на контроле.

Максимальная продуктивность маслосемян за годы исследований составила – у сортов Богучарец и СУР – 1,60–1,96 т/га соответственно, а у сорта Скороспелый 87 при применении препарата Проборон – 1,53 т/га.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Моргунова, А.Д.* Изучение адаптационной способности различных гибридов подсолнечника в условиях Саратовского Правобережья/Сб. статей Международной научно-практической конференции, посвящённой 129-й годовщине со дня рождения академика Н.И. Вавилова. ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ. – Саратов 2016. – С. 42–43.

2. Прогрессивные технологии посева сельскохозяйственных культур. Учебное пособие/ А.Г. Субботин. – Типография ЦВП, «Саратовский источник», Саратов. – 2013. – 240 с.

УДК 543.9:635.743(470.44)

Н.Б. Суминова¹, А.В. Молчанова²

¹Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

²ФБГНУ Федеральный научный центр овощеводства ВНИИССОК, Одинцовский район, Московская область, Россия

СОДЕРЖАНИЕ БИОХИМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ В НАДЗЕМНОЙ МАССЕ ЛОФАНТА АНИСОВОГО (*LOPHANTHUS ANISATUS* BENTH.) СОРТА ФРАНТ, ВЫРАЩЕННОГО В УСЛОВИЯХ НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

Аннотация. В период с 2013 по 2015 годы изучены биохимические показатели надземной массы лофанта анисового сорта Франт в фазу бутонизации – начала цветения. Показано, что наибольшее содержание суммы водорастворимых антиоксидантов и сухого вещества отмечено в растениях 2013 года, который характеризовался влажным климатом. Тогда как максимальное содержание фотосинтетических пигментов в листьях лофанта было выявлено в растениях, собранных и проанализированных в условиях засушливого 2015 года.

Интродукция эфиромасличных растений на территории Нижнего Поволжья расширяет ассортимент возделываемых пряно-ароматических культур для удовлетворения потребностей народного хозяйства [5, 9, 11]. Одним из перспективных эфиромасличных растений является лофант анисовый (*Lophanthus anisatus* Benth.) или многоколосник фенхельный – многолетнее травянистое растение семейства Lamiaceae, произрастающее в диком виде в странах Восточной и Средней Азии, Северной Америки. Фармакологическую ценность лофанта анисового обуславливает его химический состав [13]. Установлено, что лофант содержит комплекс биологически активных соединений: эфирное масло (1,84–3,32 %), дубильные вещества (7,48–8,55 %), флавоноиды (0,55–0,60 %), свободные органические кислоты (0,80–1,00 %), полисахариды (7,25–8,22 %), микро- и макроэлементы, такие как калий – 30 %, кальций – 20 %, фосфор – 3 %, кремний – 3 %, алюминий – 1 %, натрий – 0,8%. Было выявлено, что наибольшее количество

эфирного масла накапливается в фазу цветения – 3,15–3,32 %. Кроме того, методом планарной хроматографии было определено содержание галловой кислоты в траве лопуха анисового. В фазу цветения содержится наибольшее количество галловой кислоты – 2,00–2,50 %, а по органам выявлено, что стебли и цветки содержат 1,02 % и 0,71 % соответственно, а листья – 1,98 %.

Объектом исследований служили растения 2-го года жизни лопуха анисового (*Lophanthus anisatus* Benth.) сорта Франт, который внесен в Госреестр РФ. Надземную массу растений срезали в фазу бутонизации – начала цветения.

Растения выращивали в Свято-Алексиевском женском монастыре г. Саратова. Полевые опыты проводили согласно «Методам полевых исследований в овощеводстве и бахчеводстве» [1]. Площадь учётной делянки составляла 30,0 м². Размещение делянок систематическое.

За период исследований погодные условия были следующими: 2012 г. – засушливый, ГТК = 0,6, 2013 г. – влажный, ГТК = 1,2, 2014 г. – засушливый, ГТК = 0,5, 2015 г. – засушливый, ГТК = 0,5, 2012 г. – слабо засушливый, ГТК = 0,8. Сумма эффективных температур за вегетационный период при выращивании чабера огородного (апрель–октябрь): составила: 2012 г. – 3648 °С; 2013 г. – 2922 °С; 2014 г. – 2584 °С, 2015 г. – 3179 °С.

Экспериментальные исследования проводили в Лабораторно-аналитическом центре ФГБНУ ВНИИССОК в 2013–2015 гг. (Московская область, Одинцовский район, пос. ВНИИССОК). При проведении биохимических исследований отбирали среднюю пробу листовой массы с 20 растений в четырехкратной повторности. Был изучен биохимический состав листьев по следующим показателям: содержание *сухого вещества* – методом высушивания навески до постоянной массы [4]; определение суммарного содержания водорастворимых антиоксидантов; содержание *аскорбиновой кислоты* – по методикам [6, 10].

Для определения содержания *хлорофиллов a* и *b*, их суммы, а также суммы *каротиноидов* брали высечки с каждого образца, экстрагировали 96 %-ным этанолом и результат определяли на спектрофотометре с использованием методики Lichtenthaler et al. [2, 10], результаты рассчитывали по формулам [2].

При проведении биохимических исследований отбирали среднюю пробу листовой массы с 20 растений.

Полученные данные обработаны по Доспехову [3], а также с использованием статистического пакета STATISTICA 6.0 для ПЭВМ.

Биохимический состав надземной части растений лопуха в момент заготовки растительного сырья характеризовался значительными изменениями по содержанию и соотношению отдельных компонентов в разные годы исследований. Было показано, что в надземной массе лопуха анисового сорта Франт, выращенного в 2013 году, было наибольшее содержание суммы антиоксидантов и сухого вещества по сравнению с 2015 годом (табл. 1). Тогда как по содержанию аскорбиновой кислоты максимум был отмечен в образце, выращенном в 2014 году.

Коэффициенты вариабельности всех параметров, рассчитанные нами, оказались в пределах 10 %, за исключением C_v параметра аскорбиновой кислоты в 2013 году, который ненамного превысил коэффициенты других параметров.

Более стабильным параметром оказалось «содержание сухого вещества» в надземной массе растений: его значение во все годы исследований было в пределах 20±5 %, а коэффициент вариабельности не превышал 10 %.

Биохимические показатели надземной массы лопанта анисового сорта Франт (Саратов, 2013–2015 годы)

год исследования показатель	2013		2014		2015	
	значение	C _v ,%	значение	C _v ,%	значение	C _v ,%
Сорт Франт						
ССВА, мг/г в ЕАК	112,24±4,50	8,0	64,08±3,13	9,8	38,81±0,86	4,4
Аскорбиновая кислота, мг%	8,36±0,44	16,5	82,72±3,52	6,0	50,16±0,88	3,5
Сухое вещество, %	28,67±0,23	2,0	25,46±0,20	1,1	21,70±0,19	1,7

По содержанию фотосинтетических пигментов в листьях лопанта была отмечена несколько иная картина (табл. 2). Значения фотосинтетических параметров в листьях лопанта достоверно увеличивались с 2013 по 2015 гг., и максимальное содержание хлорофиллов и каротиноидов было отмечено у тех растений, которые были выращены и проанализированы в 2015 году.

Таблица 2

Содержание фотосинтетических пигментов в листьях лопанта анисового сорта Франт (Саратов, 2013–2015 годы)

год исследования показатель	2013		2014		2015	
	значение	C _v ,%	значение	C _v ,%	значение	C _v ,%
Сорт Франт						
Хлорофилл а, мг/г	0,63±0,02	7,6	1,69±0,06	5,7	2,22±0,11	10,0
Хлорофилл b, мг/г	0,33±0,01	8,1	0,99±0,03	5,6	1,35±0,09	14,0
Каротиноиды, мг/г	0,11±0,01	4,8	0,32±0,01	5,0	0,38±0,01	5,2

Рассчитанный нами коэффициент вариабельности фотосинтетических параметров, также как и в показателе сухого вещества, находился в пределах 10 %, за исключением коэффициента вариабельности хлорофилла b в условиях 2015 года (14,0 %).

В результате наших опытов представлены предварительные данные по биохимическому составу, полученные за три года исследований [7, 8, 12, 14]. Дальнейшая работа по изучению содержания биохимических параметров и влиянию погодных условий на их динамику в надземной массе лопанта анисового будут нами продолжена для того, чтобы можно было спрогнозировать изменения содержания биологически активных веществ в зависимости от условий выращивания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Белик, В.Ф.* Методика опытного дела в овощеводстве и бахчеводстве/ В.Ф. Белик. – М.: Агропромиздат, 1992. – 319 с.
2. *Гавриленко В.Ф., Ладынина М.Е., Хандыбина Л.М.* Большой практикум по физиологии растений. - М.: «Высшая школа», 1975. – С. 285–286.
3. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. м351 с.
4. *Ермаков А.И.* Методы биохимических исследований / А.И. Ермаков, В.В. Арасимович, Н.П. Ярош, Ю.А. Перуанский, Г.А. Луковникова, М.И. Иконникова. – Л., Агропромиздат. – 1987. – 430 с.
5. *Земскова Ю.К., Лялина Е.В., Суминова Н.Б.* Элементы технологии выращивания чабера огородного и лопанта анисового в Нижнем Поволжье // Овощи России, 2012. – №1(14). – С. 41–43.

6. Максимова Т.В., Никулина И.Н., Пахомов В.П., Шкарина Е.И., Чумакова З.В., Арзамасцев А.П. Способ определения антиокислительной активности. Описание изобретения к патенту Российской Федерации. – М., 2001.
7. Майоров С.Н., Молчанова А.В., Бондарева Л.Л., Старцев В.И. Типы фасциаций у растений и факторы, влияющие на её проявление // Овощи России. – 2012. – № 2 (15). – С. 54–59.
8. Молчанова А.В. Сортоспецифичность накопления антиоксидантов различными видами амаранта (*amaranthus l.*) и повышение качества товарной продукции: дисс. ... канд. с.-х. наук / Всероссийский научно-исследовательский институт селекции и семеноводства овощных культур. – Москва, 2011. – 157 с.
9. Основные и малораспространённые овощные растения. Особенности выращивания и семеноводства. 4-е изд., перераб. и доп. Под общей ред. Бунина М.С. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2003. – С. 143–144.
10. Сапожникова Е.В., Дорофеева Л.С. Определение содержания аскорбиновой кислоты в окрашенных растительных экстрактах йодометрическим методом // Консервная и овощеводческая промышленность, 1966. – № 5. – С. 29–31.
11. Суминова, Н.Б. Агротехнологические приемы выращивания чабера огородного и лопуха анисового на черноземе южном Нижнего Поволжья: дисс. ... канд. с.-х. наук / Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова. м Саратов, 2011. – 199 с.
12. Ушакова И.Т., Харченко В.А., Курбаков Е.Л., Шевченко Ю.П. Сорты пряно-ароматических культур семейства Яснотковые селекции ВНИИССОК / Селекция и семеноводство овощных культур. – 2015. – Вып. 46. – С. 569–575.
13. Чумакова В.В., Мезенова Т.Д., Попова О.И. Определение галловой кислоты в траве лопуха анисового методом планарной хроматографии // Химия растительного сырья, 2011. – № 4. – С. 269–271.
14. Lichtenthaler Н.К. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes.// Methods in enzymology. – Vol. 148. – 1987. – P. 350–382.

УДК 633.85.(045)

М.А. Талдыкина, А.Г. Субботин

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов, Россия

ВЛИЯНИЕ СРОКОВ СЕВА НА ПРОДУКТИВНОСТЬ РЕДЬКИ МАСЛИЧНОЙ В УСЛОВИЯХ ЛЫСОГОРСКОГО РАЙОНА САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация. В статье представлены результаты полевых экспериментов по изучению продуктивности редьки масличной в зависимости от сроков посева за 2015–2016 гг. Результаты опытов показывают, что наибольший показатель продуктивности формируется при ранних сроках посева – в первой декаде мая – урожай семян на данных вариантах достигает 1,19–1,28 т/га.

Ключевые слова: редька масличная, сроки посева, зелёная масса, урожайность, адаптация.

В современных условиях растёт потребность в производстве растительных масел для изготовления экологически безопасного биотоплива. Источником сырья в настоящее время служат такие культуры как рапс, рыжик, сурепица. Одним из вариантов в производстве топлива является использование семян редьки масличной. Культура обладает высокой адаптационной способностью к острозасушливым условиям, успешно подавляет большинство возбудителей болезней зерновых культур и оказывает положительное влияние на состояние почвы – улучшает водно-физические свойства почвы. А в связи с высоким содержанием эруковой кислоты в семенах (40 %) продукция этой культуры вполне пригодна для изготовления технического масла и производства биотоплива.

Анализ литературных данных показывает, показывает, что в условиях Саратовской области основные приёмы возделывания, и в частности, сроки посева, мало изучены.

Срок посева определяют с учетом влажности почвы в слое заделки семян, сорта, предшественника, состояния почвы и других факторов. В связи с этим изучение сроков актуальным вопросом.

Для более глубокого изучения морфологических и биологических особенностей редьки масличной в зависимости от срока посева редьки масличной мы в течении двух лет (2015–2016 гг.) проводили полевой эксперимент. Опытный участок расположен в Лысогорском районе Саратовской области. Почва представлена черноземом южным, среднесуглинистым. Схема опыта предусматривала изучение следующих сроков посева: 1.05; 11.05; 21.05; 1.06; 11.06; 21.06. В эксперименте выращивали сорт редьки масличной – Радуга. Способ посева – обычный рядовой, посев осуществляли сеялкой СЗ-3,6. Глубина заделки семян – 5–6 см. Площадь учётной делянки – 78 м², повторность опыта – четырёхкратная. Размещение вариантов рендомизированное.

В результате полевых исследований нами было установлено, что сроки посева оказали существенное влияние на рост и развитие редьки масличной. Наилучшие условия для формирования густоты стояния, прохождения фенологических фаз развития и продуктивности зелёной массы были созданы при ранних сроках посева.

Таблица 1

Семенная продуктивность редьки масличной на чернозёмных почвах

Сроки посева	Семенная продуктивность, т/га		
	2015 г.	2016 г.	Среднее
01.05	1,31	1,25	1,28
11.05	1,23	1,16	1,19
21.05	1,09	0,97	1,03
01.06.	1,16	0,71	0,93
11.06	0,56	1,62	1,09
21.06	0,36	0,23	0,29
НСР ₀₅	0,041	0,038	

Наиболее благоприятным по количеству осадков и температурному режиму являлся 2015 год. Наибольший показатель семенной продуктивности отмечался при раннем сроке посева и составил 1,31 т/га. При посеве в более поздние сроки с интервалом в 10 дней семенная продуктивность снижалась и при посеве 21 июня достигала 0,36 т/га. Аналогичная закономерность отмечалась и при выращивании редьки масличной в 2016 году, но урожай семян был ниже от 5 до 30 % из-за повышенной температуры и дефицита осадков.

В среднем за два года урожай семян редьки масличной был получен при раннем сроке посева – 1 мая и достигал величины 1,28 т/га (табл).

Исходя из результатов наших исследований, можно сделать вывод, что посев редьки масличной в 1-й декаде мая является оптимальным для формирования максимальной продуктивности семян.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дорощев, Н.В. Возделывание редьки масличной на семена в Иркутской области/ А.А. Пешкова // Зерновое хозяйство. – № 2. – 2007. – С. 31–32.
2. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Колос, 1985. – 416 с.

3. *Нарушев, В.Б.* Влияние способа посева и нормы высева на продуктивность однолетних кормовых культур в аридной зоне Поволжья / О.С. Башинская, В.Б. Нарушев, А.Г. Субботин, З.Б. Бегишанова // Аграрный научный журнал – 2012. – № 10. – С. 21–24.

4. *Субботин, А.Г.* Агробиологическая оценка продуктивности редьки масличной в степной зоне/В.Б. Нарушев, М.А. Талдыкина// Научная жизнь. – № 4. – 2016. – С. 46–55.

5. *Субботин, А.Г.* Влияние сроков посева на продуктивность редьки масличной в условиях Саратовского Правобережья/М.А. Талдыкина// Вавиловские чтения – 2016: сборник статей международной научно-практической конференции, посвященной 129-й годовщине со дня рождения академика Н.И. Вавилова. – Саратов, ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2016. – 411 с.

УДК 633.2/3:631.527:631.524.84

Н.С. Таснаев, Н.И. Германцева

Краснокуткая ГСОС, Саратовская область, Россия

РАЗРАБОТКА ПРИЕМОВ ПОВЫШЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ НУТА В САРАТОВСКОМ ЛЕВОБЕРЕЖЬЕ

Нут является одной из самых востребованных сельскохозяйственных культур Российской Федерации, что обусловлено высоким спросом на внутреннем и внешнем рынках. Посевные площади под нутом в степной зоне Поволжья постоянно расширяются. Он помимо высокой засухоустойчивости, обладает технологичностью, устойчивостью к болезням и вредителям, особенно к гороховой зерновке, наносящей существенный вред посевам гороха. В Государственный реестр селекционных достижений допущенных к использованию в Российской Федерации в последние годы включены шесть новых сорта нута. Это сорта Вектор и Золотой юбилей Краснокутской станции, Бонус и Шарик – Всероссийского института сорго и кукурузы, Волжанин – Волгоградского аграрного университета и Триумф, результат совместной деятельности селекционеров Ставропольского НИИСХ и Украины. Кроме того, на территорию России импортированы сорта нута из Турции и Израиля. Они отличаются от отечественных сортов биологией развития, большей требовательностью к условиям произрастания.

В соответствии с государственным планом НИР на полях Краснокутской СОС постоянно проводится сравнительное изучение сортов нута местной селекции и разработка зональных приемов их возделывания.

Одна из главных задач, стоящих перед селекционерами опытной станции – выведение засухоустойчивых сортов. Академик П.Н. Константинов писал: «Среди мер борьбы с засухами, наряду с организацией севооборотов и общим подъемом техники земледелия, селекция растений должна занимать одно из видных мест». Полученные в последние годы результаты показывают, что сорта, созданные на Краснокутской селекционной станции, наиболее полно отвечают природно-климатическим условиям зоны степного Поволжья. Краснокутская селекционная станция – родина широко известных сортов нута. В Госреестре селекционных достижений РФ из 14 сортов нута – 7 краснокутских. По оценкам ученых Краснокутской ГСОС, вклад селекции в рост урожайности новых сортов нута составил 32,7 %.

Экологическое испытание сортов краснокутской, волгоградской селекции, а также сортов Украины, Израиля и Турции показало, что в условиях сухостепной зоны Поволжья наибольшей приспособленностью отличаются краснокутские сорта. Эти сорта имеют высокую технологичность и формируют большую урожайность за счет таких элементов продуктивности, как число бобов и зерен на 1 растение и массы зерна с 1 растения.

По данным ученых Краснокутской ГСОС для получения наивысшей урожайности и наилучшего качества зерна нута при выращивании на каштановых почвах Саратовского Левобережья необходимо:

1. Расширять площади посева новых сортов Золотой юбилей и Вектор.
2. Использовать в качестве допосевного внесения минеральные удобрения в дозе $N_{20}P_{30}$.
3. Проводить обработку семян перед посевом ризоторфином (штамм № 2104).
4. Применять ранний срок посева - в первые 5-7 дней после начала сева ярового ячменя.
5. При рядовом способе посева высевать сорт Краснокутский 36 нормой 0,8 млн. всхожих семян на 1 гектар; сорт Золотой юбилей нормой 0,7 млн. всхожих семян на 1 гектар; сорт Вектор нормой 0,6 млн всхожих семян на 1 гектар.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агробиологические основы выращивания сельскохозяйственных культур / Под ред. Н.И. Кузнецова. – Саратов: Изд-во ГАУ, 2003. – 260 с.
2. *Доспехов, Б.А.* Методика полевого опыта. – М.: Колос, 1985. – 416 с.
3. *Германцева, Н.И.* Биологические особенности, селекция и семеноводство нута в засушливом Поволжье: диссертация на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук. – Пенза, 2001. – 350 с.
4. Концепция развития агропромышленного комплекса Саратовской области до 2020 года / Коллектив авторов / ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2011 – 143 с.

УДК 631.373.056

А.В. Хизов

Саратовский государственный аграрный университет имени Н. И. Вавилова,
г. Саратов, Россия

СНИЖЕНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ХОДОВЫХ СИСТЕМ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН НА ПОЧВУ

Научно-технический прогресс, широко используемый в сельскохозяйственном производстве, приводит к развитию промышленного производства, повышению условий и производительности труда, созданию новых образцов машин и тракторов для сельского хозяйства, совершенствованию их ходовых систем с целью повышения урожайности зерновых культур и обеспечения населения страны продовольствием. На сегодняшний день – эта одна из важнейших задач, стоящая перед тружениками села.

При обработке земли ходовыми системами сельскохозяйственных машин происходит неоднократное воздействие их на почву, что приводит к изменению ее агрегатного состояния, к снижению биологической активности, повышению твердости и уплотнения, снижению водопроницаемости и влагоемкости почвы, ухудшению ее водного режима и скважности [1], и ведет к уменьшению урожайности и другим негативным последствиям.

Изменение физико-механических свойств почвы в процессе деформации зависит от зернового состава, сложения, степени уплотнения и влажности почвы. Зерновой гранулометрический состав почвы характеризуется соотношением в ней частиц разного размера, которые определяют плотность, пористость, твердость, влажность, водопроницаемость, связность и соответствующие им – водный, воздушный и тепловой режимы.

Плотность почвы определяется её минералогическим и гранулометрическим составом, структурным состоянием и сложением, содержанием органического вещества, а

так же зависит от воздействия на неё сельскохозяйственных машин при различных приёмах агротехники.

Уплотнение почвы непосредственно связано с развивающейся деформацией, а следовательно, и с давлениями на поверхности контакта рабочего органа машины с почвой. В результате действия контактного давления в расположенном вблизи от поверхности объеме почвы возникают напряжения, под влиянием которых и происходят взаимоперемещения частиц.

Нами, на кафедре «Техносферная безопасность и транспортно-технологические машины», были разработаны конструктивные решения, снижающие негативное воздействие на почву движителей тракторов. Это снижение давления в пятне контакта колеса с почвой за счет сдвигания колес; расстановка колес на разную ширину колеи передней и задней оси; применение накладного банджа, для уменьшения высоты грунтозацепов и увеличения площади пятна контакта; равномерное распределение массы трактора по осям, за счет установки дополнительной опорной оси и снижение максимальных удельных давлений гусеничного движителя, за счет подвижности опорных катков в вертикальном направлении [2]. Все эти технические решения позволяют повысить урожайность зерновых культур.

В итоге, проведенный анализ показывает, что одной из важных задач, стоящих перед производителями по дальнейшему развитию и совершенствованию сельскохозяйственных машин в ближайшем будущем, будет направление по дальнейшему снижению воздействия движителей мобильных машин на почву, с целью как можно меньшего изменения ее макроагрегатного состояния и тем самым повышения урожайности сельскохозяйственных культур.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Миркин С.Н., Хизов А.В., Стиридонов К.А. Экспериментальные исследования воздействия гусеничных тракторов на почву// Аграрный научный журнал. – Саратов, 2006. – № 5. – С. 63–64.

2. Хизов А.В. Снижение воздействия ходовой системы гусеничного трактора Т-4А на почву. Диссертация на соискание ученой степени канд. техн. наук, Саратовский ГАУ им. Н.И. Вавилова. – Саратов, 2007. – 159 с.

УДК 631.43: 581.5: 633.2

Б.З. Шагиев, Н.Н. Кузнецова, О.В. Коломиец, Е.В. Асташина

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов, Россия

ХАРАКТЕРИСТИКА И ОСОБЕННОСТИ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ ЗАЛЕЖЕЙ ЗАВОЛЖЬЯ

Для изучения процесса смены растительности и изменения при этом агрофизических характеристик различных типов залежей нами было проведено обследование обрабатываемых участков. Полевые обследования и визуальные наблюдения, проведенные на территории хозяйства, позволили выделить несколько типов залежей: бурьянистую, полынную, острецовую, житняковую, злаково-разнотравную и типчаково-ковыльную [1–7]. В отличие от старопахотных земель крепкие залежи с плотнокустовой злаковой растительностью имеют в поверхностном слое дернину. Её мощность изменяется в зависимости от типа залежи и растительных ассоциаций. Дерновый слой колеблется от 0 (бурьянистый тип) до 7–8 см (целина). На злаково-разнотравных залежах через 7–8 лет он достигает 4–5 см, на 10 год после прекращения обработки почвы

мощность данного слоя увеличивается до 6–7 см. В зависимости от возраста, густоты травостоя, интенсивности использования житняковой залежи мощность дернины колеблется от 4–5 см до 6–8 см. Хорошо развитая дернина, имеющаяся в крепких залежах, снижает плотность почвы в самом верхнем 0–10 см слое до 1,04–1,06 г/см³. Для сравнения плотность в этом слое на залежи первого года была равна 1,15 г/см³, а на 4-й год 1,17 г/см³. Анализируя динамику уплотнения почвы в целом по всему профилю, то можно сделать вывод, что вследствие прекращения обработки почва в залежи сначала быстро, а затем медленно уплотняется. И под типчаково-ковыльной растительностью этот показатель в слое 0–50 см равняется уже 1,38 г/см³, что на 7–8 % выше, чем на старопахотных почвах. Общая пористость и пористость аэрации изменялись согласно изменению плотности почвы. При таких условиях разложение корневых остатков в почве происходит преимущественно без доступа кислорода и недостатка влаги, поэтому идёт накопление большого количества органических веществ, почва становится структурной и в целом более плодородной. Проведённые нами исследования, позволили выявить влияние на обогащение почвы органическим веществом на целинном участке и житняковой залежи. Так, на старопахотном участке в слое 0–30 см содержание гумуса равнялась 2,49 %, это ниже чем на целине на 26,0 % (3,14 %), и на 43,0 % (3,56 %) по сравнению с житняковой залежью. Важным показателем почвенного плодородия является структурность почвы. Исследования структурного состава показали, что агрономически ценная структура (частицы почвы размером 0,25–10 мм) в пахотном слое формируется на целине (92,5 %), острецовых и разнотравно-злаковых залежах (87,0–88,2 %). Наименьшее содержание структурных агрегатов отмечено на старопахотной почве – 78,7 %. Водопрочность структуры также сильно различалась по различным типам залежей. Количество водопрочных агрегатов в слое 0–30 см закономерно возрастало от старопахотных земель (46,9 %) к острецовым и разнотравно-злаковым залежам (60,3–71,6 %). Наибольшего своего значения водопрочность достигает на типчаково-ковыльной целине (81,7 %). Следует заметить, что различные слои целинных и залежных земель неодинаковы по содержанию водопрочных агрегатов. Верхние горизонты (0–10 см) целины, острецовой и разнотравно-злаковой залежей более структурны, чем нижние, здесь количество водопрочных агрегатов колебалась от 57,8 до 80,3 %, что на 3,3–15,8 % выше, чем водопрочность нижележащего слоя. Это объясняется имеющейся в крепких залежах дернины, состоящей из большого количества органических веществ. Тогда, как на старопахотных землях, бурьянистой и полынной залежах высокого содержания структурных элементов в верхнем слое не наблюдается, а одной из причин тому является отсутствие дернины. Различие в водопрочности в нижних горизонтах старопахотных земель и залежей, по-видимому, можно объяснить уплотнённой почвой на крепких залежах и целине, которая обуславливает анаэробный процесс гумификации с интенсивным накоплением кальция в почве.

Причём следует заметить, что на всех вариантах самыми водопрочными агрегатами были фракции размером от 1 до 3 мм. Это объясняется наличием большего количества кальция в почвенных агрегатах этого размера. Для сравнения, во фракциях размером от 5 до 10 мм содержание кальция на этом же варианте было равно 19,25 (70,5 %), а от 0,5 до 1,0 мм 19,75 мг / экв на 100 г почвы. Чёткой же закономерности в распределении обменного магния и натрия на залежах установлено не было. Наличие натрия в ППК на ковыльно-типчаковом участке было выше, чем на житняковой залеже. Если в первом случае содержание натрия было равно 6,60 %, то во втором всего лишь 5,54 % от общей суммы поглощённых оснований. Анализ результатов реакции почвенной среды показал, что целинные участки способствовали сохранению щелочности почвы, где рН был равен 7,33 и увеличивался вниз по профилю. Житняк привёл к снижению щелочности к нейтральной среде, где рН составил 6,82–7,10. Это доказывает, о необходимости использования житняка, как фитомелиоранта для повышения плодородия почв.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Денисов Е.П. Влияние многолетних трав как фитомелиорантов на плодородие орошаемых тёмно-каштановых почв в Заволжье/ Е.П. Денисов, И.В. Чепрасов, Н.П. Молчанова и др. // Нива Поволжья. – 2008. – № 3. – С. 9–11.
2. Кутафин А.И. Современное карантинное фитосанитарное состояние хозяйств Саратовской области/ А.И. Кутафин, Ю.А. Тарбаев, Д.А. Уполовников и др. // Аграрный научный журнал. – 2007. – № 6. – С. 19–22.
3. Подгорнов Е.В. Проектирование систем земледелия/Е.В. Подгорнов, Д.А. Уполовников, Е.П. Денисов и др. – Саратов, 2016. (Издание 3-е, дополненное и переработанное).
4. Сайфуллин Р.Г. Борьба с сорной растительностью на посевах зерновых культур / Р.Г. Сайфуллин, С.Е. Каменченко, Л.Д. Якушева и др. Инновационные технологии создания и возделывания сельскохозяйственных растений. Сборник материалов III Международной научно-практической конференции. Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. – 2016. – С. 67–69.
5. Солодовников А.П. Динамика плотности почвы чернозема южного при минимализации основной обработки/А.П. Солодовников, А.В. Летучий, Д.С. Степанов и др. // Земледелие. – 2015. – № 1. – С. 5–7.
6. Шагиев Б.З. Характеристика различных типов залежей сухостепной зоны Поволжья/Б.З. Шагиев, М.А. Даулетов, Н.Н. Кузнецова и др. Вавиловские чтения – 2016: сборник статей международной научно-практической конференции, посвященной 129-й годовщине со дня рождения академика Н.И. Вавилова. – 2016. – С. 177–179.
7. Шагиев Б.З. Экономическая эффективность фитомелиорации/Б. Шагиев, И. Дереза // Экономика сельского хозяйства России. – 2005. – № 6. – С. 29.

УДК 631.43: 581.5: 633.2

Б.З. Шагиев, Н.Н. Кузнецова, Т.В. Орлова, О.В. Коломиец, Е.В. Асташина
Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов, Россия

ФЛОРИСТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ ЗАЛЕЖЕЙ СУХОСТЕПНОЙ ЗОНЫ

Экономический кризис в сельскохозяйственной отрасли, привёл к увеличению количества выведенных из сельскохозяйственного использования необрабатываемых площадей. Поэтому залежные земли в Заволжье в настоящий момент используются как пастбища и сенокосные угодья. В этой связи сотрудниками СГАУ были проведены исследования по изучению процесса смены растительности различных типов залежей, при этом ставилась также задача дать флористическую характеристику некоторых ассоциаций, используемых как сенокосы и пастбища. На общем фоне выведенных из сельскохозяйственного использования земель выявлено большое разнообразие растительных ассоциаций, характеризующих возраст и естественный переход одного типа залежей в другой [1–7]. Полевые обследования и визуальные наблюдения, проведённые на территории хозяйства, позволили выделить несколько типов залежей: бурьянистую, полынную, острцовую, житняковую, злаково-разнотравную и типчаково-ковыльную. Поэтапный переход пашни в залежь начинается с бурьянистой растительности. На каштановых почвах этот период обычно продолжается до трёх лет. За этот срок появляется много сорной растительности. Среди которых 45–52 % от общего числа сорняков занимают многолетние корнеотпрысковые и корневищные (бодяк полевой (*Cirsium arvense*), осот жёлтый (*Sonchus arvensis*), вьюнок полевой (*Convolvulus arvensis*), молочай прутьевидный (*Euphorbia virgata*), острец ветвистый (*Aneurolepidium ramosum*), пырей ползучий (*Agropyrum repens*), 25–27 % двулетние и зимующие (донник белый

(*Melilotus albus*), донник лекарственный (*Melilotus officinalis*), гулявник волжский (*Sisymbrium wolgense*), ромашка непахучая (*Matricaria inodora*), чертополох курчавый (*Carduus crispus*) и 17–21 % яровые ранние и поздние сорняки (овсюг (*Avena fatua*), щетинник сизый (*Setaria glauca*), щетинник зелёный (*Setaria viridis*), щирица белая (*Amaranthus albus*). С течением времени, на ней происходит естественная смена растительности, при этом постепенно исчезают представители антрапoxорных сорняков, свойственных старопахотным землям, такие как овсюг, щетинники, щирицы, осоты и другие. Через 7–8 лет после прекращения обработки почва ещё больше уплотняется, накапливается большое количество органических остатков. Это неизбежно ведёт к переводу элементов питания в почве в состояние, недоступное усвоению многими растениями, которые постепенно вытесняются плотнокустовыми микотрофными злаками, образуя типчаковую залежь. Доля овсяницы валисской или типчака (*Festuca valesiaca*) и ковыля-волосатика, тырсы (*Stipa capillata*) возрастает до 15–18 %. Ещё через 3–4 года количество типчака и тырсы увеличивается до 32–43 % от общего количества растений. Если типчаковую залежь и дальше не обрабатывать, то она покрывается кустами ковыля и превращается в ковыльную степь. Доля плотнокустовых злаков увеличивается до 89–91 %. Помимо тырсы и типчака растительность здесь представлена различными полынями (*Artemisia*), житняком гребневидным (*Agropirum cristatum*), острецом ветвистым, или колосняком (*Aneurolepidium ramosum*), люцерной жёлтой, или серповидной (*Medicago falcata*), костром полевым, или степным, южным (*Bromus arvensis*), пыреем ползучим (*Agropyrum repens*), цикорием обыкновенным (*Cichorium intibus*), астрагалом серпоплодным (*Astragalus falcatus*), кермеком Гмелина (*Limonium gmelini* Ktze), кохией стелющейся, или прутняком, изенем (*Kochia prostrata*), тимофеевкой степной (*Phleum phleoides*), ковылью Лессинга, или ковылком (*Stipa Lessingiana*), тонконогом гребенчатым, или келерией стройной (*Koeleria cristata*) и т.д. На сильно засорённых полях после культуры, залежь сразу и на долгие годы может зарастать пыреем или острецом, минуя бурьянистую или полынную стадию. По нашим наблюдениям, наибольшее количество растительной массы вырастает на бурьянистой (8,29 т/га) и полынной залежи (6,34 т/га), а наименьшее на ковыльной целине (1,85 т/га). При этом со временем параллельно с урожайностью снижается также и общая высота растений в травостое. Несмотря на высокую воздушно-сухую массу на бурьянистой и полынной залежах, кормовая ценность её очень низкая. Так состав этих сообществ совершенно, не пригоден как к сенокосению, так и выпасу скота. Напротив, на крепких залежах и целине наблюдается обратная картина. Сравнительная оценка различных залежей показывает, что даже находящийся в хозяйстве в заброшенном состоянии житняк превосходит все остальные залежи, как по урожайности, так и в кормовой ценности. Используя передовой опыт Краснокутской СОС по внедрению многолетних трав, можно проводить интенсивное залужение земель вместо бесполезного выведения из сельскохозяйственного использования необрабатываемых площадей. Здесь в схожих почвенно-климатических условиях на богаре возделываются: житняк и жёлтогибридную люцерну.

В ходе проведённых исследований было установлено, что видовое разнообразие ассоциаций невелико и меньше половины имеют отличное и хорошее кормовое значение и являются в основном многолетними травами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Денисов Е.П. Влияние многолетних трав как фитомелиорантов на плодородие орошаемых тёмно-каштановых почв в Заволжье /Е.П. Денисов, И.В. Чепрасов, Н.П. Молчанова и др.//Нива Поволжья. – 2008. – № 3. – С. 9–11.

2. Кутафин А.И. Современное карантинное фитосанитарное состояние хозяйств Саратовской области/ А.И. Кутафин, Ю.А. Тарбаев, Д.А. Уполовников и др. // Аграрный научный журнал. – 2007. – № 6. – С. 19–22.

3. *Подгорнов Е.В.* Проектирование систем земледелия/Е.В. Подгорнов, Д.А. Уполовников, Е.П. Денисов и др. – Саратов, 2016. (Издание 3-е, дополненное и переработанное).

4. *Сайфуллин Р.Г.* Борьба с сорной растительностью на посевах зерновых культур / Р.Г.Сайфуллин, С.Е.Каменченко, Л.Д.Якушева и др.//Инновационные технологии создания и возделывания сельскохозяйственных растений. Сборник материалов III Международной научно-практической конференции. Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. – 2016. – С. 67–69.

5. *Солодовников А.П.* Динамика плотности почвы чернозема южного при минимализации основной обработки/А.П. Солодовников, А.В. Летучий, Д.С. Степанов и др. //Земледелие. – 2015. – № 1. – С. 5–7.

6. *Шагиев Б.З.* Характеристика различных типов залежей сухостепной зоны Поволжья/Б.З.Шагиев, М.А. Даулетов, Н.Н. Кузнецова и др. Вавиловские чтения – 2016: сборник статей международной научно-практической конференции, посвященной 129-й годовщине со дня рождения академика Н.И. Вавилова. – 2016. – С. 177–179.

7. *Шагиев Б.З.* Экономическая эффективность фитомелиорации/Б. Шагиев, И. Дереза //Экономика сельского хозяйства России. – 2005. – № 6. – С. 29.

УДК 632

Б.З. Шагиев, Д.С. Степанов, М.А. Даулетов, А.Г. Головачёва, Т.В. Орлова, О.В. Коломиец

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов, Россия

ОСОБЕННОСТИ БОРЬБЫ С СОРНЯКАМИ В УСЛОВИЯХ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Горчак ползучий (*Agroptilon repens*) в условиях области – самый опасный и трудноискоренимый сорняк. На территории области в 2016 г. был отмечен в более 20 районах. Горчак ползучий – многолетнее корнеотпрысковое растение семейства Астровые (*Asteraceae*). На плотных куртинах, как правило, посевы погибают полностью от иссушения почвы и ядовитых выделений его корневой системы. Само растение не представляет никакой кормовой ценности, вызывает отравление скота, ухудшает качество кормов, резко снижает урожайность сельскохозяйственных культур и пастбищ. У горчака несколько периодов жизни. В первый период (весенний) растение отрастает от корней, от почек возобновления, находящихся в подпахотном слое, и пробивается на поверхность почвы, затрачивая большое количество пластических веществ, имеющих в корнях; период заканчивается появлением надземных органов. Во 2-ой период формирует горизонтальные корни с почками возобновления, куртины увеличиваются в размере, на 1 м² насчитывается 100–150 шт. стеблей, количество корней в почве резко возрастает. В третий (осенний) период, готовясь к отращанию весной, горчак накапливает в корнях пластические вещества. Четвёртый – период покоя. Светолюбив и при затемнении суданской травой, озимой рожью, люцерной, кукурузой на орошении семян не образует. Исходя из биологии сорняка, систему мер по его искоренению надо строить следующим образом: во-первых, не допустить его вегетации в послеуборочный период и тем самым значительно снизить отложение пластических веществ в корнях; во-вторых – истощить корневую систему путем многократных подрезаний почвообрабатывающими орудиями [1–8]. Традиционные методы обработки почвы не обеспечивают подавления этого сорняка. Глубокая вспашка с последующими послойными культивациями приводит к распространению отрезков его корней. Так, очаговое куртинное засорение после проведения механических обработок превращается в сплошное. Достаточно нескольких лет, чтобы куртинное засорение превратилось в сплошное даже при

ежегодном применении гербицидов. На сплошь засоренных горчаком пастбищах, выгонах и на землях не сельскохозяйственного назначения применяют гербициды сплошного способа действия.

Черный пар в сочетании с посевом культур сплошного сева (озимой ржи, овса, суданской травы и т.д.) способствует сильному затенению горчака, а в посевах житняка, который уплотняет почву, сорняк истощается и гибнет. На орошаемых землях эффективным способом борьбы с горчаком является затопление участка в течение 3 и более лет подряд. Уничтожить этот сорняк применением только химического или агротехнического метода невозможно. Только комплексные меры позволяют эффективно бороться с ним.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Денисов Е.П. Влияние предшественников на засорённость и урожайность кукурузы / Е.П. Денисов, Е.В. Подгорнов, Б.З. Шагиев и др. // Нива Поволжья. – 2007. – № 4. – С. 20–23.
2. Денисов Е.П. Оценка новых кормовых многолетних культур в сравнении с традиционными травами/Е.П. Денисов, А.М. Марс, Б.З. Шагиев и др.//Нива Поволжья. – 2010. – № 4. – С. 7–12.
3. Денисов Е.П. Эффективность внесения соломы в качестве биомелиоранта/Е.П. Денисов, К.Е. Денисов, Б.З. Шагиев//Нива Поволжья. – 2009. – № 2. – С. 12–16.
4. Денисов К.Е. Повышение продуктивности орошаемых земель и эффективность использования влаги при уплотнении посевов в полевых севооборотах сухостепного Заволжья/ К.Е. Денисов, А.М. Косачёв, Б.З. Шагиев и др.//Нива Поволжья. – 2009. – № 4. – С. 17–22.
5. Денисов Е.П. Влияние агромелиоративных приемов на плодородие каштановых почв и урожайность озимой пшеницы в паровом звене севооборота/ Е.П. Денисов, Д.А. Уполовников, Б.З. Шагиев и др.//Аграрный научный журнал. – 2009. – № 6. – С. 14–18.
6. Денисов Е.П. Влияние многолетних трав как фитомелиорантов на плодородие орошаемых тёмно-каштановых почв в Заволжье/ Е.П.Денисов, И.В. Чепрасов, Н.П. Молчанова и др.//Нива Поволжья. – 2008. – № 3. – С. 9–11.
7. Кутафин А.И. Современное карантинное фитосанитарное состояние хозяйств Саратовской области/ А.И. Кутафин, Ю.А. Тарбаев, Д.А. Уполовников и др. // Аграрный научный журнал. – 2007. – № 6. – С. 19–22.
8. Подгорнов Е.В. Проектирование систем земледелия / Е.В. Подгорнов, Д.А. Уполовников, Е.П. Денисов и др. – Саратов, 2016. (Издание 3-е, дополненное и переработанное).

УДК 632

Б.З. Шагиев, Д.С. Степанов, М.А. Даулетов, А.Г. Головачёва, Е.В. Асташина
Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов, Россия

ЭФФЕКТИВНЫЕ МЕТОДЫ БОРЬБЫ С СОРНЯКАМИ В УСЛОВИЯХ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Одними из самых опасных и трудноискоренимых карантинных сорняков считаются амброзия трёхраздельная и повилика полевая. Амброзия трёхраздельная (*Ambrosia trifida*) после скашивания хорошо отрастает. Имея мощную надземную массу, этот сорняк сильно подавляет культурные растения, особенно яровые хлеба и подсолнечник. Решающее значение для очистки полей имеют агротехнические методы борьбы: правильное соблюдение чередования культур в севообороте, обработка почвы и уход за посевами. Паровое поле, при правильной обработке снижает засорённость на 75–80 %, и бессменный в течение 3 лет посев озимых культур. Рекомендуются после уборки озимых лушение жнивья лушительниками на глубину 8–10 см и пахота зяби плугами с предплужником на глубину 18–20 см. Хороший эффект дают посевы многолетних трав по

чистому пару; травы сильно заглушают амброзию и тем самым не дают возможности образовывать семена [1–4]. Для уничтожения амброзии трёхраздельной в посевах озимой и яровой пшеницы применяют препараты дифезан, фенфиз и др.; в посевах кукурузы и подсолнечника – дуал голд; люцерны – пивот; в садах и виноградниках – раундап. На засоренных и свободных от культурных растений землях применяют гербицид раундап.

Повилика полевая (*Cuscuta campestris*) – опаснейший сорняк. Стебли обвивают побеги культурных растений и через особые присоски (гаустории) высасывают соки, вызывая резкое снижение урожая, ухудшая качество продукции.

В посевах люцерны и клевера второго и третьего годов пользования на сено повилки уничтожают гербицидами: керб W, пивот, раундап. Участки, пораженные повилкой, низко скашивают до цветения сорняка на сено и обрабатывают гербицидами с захватом непораженной зоны 1–2 м. На посевах кукурузы, размещенных на полях, засоренных повилкой, в период образования очага проводят обработку контактным препаратом бромотрил. Под подсолнечник против повилки перед предпосевной культивацией в почву вносят смесь трефлана с прометрином, в чистом виде – прометрин или трефлан. В посевах нута в борьбе с этим сорняком эффективно довсходовое и повсходовое применение пивота и пульсара. Гибель в начальные фазы ее развития достигает 95–96 %, в более поздние сроки – 90 %. Подавление повилки с помощью гербицидов в посевах сельскохозяйственных культур является очень эффективным приемом, резко уменьшающим или полностью исключаящим засорение почвы. Для того чтобы наиболее успешно применять меры по уничтожению карантинных сорняков, важно ознакомиться с их биологическими особенностями. На основе этих знаний строят наиболее действенные способы их ликвидации [5–7].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Абросимов А.С.* Засоренность посевов чечевицы под влиянием гербицида и основной обработки почвы/А.С. Абросимов, А.П. Солодовников, Б.З. Шагиев. //Вавиловские чтения – 2013. Сборник статей международной научно-практической конференции, посвященной 126-й годовщине со дня рождения академика Н.И. Вавилова и 100-летию Саратовского ГАУ. – 2013. – С. 183–184.
2. *Будынков Н.И.* Защита посевов овса от семенной инфекции и сорных растений /Н.И. Будынков, И.Ф. Медведев, В.Н. Захаров и др. //Сборник материалов III Международной научно-практической конференции. Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. – 2016. – С. 16–18.
3. *Даулетов М.А.* Защита посевов яровой пшеницы от сорных растений в Нижнем Поволжье/ М.А. Даулетов, А.П. Солодовников, Б.З. Шагиев и др. Вавиловские чтения – 2014. Сборник статей международной научно-практической конференции, посвященной 127-й годовщине со дня рождения академика Н.И. Вавилова. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова». – 2014. – С. 178–181.
4. *Денисов Е.П.* Влияние предшественников на засорённость и урожайность кукурузы / Е.П. Денисов, Е.В. Подгорнов, Б.З. Шагиев и др. // Нива Поволжья. – 2007. – № 4. – С. 20–23.
5. *Денисов Е.П.* Оценка новых кормовых многолетних культур в сравнении с традиционными травами/Е.П. Денисов, А.М. Марс, Б.З. Шагиев и др.//Нива Поволжья. – 2010. – № 4. – С. 7–12.
6. *Денисов Е.П.* Эффективность внесения соломы в качестве биомелиоранта/Е.П. Денисов, К.Е. Денисов, Б.З. Шагиев//Нива Поволжья. – 2009. – № 2. – С. 12–16.
7. *Кутафин А.И.* Современное карантинное фитосанитарное состояние хозяйств Саратовской области/ А.И. Кутафин, Ю.А. Тарбаев, Д.А. Уполовников и др. // Аграрный научный журнал. – 2007. – № 6. – С. 19–22.

Б.З. Шагиев, Д.А. Уполовников, А.Г. Головачёва, О.В. Коломиец, М.Х. Тугушев
Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов, Россия

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ПРЕДШЕСТВЕННИКОВ НА ЗАСОРЁННОСТЬ И УРОЖАЙНОСТЬ

В опыте по изучению влияния предшественников на урожайность кукурузы учитывали не только чередование культур, но и технологию возделывания. При выращивании предшественников применяли различную по глубине обработку почвы, разные дозы внесения удобрений. Предшественниками являлись пропашные, озимые культуры и многолетние травы. В условиях орошения засорённость посевов кукурузы по разным предшественникам колебалась от 11,9 до 19,2 шт./м² сорняков. Наименьшая засорённость – 11,9 шт./м² – отмечена после распашки люцерны. Люцерна засорялась к пятому году использования главным образом апофитами. После распашки люцерны эти сорняки исчезали и появлялись антропохоры, которые в первые годы малочисленны. Посевы кукурузы по озимой пшенице имели засорённость более высокую, чем после люцерны. В этом случае количество сорных растений было на 1,6 шт./м², или на 13,4 %, больше. Ещё больше сорняков было в повторных посевах. Здесь число сорных растений по обычной вспашке составило 19,2 шт./м², или на 7,3 шт./м² (61,3 %) больше, чем на люцерне. По глубокой вспашке засорённость составила 14,9 шт./м², что на 3,0 шт./м², или на 25,2 %, выше, чем после люцерны. Таким образом, кукуруза была засорена по люцерне на 38,0 % меньше, чем на повторных посевах с обычной вспашкой, по озимой пшенице – на 29,7 % меньше, после повторных посевов кукурузы с глубокой вспашкой – на 22,4 %. Наличие влаги при орошении и жаркая погода создавали хорошие условия произрастания не только кукурузы, но и для сорняков. В более влажном и холодном году сорняков в посевах кукурузы было в 2 раза меньше, чем в предыдущий год. Наименьшее количество сорняков отмечено после распашки пласта люцерны – 4,4 шт./м². После озимой пшеницы в посевах кукурузы насчитывалось 6,2 шт./м² сорняков, или на 1,8 шт./м² (40,9 %) больше, чем после люцерны. После повторных посевов кукурузы с глубокой вспашкой сорняков было 6,6 шт./м², или на 50 %, больше, чем после люцерны. Наиболее сильно засорялась кукуруза в повторных посевах по обычной вспашке. Здесь сорняков было в 2,2 раза больше, чем после люцерны. Таким образом, засорённость посевов кукурузы по люцерне была меньше, чем по другим предшественникам на 29,0–54,2 %. На третий год исследований (влажный год) в период апрель – май выпало осадков 107,5 мм, что в 1,8 раза больше нормы. Частые дожди и высокая влажность почвы задерживали проведение мероприятий по борьбе с сорняками. Поэтому в этом году засорённость была сравнительно высокой. Число сорняков в посевах кукурузы достигало 16,8 шт./м². Наименьшим оно было в посевах кукурузы после люцерны – 8,7 шт./м². После озимой пшеницы число их увеличилось до 10,7 шт./м², или на 23,0 %. В повторных посевах кукурузы количество сорняков возросло до 11,2–16,8 шт./м², или на 28,7–93,1 %. Закономерность изменения засорённости хорошо просматривалась по различным предшественникам, несмотря на значительное колебание её по годам исследований. В среднем за годы исследований наименьшее число сорняков было в посевах кукурузы после люцерны – 8,3 шт./м², наибольшее – после кукурузы в повторных посевах с обычной обработкой почвы на глубину 23–25 см – 15,2 шт./м². Кукуруза после люцерны была засорена в среднем за 3 года меньше повторных посевов на 45,4 %, после озимой пшеницы – на 33,6 %, после кукурузы на фоне глубокой обработки почвы и внесения повышенных доз азотных удобрений – на 28,3 %. Таким образом, на засорённость кукурузы влияли погодные условия, агротех-

ника возделывания предшественников и главным образом сами предшественники [1–9]. Размещение кукурузы при орошении после многолетних трав значительно снижало засорённость её посевов. В среднем за 3 года по разным предшественникам урожайность колебалась от 44,95 до 57,64 т/га. После распахки люцерны она составила 57,64 т/га, что на 12,69 т/га, или 28,2 % выше, чем в повторных посевах кукурузы. После озимой пшеницы урожайность кукурузы превышала повторные посевы на 5,57 т/га зелёной массы, или на 12,4 %. Снижение урожайности кукурузы после озимой пшеницы по сравнению с кукурузой, посеянной по пласту люцерны, составило 7,12 т/га, или 12,3 %. Наименьшая урожайность зелёной массы кукурузы в среднем за 3 года исследований отмечена в повторных посевах по обычной вспашке – 44,95 т/га. Глубокая вспашка с дополнительными дозами удобрений увеличивала урожайность кукурузы на 5,43 т/га, или на 12,1 %.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Абросимов А.С.* Засоренность посевов чечевицы под влиянием гербицида и основной обработки почвы/А.С. Абросимов, А.П. Солодовников, Б.З. Шагиев. //Вавиловские чтения – 2013. Сборник статей международной научно-практической конференции, посвященной 126-й годовщине со дня рождения академика Н.И. Вавилова и 100-летию Саратовского ГАУ. – 2013. – С. 183–184.
2. *Будынков Н.И.* Защита посевов овса от семенной инфекции и сорных растений /Н.И. Будынков, И.Ф. Медведев, В.Н. Захаров и др. //Сборник материалов III Международной научно-практической конференции. Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. – 2016. – С. 16–18.
3. *Даулетов М.А.* Защита посевов яровой пшеницы от сорных растений в Нижнем Поволжье/ М.А. Даулетов, А.П. Солодовников, Б.З. Шагиев и др. //Вавиловские чтения – 2014. Сборник статей международной научно-практической конференции, посвященной 127-й годовщине со дня рождения академика Н.И. Вавилова. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова». – 2014. – С. 178–181.
4. *Денисов Е.П.* Влияние предшественников на засорённость и урожайность кукурузы / Е.П. Денисов, Е.В. Подгорнов, Б.З. Шагиев и др. // Нива Поволжья. – 2007. – № 4. – С. 20–23.
5. *Денисов Е.П.* Оценка новых кормовых многолетних культур в сравнении с традиционными травами/Е.П. Денисов, А.М. Марс, Б.З. Шагиев и др.//Нива Поволжья. – 2010. – № 4. – С. 7–12.
6. *Денисов Е.П.* Эффективность внесения соломы в качестве биомелиоранта/Е.П. Денисов, К.Е. Денисов, Б.З. Шагиев//Нива Поволжья. – 2009. – № 2. – С. 12–16.
7. *Денисов К.Е.* Повышение продуктивности орошаемых земель и эффективность использования влаги при уплотнении посевов в полевых севооборотах сухостепного Заволжья/ К.Е. Денисов, А.М. Косачёв, Б.З. Шагиев и др.// Нива Поволжья. – 2009. – № 4. – С. 17–22.
8. *Денисов Е.П.* Влияние агромелиоративных приемов на плодородие каштановых почв и урожайность озимой пшеницы в паровом звене севооборота/ Е.П. Денисов, Д.А. Уполовников, Б.З. Шагиев и др.// Аграрный научный журнал. – 2009. – № 6. – С. 14–18.
9. *Денисов Е.П.* Влияние многолетних трав как фитомелиорантов на плодородие орошаемых тёмно-каштановых почв в Заволжье/Е.П. Денисов, И.В. Чепрасов, Н.П. Молчанова и др.//Нива Поволжья. – 2008. – № 3. – С. 9–11.

Б.П. Шаймарданов, С.И. Мамаджанов

Узбекский государственный центр по сертификации и испытанию сельскохозяйственной техники и технологий при Кабинете Министров Республики Узбекистан (УзГЦИТТ), Ташкентская область, г-к Гульбахор, Республика Узбекистан

УЛУЧШЕНИЕ ПУСТЫННЫХ ПАСТБИЩ

Деградация – опустынивание земель, серьёзная экологическая и социально-экономическая проблема (катастрофа) для всего мира [1].

Последние годы человечество из-за деградации теряет 12 млн. га земель, а это значит около 20 млн тонн зерна [1]. В России процессами деградации-опустынивания затронута около 100 млн гектаров, что составляет более 46 % сельхозугодий[1]. Этот процесс продолжается и площади деградации из года в год увеличиваются.

Республика Узбекистан имеет более 20 млн га полупустынных и пустынных пастбищ, на которых содержатся круглый год все виды домашнего скота, в частности, каракульские овцы. Каракульские овцы дают мясо, целебное молоко, шерсть и самое ценное – каракульские шкурки.

На этих территориях кроме домашнего скота обитает бесчисленное количество фауны.

Кроме бесконтрольного выпаса скота и другого животного мира, население при заготовке корма на не выпасные периоды года и для топлива, производят заготовку вручную (кетменную) вырубку под корень ценные полукустарниковые и кустарниковые кормовые растения [2].

На основании настоящих исследований выявлено, что в результате деградаций полупустынных и пустынных территорий страны более чем наполовину сократились площади полноценных используемых пастбищ и полностью исчезли площади под семенники.

Основным условием динамичного развития отрасли аридного животноводства является укрепление его кормовой базы за счёт улучшения пастбищ на базе научно обоснованной системы технического оснащения.

Специфика природно-климатических особенностей аридной зоны не позволяет напрямую применять существующие, традиционные технические средства, используемые в орошаемой зоне земледелия. Здесь необходимы модернизированные и, в большинстве случаев, совершенно новые технические средства, полностью адаптированные к почвенным, производственным, природно-климатическим и другим условиям аридной зоны, а также чтобы отвечали требованиям охраны экологии [2].

Начиная с 60-х годов прошлого столетия до начала 90-х годов совместно с рядом научных учреждений и опытно-конструкторских организаций (САИМЭ-УзМЭИ, ВНИИК-НИИКиЭП, ТИИИМСХ, КазНИИМЭСХ, ВИМ, СибСельМаш, ГСКБ по кормооборотным машинам – г. Люберцы и др.) были проведены солидные научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по обоснованию технологических процессов пустынно-пастбищного животноводства и разработке машин для реализации технологий в условиях Средней Азии, Казахстана, Поволжья и т.д.

Для заготовки сена и уборки семян пустынных кормовых растений были, совместно с выше указанными организациями, разработаны и внедрены порционные прицепные косилки КПП-2 и КПП-3, дробилка-подборщик ДИП-62, дробилка КДУ-2, косилка-измельчитель КИК-1,4, технологический комплекс машин: косилка-копнитель КПП-3 и подборщик-измельчитель КУФ-1,8 (КПИ-2,4) и др.

Для полосного улучшения пастбищ были разработаны и прошли государственные и широкие хозяйственные испытания комбинированные почвообрабатывающие посевные агрегаты АПП-2,8 и АПП-3,6.

Выше названные машины агрегируются с тракторами класса 0,9–1,4 тн.

Дальнейшие исследования по разработке и внедрению технологий и сельскохозяйственных машин для кормопроизводства в условиях аридных зон были приостановлены по некоторым объективным причинам.

С 2010 года на основании постановлений правительства страны были возобновлены научно-исследовательские и конструкторские работы по разработке ресурсосберегающих технологий и техники для кормопроизводства в аридной зоне Республики Узбекистан.

На основании государственных проектов с 2010 года по настоящее время совместно с НИИ каракулеводства и экологии пустынь (НИИКиЭП), НПЦ «Ботаника» АН РУз, НИИ механизации и электрификации сельского хозяйства (НИИМЭСХ), СКБ «Трактор», УзГЦИТТ на базе Головного конструкторского бюро по сельскохозяйственным машинам АО «ВМКВ-Agromash» ведутся научно-конструкторские работы применительно к пастбищному кормопроизводству. Данные исследования заключаются в следующем – разработка:

- сеялки для создания семенных посевов растений, перспективных для улучшения пастбищ;
- агрегата для восстановления деградированных, улучшения низкоурожайных и узкосезонных пастбищ;
- машины для сбора семян пастбищных растений;
- машин для очистки и сортировки семян;
- машин для локальной (профилактической) борьбы с очагами сорной растительности пастбищ;
- комбинированной машины для ухода за семенными посевами пастбищных растений с применением экологически чистой агротехнологии (агроэлектротехнология) [2].

На основании данной статьи, для возобновления и создания творческого содружества для решения выше указанных проблем, призываем откликнуться коллег СНГ, ранее работавших и желающих в дальнейшем сотрудничать в этом направлении, за что заранее благодарим.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Тарабаев В.А., Морозов М.И.* Опустынивание как один из факторов снижения плодородия почв. – Саратов. Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова, 2016. – С. 390–391.
2. Отчёты о научно-исследовательских работах за 2012–2013 гг. Разработка комплекса ресурсо-энергосберегающих машин для укрепления кормовой базы пустынного животноводства (каракулеводства) Узбекистана и совершенствование природоохранных технологий их использования (промежуточные). – Гульбахорпгт., УзГЦИТТ. – С. 3–53 – 2012 г.; – С. 3–34 – 2013 г.

УДК 635.657:631.5(470.4)

Л.П. Шевцова, Н.А. Шьюрова, О.С. Башинская, С.В. Фартуков, Д.С. Ширшов
Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов, Россия

ПЕРСПЕКТИВЫ РОСТОВЫХ И БАКТЕРИАЛЬНЫХ ПРЕПАРАТОВ В ПОВЫШЕНИИ ПРОДУКТИВНОСТИ НУТА В СУХОСТЕПНОМ ЗАВОЛЖЬЕ

Аннотация. Нут является источником полноценного растительного белка в засушливом степном Поволжье. Расширение его посевов и повышение продуктивности является одним из важных направлений в решении проблемы растительного белка.

Ключевые слова: симбиотическая продуктивность, атмосферный азот, инокуляция, штаммы бактерий.

За последние годы в Саратовской области значительно увеличились посевные площади этой ценной зернобобовой культуры и на сегодня актуальной задачей является повышение урожайности нута, повышение роли этого растения как предшественника в полевом и кормовом севообороте.

В пожнивных и кормовых остатках на посевах нута накапливается атмосферный азот и усвояемые формы трудно растворимых фосфатов в почве, что активизирует в ней биологические процессы и повышает плодородие, к тому же устойчивость культуры нута к вредителям и болезням значительно сокращает использование пестицидов и других защитных препаратов.

Как и другие бобовые культуры, нут вступает в симбиоз с почвенными клубеньковыми бактериями и накапливает во всех частях и органах растения атмосферный биологический азот.

Цель наших исследований – изучить особенности формирования зерновой и симбиотической продуктивности нута в зависимости от предпосевной обработки его семян бактериальными и ростостимулирующими препаратами.

Известно, что в засушливых степных районах Поволжья на корнях нута не всегда обнаруживаются клубеньковые наросты, т.е. не всегда поселяются клубеньковые бактерии.

Наши многолетние наблюдения и полевые исследования показали, что на полевых участках, где ранее не возделывались бобовые культуры и травы, где нут высевается впервые, действительно в почве может не быть аборигенных клубеньковых бактерий тех штаммов, которые инокулируют атмосферный азот.

В таких случаях необходима предпосевная инокуляция семян или почвы специальными штаммами клубеньковых бактерий для культуры нута.

В последние годы в агротехнологической практике повышение урожайности сельскохозяйственных культур предпочтению отдается бактериальным удобрениям, биоактивным и ростостимулирующим препаратам. В качестве инокулянта при выращивании зерновых культур чаще используют ризоторфин.

Из современных биопрепаратов можно рекомендовать экстрасол, альбит, циркон, ЭкоФус, Эмистим и минеральные удобрения, в которых микроэлементы находятся в хелатной форме – это Феровит (универсальный стимулятор фотосинтеза); Гуми-20М (антистрессовое, ростостимулирующее, иммуностимулирующее гуминовое удобрение с микроэлементным комплексом: В, Мо, Со, Са, Zn, Cu, Mn, J, S; экост 1/3 – биостимулятор на основе кремнеземного носителя в биологически активной форме, содержащий комплекс регулятор роста и микроэлементы: Cu, Zn, В, Mn и другие препараты.

Нельзя не сказать, что поиск наиболее эффективных биорегуляторов, новых форм микроудобрений и оптимальных способов их использования является актуальной проблемой современного растениеводства.

Известно, что кроме симбиотических микроорганизмов, усваивающих азот воздуха, существуют и свободноживущие микроорганизмы в почве, которые также являются азотофиксирующими (Г.С. Посыпанов, 1993). И наши исследования, кроме активизации бобово-ризобиального симбиоза включали приемы, направленные на улучшение почвенной среды для свободноживущих в ней микроорганизмов, обогащающих, в свою очередь, почву необходимым питанием для растений.

Методика проведения исследований. Посевной эксперимент включает варианты с предпосевной обработкой семян нута бактериальными и ростостимулирующими препаратами, а именно ризоторфином, экстрасолом, цирконом, силиплантом и эпипэкстра.

Исследования проводились на примере сорта нута Краснокутский 36.

Посев осуществляется в ранние весенние сроки обычным рядовым способом с нормой высева семян 1,2 млн штук всхожих семян на 1 га. Площадь основных делянок

108 м², учетных 72,8 м², при 4-х кратной повторности. Расположение вариантов и повторностей одноярусное, систематическое.

Для инокуляции семян можно использовать технику для протравливания или загрузки семян со шнековыми или ленточными транспортерами. В опыте инокуляцию проводили вручную, оберегая обработанные семена от прямого солнечного облучения.

Наши исследования, связанные с использованием новых бактериальных и ростостимулирующих препаратов в предпосевной подготовке семян нута, были начаты с изучения их воздействия на полевую всхожесть семян, на сохранность растений культуры, их выживаемость к уборке.

Полевой анализ процесса формирования всходов показал, что кремнийсодержащий препарат с набором микроэлементов в хелатной форме – силиплант и природная смесь гидроксикоричных кислот эхинацеи культурной в препарате – циркон обеспечили сравнительно более ранние и полевые всходы, которые превышали результаты контрольных посевов на 10,4 и 9,3 % соответственно.

Наибольшая сохранность растений опытной культуры отмечена также на делянках и предпосевной обработкой семян цирконом и силиплантом, где она составила 92,6 и 91,4 % соответственно и превышала показатели контроля на 18,9 и 16,2 % соответственно.

Количественный и весовой учет клубеньков на корнях растений нута проведен путем их обмывки их почвенных монолитов (20x20x30см) в 3-х кратной повторности с 2-х несмежных повторений (табл. 1)

Таблица 1

Симбиотическая продуктивность растений нута в зависимости от предпосевной обработки семян бактериальными и ростостимулирующими препаратами, в среднем за 2013–2015 гг.

Вариант предпосевной обработки семян	Число и масса клубеньков, в среднем на 10 растений			
	Цветение		Образование плодов	
	шт.	мг	шт.	мг
Контроль (вода)	66	725	45	218
Ризоторфин	378	5183	204	1487
Экстрасол	148	1625	96	465
Циркон	98	1076	74	342
Силиплант	114	1248	81	375
Эпин-экстра	74	812	53	245

Сравнительно наибольшей симбиотической продуктивностью выделялись опытные агроценозы с использованием в предпосевной подготовке семян специализированного бактериального удобрения – ризоторфина. По числу и массе клубеньковых образований в расчете на 10 растений вариант с ризоторфином превосходил данные контрольного посева в 5,7 и 78,7 раз соответственно.

Продолжительность активного симбиоза в посевах нута в зависимости от условий вегетации колеблется от 48 до 74 дней.

Климат степного Заволжья отличается резкой континентальностью и суровостью. В годы проводимых испытаний в отдельные периоды вегетации нута в той или иной степени проявлялись суховейные явления, что естественно отразилось на урожайности нута.

Использование биологических препаратов и ростостимуляторов в посевной обработке семян нута значительно изменило ход продукционных процессов в агроценозах культуры и повышало ее урожайность.

Предпосевная обработка семян нута биологическим препаратом экстразолом повысила урожайность культуры на 0,22 т/га или на 17,2 %.

Урожайность нута в зависимости от предпосевной обработки семян биопрепаратами и ростостимулирующими веществами (в среднем за 2013–2015 гг.)

Вариант обработки семян	Урожайность зерна		Отклонения от контроля, т/га
	т/га	%	
Контроль (вода)	1,28	100	-
Ризоторфин	1,36	106	+0,08
Экстрасол	1,50	117	+0,22
Силинлант	1,86	145	+0,58
Циркон	2,24	175	+0,96
Эпин-экстра	1,44	112	+0,16
НСР _{0,05}	0,11	-	-

Использование в предпосевной обработке семян нута силипланта обеспечило сбор зерновой продукции культуры на 0,58 т/га больше по сравнению с контрольным посевом, а наибольшую прибавку в сборе зерна бобовой культуры по сравнению с контрольным посевом обеспечила предпосевная подготовка семян с использованием циркона и в среднем за годы испытания она составила 0,96 т/га в отношении к контролю.

В свое время А.В. Кильчевский и Л.В. Хотылев говорили, что у любого растительного организма существует своя экологическая ниша, при которой вид или сорт культуры сохраняют способность к максимальной урожайности при отличном качестве продукции. К сожалению, генетические основы продуктивности и адаптивной способности растительного организма сложны и изучены еще недостаточно.

В предлагаемой нами технологии производства зерновой продукции нута с использованием биопрепаратов и ростостимуляторов в предпосевной подготовке семян значительно повышаются урожайность и конкурентоспособность создаваемых агроценозов по отношению к сорной растительности, что исключает проведение многоразовых и довольно затратных обработок почвы с использованием гербицидов.

Создаваемые фоны предпосевого удобрения в виде бактериальных и ростостимулирующих препаратов в предпосевной подготовке семян оказались экономически целесообразными. Наибольший урожай зерна нута, сформировавшийся на варианте с использованием в предпосевной обработке семян циркона, в среднем за три года испытания составил 2,24 т/га и обеспечил условный чистый доход в 17,65 тыс. руб. с га при условии рентабельности 191 %, превысив данные контрольного варианта по урожайности зерна на 0,96 т/га, условный чистый доход – на 9,97 тыс. руб./га и уровень рентабельности – почти в два раза. Сокращение материальных и трудовых затрат на создание единицы урожая особенно актуально в современных условиях, когда высокий уровень цен на сельскохозяйственные машины, энергоносители, семенной материал, удобрения и пестициды резко снижает доходность сельскохозяйственных предприятий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Германцева Н.И.* Нут – культура засушливого земледелия /Под научн. ред. Доктора биол. наук, проф., заслуж. деятеля науки РФ В.А. Крупкова. ФГОУ ВПО Саратовский ГАУ. – Саратов, 2011. – 200 с.
2. *Дорожкина Л.А.* и др. Гербициды и регуляторы роста растений: Учебное пособие / Л.А. Дорожкина, Л.М. Поддымкина. – М. : Издательство РГАУ–МСХА, 2013. – 213 с.
3. Рекомендации производству по возможному ареалу распространения перспективных сортов и гибридов основных сельскохозяйственных культур/Сост. В.И. Жужукин, В.С. Зайцев, Д.П. Волков, Е.В. Гудкова, Л.А., Ильин А. В.Краснокутская СОС) – Саратов, 2012. – С. 28–30.
4. *Субботин А.Г., Нарушев В.Б., Морозов Е.В., Башинская О.С., Беляева А.А., Шьюрова Н.Н.* Зерновые культуры // ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ. – 2015.

5. *Шевцова, Л.П.* Полевые культуры Поволжья: Учебное пособие с грифом УМО / Л.П. Шевцова, Н.И. Кузнецов и др. – Саратов: Изд-во ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ», 2004. Ч.1 – 362 с.

6. *Шевцова Л.П., Шьюрова Н.А., Башинская О.С.* Зерновые культуры Степного Поволжья // ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ. – 2015.

УДК 633.351.(470.40./43)

**Л.П. Шевцова, Н.А. Шьюрова, О.С. Башинская, А.И. Марухненко,
А.С. Бобров, А.С. Васильева**

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов, Россия.

ЧЕЧЕВИЦА ТАРЕЛОЧНАЯ – ЦЕННОЕ ЗЕРНОБОБОВОЕ РАСТЕНИЕ И ПРИЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ ЕЁ ПРОДУКТИВНОСТИ НА ЧЕРНОЗЕМАХ СТЕПНОГО ПОВОЛЖЬЯ

Аннотация. В группе зернобобовых культур чечевица тарелочная выделяется наибольшим содержанием ценных незаменимых аминокислот, микроэлементов и витаминов, которые оказывают оздоравливающее действие на человека, ослабленного тем или другим недугом.

Семена чечевицы отличаются быстрой разваримостью, легкой усвояемостью, имеют приятный вкус и особый аромат.

В далеком прошлом европейцы из семян чечевицы готовили снадобье, которое считалось панацеей от многих заболеваний.

На Руси ещё в 15 веке готовили чечевичную похлебку, которая была необычайно питательной и простой в приготовлении.

В постоянно изменяющихся погодных условиях степного Поволжья требуется корректировка агротехнологических приемов возделывания чечевицы и подбор адаптированных сортов культуры, на что собственно и были направлены наши исследования.

Ценным представителем зернобобовых культур является чечевица, которая принадлежит к ботаническому семейству Fabaceae и обладает способностью, как и другие представители этого семейства, вступать в симбиоз с клубеньковыми бактериями рода *Rhizobium* и аккумулировать азот воздуха, недоступный для других растений. В итоге такого симбиоза бобовые растения, в их числе и чечевица накапливают в бобах, семенах, листьях, стеблях и в корневой системе наибольшее количество белка. В зависимости от условий выращивания содержание белка в семенах чечевицы колеблется от 27,9 до 34,8 % [1], а полноценность самого белкового комплекса у чечевицы, как и других бобовых культур, определяется содержанием основных незаменимых аминокислот. По данным Г.С. Посыпанова [2] в семенах чечевицы содержится лизина до 22,3 г/кг сухого вещества, 21,6 г аргинина, 38,8 г лейцина, 15,8 г валина, 13,0 г фенилаланина, 9,0 г гистидина, 6,3 г цистина, 4,0 г метионина и других аминокислот, содержание которых значительно выше, чем в семенах гороха, кормовых бобах, в семенах нута и чины посевной. Следует сказать, что по содержанию основных незаменимых аминокислот белок чечевицы значительно превышает белок мятликовых культур. Так, в 1 кг семян чечевицы лизина содержится почти в 6 раз больше, чем в 1 кг пшеницы.

Многие исследователи отмечают, что в семенах чечевицы накапливается много калия, магния, фосфора, железа, что её семена богаты каротином, витаминами В₁, В₂, РР.

Содержание белка в семенах чечевицы заметно колеблется в зависимости от почвенно-климатических условий и метеорологического фактора отдельных лет. Замечено, что в годы с повышенной температурой в период налива и созревания семян содержание белка повышается. Исследования свидетельствуют, что в засушливых степных

районах накопление белка в семенах чечевицы происходит более интенсивно, чем в условиях с повышенным увлажнением.

При более поздних сроках посева чечевицы в её семенах накапливается наибольшее количество белка, о чём свидетельствуют данные Jain P.C., Pushwah D.C., Jain U.K., Индия, штат Мадхья-Прадеш [3] изменения содержания крахмала в чечевице происходят обратным образом по сравнению с колебаниями содержания белков.

Как было сказано ранее, белки чечевицы относятся к биологически наиболее ценным и состоят они, главным образом, из водо- и солерастворимых белков- альбуминов и глобулинов, питательная ценность которых высока и усвояемость организмом человека достигает 85 %. Если биологическую ценность белков молока принять за 100 %, то биологическая ценность белков чечевицы составит 75–80 %.

Жиры чечевицы относятся к группе невысыхающих или плохо высыхающих масел, их содержание – не более 2 % и сосредоточены они главным образом зародыше семян.

Зола семян чечевицы на 71 % состоит из фосфора и калия, на долю других элементов (кальций, магний, сера, железо и др.) приходится 29 %. В семенах и соломе чечевицы накапливаются и такие элементы, как марганец, медь, молибден, бор, йод, кобальт, цинк и некоторые другие, которые выполняют важную роль в процессе обмена веществ [4].

Все биохимики и исследователи едины в мнении, что семена чечевицы не содержат никаких вредных и ядовитых веществ, присущих некоторым видам люпина, вики, чины и другим бобовым культурам.

Исследования показали, что химический состав семян, чечевицы на протяжении всего периода роста и развития в чечевичном растении сравнительно мало азота. В дальнейшем развитии его содержание значительно повышается и достигает максимум в фазах бутонизации и цветения. Именно в этот период клубеньковые бактерии наиболее интенсивно фиксируют атмосферный азот. После цветения содержание азота в вегетативных органах растения заметно уменьшается.

В период созревания семян чечевицы в створках её бобов уменьшается содержание азота, сахаров и крахмала, т.е. происходит отток этих веществ в семена и для синтеза клетчатки. Зеленосемянные сорта чечевицы содержат на 2–35 больше белка, чем желтосемянные. Исследования показали, что скороспелые сорта чечевицы отличаются наибольшим содержанием белка по сравнению с позднеспелыми, однако при совпадении налива и созревании последних с высокими температурами, в их семенах накапливается больше белковых соединений, чем у ране спелых сортов.

Наиболее важным условием, оказывающим влияние на накопление белков в семенах чечевицы, является плодородие почвы, её влажность и температура. Исследователи едины в мнении, что у чечевицы, как и у других зернобобовых культур, проявляется общая закономерность: при продвижении с северо-запада на юго-восток содержание белка в семенах повышается.

В зависимости от условий выращивания происходит количественная и качественная изменчивость, как по белковому комплексу, так и по синтезу крахмалов и сахаров. Так, после цветения усиливается синтез крахмала, уменьшается количество сахаров. В процессе созревания семядоли чечевицы накапливают до 80 % глобулиновой фракции от общего количества белка.

По калорийности чечевица значительно превосходит многие продукты питания, в том числе и мясо. В Германии чечевица входит в рацион солдат бундесвера.

Академия медицинских наук, разрабатывая перечень обязательных продуктов питания, включила в него и чечевицу, указывая, что в год человек должен потреблять не менее 2–3 кг чечевицы и фасоли.

Среди большого разнообразия видов бобовых культур чечевица является одной из лучших не только в продовольственном отношении, но и наиболее ценной кормовой культурой.

Зерно чечевицы – прекрасный концентрированный корм для всех видов животных и особенно для свиней. Обычно на корм скоту используют семена мелкосемянной чечевицы зелено окрашенных сортов.

Охотно животными поедается мякина и соломенная резка чечевицы.

Высокими качествами обладают и чечевичные отходы – элеваторные и мельничные, которые по питательности не уступают чечевичной муке и превосходят овёс.

Сено чечевицы, убранное в фазе цветения, содержит до 21 % белка и по питательности не уступает виковому, клеверному и даже люцерновому.

Большинство исследователей считают, что посевы чечевицы в севообороте можно размещать после любых культур, кроме многолетних бобовых трав и зернобобовых, которые накапливают на поле специфических вредителей и болезней.

Нет смысла размещать чечевицу на засоренные участки, так как травостой её низкорослый и не может она конкурировать с сорняковыми за свет, влагу и питательные вещества.

Сама чечевица является хорошим предшественником для зерновых, пропашных и технических культур.

На полях с повышенной кислотностью и низким содержанием фосфора и калия рекомендуется высевать чечевицу на второй год после известкования и внесения фосфорно-калийных удобрений [2].

Из микроэлементов наибольшую важность представляют бор и молибден.

При выравнивании чечевицы следует применять и бактериальные удобрения для активизации её симбиотической деятельности. Наиболее эффективным инокулянтом для чечевицы является ризоторфон – культура ризобий на основе стерилизованного торфа.

Основная обработка почвы состоит из кущения стерни и зяблевой вспашки на глубину 25–27 см.

Предпосевная обработка почвы заключается в культивации, выравнивании и прикатывании, что обеспечивает равномерную заделку семян при высеве, дружные всходы и смягчает потери при уборке урожая.

Различия почвенно-климатических условий на территории данного региона требуют дифференцированного подхода и к подбору сортов культуры и всего комплекса агротехнических мероприятий по обеспечению их максимальной продуктивности.

Лучшим способом посева при производстве товарного зерна чечевицы следует признавать обычный рядовой, в семеноводческих хозяйствах, особенно в первичных звеньях семеноводства, необходимо практиковать рядовые посевы с междурядьями 30 см и широкорядные, что повышает коэффициент размножения семян и есть возможность более качественно проводить видовые прополки и экономить семенной материал.

Вопросы симбиотической деятельности чечевицы и приемов активизации этого процесса почти не изучены. Задачи наших исследователей – выявить факторы максимальной активности бобово-ризобиального симбиоза чечевицы и разработать приемы оптимизации условий их роста и развития и повышения активной симбиотической продуктивности.

В предпосевной обработке семян чечевицы использовали бактериальные препараты (ризоторфин, агат-25К и экстрасол) и микроэлементы (молибден и селенат натрия).

Закладку полевого эксперимента, учеты и наблюдения, проводимые в соответствии с требованиями методики опытного дела.

Изучаемые нами препараты способствовали лучшему поступлению элементов питания в растения, повышали всхожесть семян, снижали поражаемость растений культуры фитопатогенными микроорганизмами, что в итоге значительно повышали семенную продуктивность чечевицы.

Наибольшую полноту всходов и выживаемость растений чечевицы к уборке обеспечивали фон предпосевного фосфорно-калийного удобрения ($P_{30}K_{30}$) и предпосевная обработка семян биопрепаратом – агат-25К, где всходов в среднем за годы исследования

составила 78,6 и 76,8, а выживаемость растений к уборке – 81,4 и 78,5 % соответственно.

Применение в предпосевной обработке семян чечевицы бактериальных ростостимулирующих препаратов способствовало значительному повышению урожая зерна весьма ценной зернобобовой культуры. На вариантах с экстразолом натрия в смеси с селеном натрия и с предпосевной обработкой семян агрегатом 25К проявилась наибольшая степень реализации репродуктивного потенциала современных сортов чечевицы. Наибольший эффект в формировании корневой массы и симбиотического аппарата на корнях чечевицы проявился на фоне предпосевного фосфорно-калийного удобрения совместно с обработкой семян ризоторфином, где по сравнению с контролем числа клубеньков увеличилось более чем в два раза.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Андреев Н.Н.* Источники хозяйственно-ценных признаков для селекции чечевицы в условиях Томбовской области. / Н.Н. Андреев, В.С. Архипов // Научн.-техн. Бюл. ВИР. – 1986. – Вып. 193. – С. 55–57
2. *Субботин А.Г., Нарушев В.Б., Морозов Е.В., Башинская О.С., Беляева А.А., Шьюрова Н.А.* Зерновые культуры // ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ. – 2015.
3. *Шевцова, Л.П.* Полевые культуры Поволжья: Учебное пособие с грифом УМО / Л.П. Шевцова, Н.И. Кузнецов и др. – Саратов: Изд-во ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ», 2004. – Ч.1 – 362 с.
4. *Шевцова Л.П., Шьюрова Н.А., Башинская О.С.* Зерновые культуры Степного Поволжья // ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ. – 2015.

УДК 633.37(470:22)

Л.П. Шевцова, Н.А. Шьюрова, О.С. Башинская, А.А. Кошелев, А.А. Мельников
Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов, Россия

РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ВЫСОКОБЕЛКОВОГО ЗЕРНА ЧИНЫ ПОСЕВНОЙ НА ЧЕРНОЗЕМАХ СТЕПНОГО ПОВОЛЖЬЯ

Аннотация. Одной из важнейших проблем современного сельскохозяйственного производства является дефицит белка. В производимых нормах на 1 к. ед. приходится не более 70–76 г переваримого протеина вместо 105–110 г, обеспечивающих нормальное функционирование животных и их высокую продуктивность.

Известно, что самый дешевый, высококачественный белок можно получить выращивая зернобобовые культуры и бобовые травы.

К сожалению, доля этих культур в структуре зерновых и зернобобовых не превышает 1,3 %, тогда как научно-обоснованная их доля должна составлять 10–14 %, минимум – 6–8 %. Настоящее состояние в кормопроизводстве усложняет развитие продуктивного животноводства и исключает при этом обогащение почвы биологическим азотом.

Одно из важных направлений в решении проблемы белка в кормовых рационах животных и птицы, повышении содержания гумуса в почве – это создание высокопродуктивных агрофитоценозов зернобобовых культур и бобовых трав.

В районах засушливого степного Поволжья необходимо предпочтение отдать культурам высокоустойчивым к суховеям и засухе, наиболее полно способных использовать биоклиматические и почвенные ресурсы.

На черноземах степной зоны Саратовского Правобережья необходимо обратить внимание на чину посевную, культуру, которая отличается высокой засухоустойчивостью, способностью формировать высокие и стабильные урожаи высокобелкового зерна и зеленой массы. К тому же посевы чины не поражаются многими болезнями и не повреждаются вредителями, от которых страдают посевы гороха, фасоли, люпинов и других бобовых культур.

Цель нашей работы – создание высокопродуктивных агроценозов чины посевной с использованием ресурсосберегающих агротехнологий.

Чина посевная (*Lathyrus sativus*) – довольно древняя культура, которая была известна жителям каменного века.

Lathyrus – означает «бодрость», такое название культуре дали древние греки.

Исследователи единодушны в оценке чины посевной, считая ее одной из наиболее урожайных среди зернобобовых культур. Она нетребовательна к почвам, содержит много белка, хорошо поедается животными и благодаря обилию клубеньков на ее хорошо развитых корнях способна обогащать почву азотом, улучшать ее структуру.

Говоря о достоинствах чины посевной, нельзя не сказать, что до сего дня эта ценная зернобобовая культура не получила должного признания и территориального распространения, хотя еще в 20-х годах прошлого столетия академик Н.И. Вавилов подчеркивал возможность широкой культуры чины посевной на Юго-Востоке. Уже тогда это растение представляло большой интерес для агрономии.

В зерне чины содержится до 32,3 % белка, что намного превосходит его содержание во многих других видах бобовых культур и уступает в этом отношении лишь сое. По содержанию важнейших аминокислот (триптофана, лизина, аргинина, гистидина и др.) чина не уступает гороху, фасоли и чечевице.

Если оценивать питательность семян чины в крахмальном эквиваленте, то у чины он составляет 87, тогда как у гороха – 81, у фасоли – 75, у чечевицы – 87, но у сои – 105, т.е. и по этому показателю чина уступает лишь сое.

По данным М.Ф. Томмэ [1], чина уступает гороху по выходу кормовых единиц на 1 ц продукции, но по выходу переваримого протеина значительно превосходит его.

Белки семян чины посевной характеризуются высокой растворимостью в воде и соловых растворах и на долю водорастворимой фракции приходится 54–84 % суммарного белка.

Зерновую массу чины рекомендуют использовать на корм свиньям, коровам, овцам, кроликам и птице.

Введение в рацион до 25 % семян чины при откорме свиней на сало дает такие же результаты, как и при скармливании равного количества семян гороха.

Зеленая масса, сено, солома и мякина чины посевной являются отличным кормом для животных. Следует заметить, что в сене чины содержится 18,2–22,9 % протеина, тогда как в сене люцерны – всего 15,3 %, вики – 17 %.

В зеленой массе чины в фазу цветения накапливается до 20,1–28,7 % протеина, содержится 21–30 % клетчатки, 6–8 % золы и 45–55 % БЭВ. Следует заметить, что зеленая масса чины вплоть до созревания семян остается нежной и сочной, но нельзя умолчать о том, что во многих источниках специальной литературы есть сведения о токсическом начале в ее семенах. Природа этого явления окончательно не установлена, но опыт показывает, что введение в рацион коров и свиней 2,5–3,0 кг/гол. семян чины значительно повышает их продуктивность и не оказывает отрицательного и вредного действия.

Кроме кормового значения чина находит применение и в промышленном производстве. Ее семена – ценное сырье для получения казеина – клея высокого качества.

Многолетние данные по выращиванию чины посевной свидетельствуют о ее высокой урожайности, засухоустойчивости, о том, что в зерновой и зеленой массе накапливается больше белка, чем у гороха и вики, ее растения отрастают после скашивания.

Возделывание чины – это еще и экологически чистый способ повышения плодородия наших полей.

Несмотря на общепризнанную ценность, посевы чины никогда не были сколь-нибудь значительными и даже в периоды повышенного внимания к бобовым, посевы чины даже не учитывались статистикой. Такое положение сохранилось до наших дней, что, естественно не соответствует ценности этой культуры.

В специальной справочной литературе мы нашли сведения, что мировая площадь посевов чины посевной составляет 800 тыс. га, на территории России посевы этой зернобобовой культуры примерно 15 лет назад составляли 10 тыс. га и размещались в основном в Татарии, Башкирии, в некоторых районах Поволжья, в Челябинской области, на Северном Кавказе.

Из биологических особенностей чины нужно отметить, что это растение длинного дня, достаточно холодостойкое, страдает от переизбытка воды и легко переносит ее недостаток.

Ее посев дружно созревает и осыпается культура в меньшей степени, чем горох.

Высокая засухоустойчивость, высокая иммунность чины к болезням и вредителям привлекает исследователей, которые разрабатывают новые агротехнологические приемы, повышающие ее урожайность, улучшающие качество производимой продукции при наименьших затратах труда и средств, что и стало целью наших испытаний.

Цель наших исследований – это совершенствование технологии возделывания чины посевной на основе применения бактериальных и ростостимулирующих препаратов для повышения урожайности и симбиотической продуктивности культуры.

В задачу полевого эксперимента были включены следующие вопросы:

- изучить влияние бактериальных и ростовых препаратов на полевую всхожесть семян чины посевной и формирование густоты ее посевов;
- определить фотосинтетическую и симбиотическую деятельность чины посевной в зависимости от применения препаратов в предпосевной подготовке семян;
- установить влияние ризоторфина, экстрасола, циркона и силипланта на урожайность чины посевной и на отдельные элементы ее структуры;
- определить экономическую эффективность использования данных препаратов в технологии выращивания чины посевной.

Схема полевого опыта включала следующие варианты:

1. Контроль (предпосевное замачивание семян чины в обычной воде).
2. Предпосевная обработка семян чины ризоторфином-бактериальным препаратом, в составе которого активные клубеньковые бактерии (водная суспензия) – норма расхода 1,5 л на гектарную норму высева семян.
3. Предпосевная обработка семян чины экстрасолом – марки БисолбиСан, в составе которого 8 видов бактерий с фунгицидными и ростостимулирующими свойствами, в их числе и бактерии азотфиксирующие – до 30 кг N/га. На 1т семян расход препарата 1 л, который стоит от 150 до 170 руб. за обработку 1т семян.
4. Предпосевная обработка семян чины ростостимулирующим препаратом – циркон – это биостимулятор, состоящий из гидроксикоричных кислот – кофейной, цикорневой и хлорогеновая, выделенных из растительного сырья эхинацеи пурпурной. Препарат активизирует процессы роста, корнеобразования, обладает антивирусным, антигрибным и антибактериальным действием. Семена замачивали на 4–6 часов из расчета 2 мл препарата на 20 л воды и эта порция на 1т семян.
5. Обрабатывали семена чины перед посевом силиплантом – это кремнийсодержащее удобрение с микроэлементами – Fe, Mg, Mn, Cu, Zn, Mo и Co в доступной форме для растений. Препарат стимулирует развитие корневой системы и надземной биомассы, повышает фотосинтез, регулирует водный обмен, усиливает прочность растительных тканей, снижает поражаемость растений вредителями и болезнями.

Для обработки семян норма расхода 60 мл/т – готовили водный раствор для замачивания семян.

Объектом исследования была чина посевная сорт Рачейка.

Методика и условия проведения полевого эксперимента. Закладка полевого опыта проведена на территории КФХ «Королев» Новобурасского района. Это северная правобережная микрizona Саратовской области, которая характеризуется умеренно засушливым климатом. Почва – южный чернозем с содержанием гумуса в пахотном горизонте 4,8–5,4 %.

Посев проводили в самые ранние весенние сроки, ручной с междурядьями 0,30 м, с площадью делянок 10,8 м² (0,9×12) м, в 4-х кратной повторности. Норма высева 0,8 млн штук всхожих семян на 1 га – что составляет 24 шт. семян на 1 погонный м.

Результаты исследований показали, что наибольшей полевой всхожестью отличались посевы чины на вариантах с обработкой семян силинлантом и цирконом. В среднем за 2014–2015 гг. полевая всхожесть на данных вариантах превышала показатели контрольных посевов (замачивание семян в обычной воде) на 18,4 и 21,8 % соответственно.

Более продолжительная вегетация характеризует посеы чины с использованием в предпосевной обработке семян экстрасола, где она составила 108 дней, на вариантах с силинлантом – 110 дней и при отработке семян цирконом 109 дней, тогда как на делянках контрольного варианта – 99 дней от посева до созревания семян.

Следует отметить, что на вариантах с цирконом и силинлантом формировались более высокорослые растения чины посевной. По числу ветвей 1 порядка, по количеству листьев на растении, по образовавшейся биомассе в расчете на одно растение преимущество было на стороне использования в предпосевной обработке семян силиланта, где индекс листовой поверхности составлял 4,88 м²/м², на варианте с цирконом – 3,81 м²/м², тогда как на контрольных посевах – 2,65 м²/м².

На формирование симбиотического аппарата на корнях чины наибольшее влияние оказал ризоторфин, где в расчете на 1 растение в фазу цветения и появления бобов в нижнем ярусе растений насчитывалось до 36,7 штук клубеньков с их массой больше 106,5 мг, тогда как на контрольных посевах 12,5 штук с массой 18,8 мг.

Использование экстрасола и циркона в предпосевной обработке семян чины также активизировали симбиотическую деятельность культуры.

Анализируя элементы структуры урожая, следует отметить, что варианты с силинлантом, цирконом и экстрасолом обеспечивали наибольшую сохранность продуктивных растений изучаемой культуры к уборке урожая по сравнению с контрольными посевами и формирование наибольшего урожая семян. Так в условиях 2014 г. он составил 1,75 т/га на варианте с силинлантом и превышал контрольные показатели почти в 2 раза.

В условиях 2015 года, более благоприятного по водообеспеченности урожайность зерна чины на фоне силиланта составила 2,53 т/га, или в 1,75 раз уступала опытному варианту.

Использование бактериальных и ростостимулирующих препаратов в агротехнологии чины посевной обеспечивает наибольший условный чистый доход с 1 га (до 19953 руб. с 1 га) с уровнем рентабельности до 572 %.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бактериальные удобрения /под ред. Е.Ф. Березовой, Л.М. Доросинского. – М.-Л.: Изд-во с.-х. литературы, журналов, плакатов, 1961. – 406 с.
2. Биология развития культурных растений. /Под ред. Ф.М. Куперман. – М.: Высшая школа. – 1982. – 343 с.
3. *Вавилов Н.И.* Проблемы новых культур / Н.И. Вавилов. – М.Л., 1932. – С. 58–64.
4. *Вавилов, П.П.* Растениеводство/П.П. Вавилов. – М.:Колос,1981. – С. 163–198.

5. Жуковский П.М. Культурные растения и их сородичи/П.М. Жуковский. – М.: Колос, 1967. – С. 661–667.
6. Жученко, А.А. Адаптивное растениеводство/А.А. Жученко. – Кишинев: Штиинца, 1990. – 431с.
7. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур/ Госагропрос СССР. – И.; 1989. – С. 39–54.
8. Опытное дело в полеводстве. /Под ред. Т.Ф. Никитенко. – М: Россельхозиздат, 1982. – 188 с.
9. Радченко, Е.В. Чина в степном Поволжье /Е.В. Радченко, Л.П. Шевцова//ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2009. – 152 с.

УДК 635.555

Л.П. Шевцова, Н.А. Шьюрова, О.С. Башинская, В.С. Морев, В.Г. Белокобыльский
Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов, Россия

ДОСТОИНСТВА КУЛЬТУРЫ СОИ И РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ СОЗДАНИЯ ВЫСОКОПРОДУКТИВНЫХ ЕЁ АГРОЦЕНОЗОВ

Аннотация. Одной из насущных проблем современного аграрного производства является белковый дефицит и разрешение этой проблемы должно осуществляться путем максимального использования «биологического азота», т.е. за счет расширения посевных площадей и повышения урожайности культуры азотособирателей.

В Швеции недостаток кормового белка восполняется за счет увеличения посевных площадей многолетних бобовых трав, в США проблема белкового дефицита решается путем расширения видового разнообразия многолетних и однолетних бобовых культур, отдавая предпочтение люцерне и сое.

В нашей стране полевые сельскохозяйственные культуры являются самыми доступным и дешевым источником продовольственного и кормового белка. Однако, до сего дня, на высокобелковые бобовые и зернобобовые культуры, имеющие полноценный и дешевый белок, приходится наименьшая доля производимого растительного белка. Так, доля злаковых культур в производстве белка составляет более 40 %, тогда как доля бобовых и зернобобовых культур и трав составляет не более 2,4–3,1 %, а некоторых регионах значительно меньше.

По данным Исаева А.П. и Платонова А.М. (1), удельный вес зернобобовых культур в общей посевной площади сельскохозяйственных культур должен составлять не менее 10–14 %.

Ученые Саратовского ГАУ, НИИСХ Юго-Востока, ВолжНИИГиМ и других научных учреждений и остальных мелиоративных станций Поволжья утверждают, что проблему растительного белка необходимо решать в первую очередь за счет расширения посевов бобовых культур и бобовых трав, отдавая предпочтение на полевых землях такой культуре как соя.

Соя (*Glucine hispida L.*) по кормовой и симбиотической ценности среди источников растительного белка, по универсальности использования не имеет себе равных, что связано с химическим составом её семян, содержащихся до 30–50 % полноценного белка, сбалансированного по аминокислотам, накапливается до 17–27 % жира.

Фосфатиды, которые содержатся в семенах сои, выполняют важную физиологическую роль в нашем организме: входят в состав клеточных структур головного мозга, участвуют в обмене веществ, содержатся в нервных клетках.

В зерне и зеленой массе сои содержится наибольшее количество кормовых единиц (Калиберда К.П., Губанов П.Е., Рузенко В.И.) – 2.

По данным ученым ВолжНИИГиМ, в 1 кг зерна сои содержится 1,31–1,47 к. ед., 275–338 г переваримого протеина.

Сорта сои, созданные селекционерами Ершовской опытной станции, удачно сочетают скороспелость с высокой продуктивностью, устойчивы к заболеваниям, хорошо приспособлены к механизированной уборке.

Следует подчеркнуть, что сорта сои, созданные на Ершовской опытной станции орошаемого земледелия НПО «Элита Поволжья», отличаются высокой экологической пластичностью и легко адаптируются в различных запальных условиях.

Возделывание сои способствует улучшению водно-физических свойств почвы, поскольку корневая система культуры способна усваивать труднодоступные питательные вещества из глубоких почвенных горизонтов, а благодаря симбиозу с клубеньковыми бактериями растения культуры фиксируют азот из воздуха, что окупает затраты, связанные с производственной ценной высокобелковой культурой. К тому же соя является ценным предшественником в севооборотах на орошаемых землях засушливого Поволжья.

В 80-е годы прошлого столетия неоднократно принимались меры по увеличению производства сои в Поволжье, благодаря которым немалый опыт в формировании высоких урожаев культуры, особенно на орошаемых землях. Так на полях Госплемптицезавода «Маркс» Марковского района средний урожай зерна сои составляет 2,6–2,7 т/га и 23,4 т/га зелёной массы. Ранее было отмечено, что соя является не только источником белка, но она богата жиром, в состав которого входит триглицериды и липоидные вещества.

Фосфолипиды сои увеличивают детоксикационную способность печени, обладают антиоксидантной активностью, у диабетиков снижают потребность в инсулине, предотвращают дегенеративные изменения в нервных клетках, мышцах, укрепляют капилляры.

В соевом зерне содержится целый ряд ценных витаминов, макро- и микроэлементов и нельзя не заметить, что соя является одной из сельскохозяйственных культур, над которыми проводятся генетические исследования и ГМ-соя (генетически модифицированная) входит в состав наибольшего числа производимых продуктов. В России возделывание ГМ-сои, как и других ГМ-растений, запрещено.

Торговля зерном сои и продуктами его переработки в настоящее время имеет большое экономическое значение и доля экспорта и импорта этой культуры преобладает в торговле.

В условиях засушливых и в районах с недостаточным увлажнением посева сои следует размещать на орошаемых землях и проводить вегетационные поливы в соответствии с потребностями культуры и состоянием почвы по влагообеспеченности.

Замечено, что растения сои отрицательно реагируют на воздушную засуху, особенно в период цветения и плодообразования.

Элементы питания соя потребляет в течение вегетации весьма неравномерно и наибольшая потребность в них отмечена в период цветения и формирования бобов. Недостаток элементов сказывается на урожайности сои.

В нашей стране наибольшее распространение имеют скороспелые, среднеспелые и ультраскороспелые сорта. При выращивании сои на зерно следует использовать только рекомендуемые сорта, занесенные в Государственный реестр по региону или по конкретной зоне.

В условиях Саратовской области для возделывания рекомендованы сорта селекции Ершовской опытной станции орошаемого земледелия – это Соер 3, Соер 6, Соер 7, Ес 8003 и ВНИОЗ-31.

Цель исследований – изучить возможность повышения продуктивности сои путем использования в предпосевной обработке семян бактериальных препаратов и стимуляторов роста.

Полевой эксперимент был проведен на опытном поле СГАУ в 2012–2014 гг. Это центральная левобережная микроразона Саратовской области, которая отличается очень засушливым теплым климатом.

Гидротермический коэффициент по микроразоне составляет 0,5, а число дней с суховеями колеблется от 25 до 28. Сумма температуры за период активной вегетации колеблется от 2800 до 3000°.

Почвенный покров темно-каштановые почвы с содержанием гумуса от 3 до 4,5 %.

Погодные условия в период проведения эксперимента складывались вполне типично для района с резко-континентальным климатом.

Методика исследований.

Объектом изучения были сорта сои Соер 4 и Соер 7 и бактериальные препараты: ризоторфин и экстрасол, а в качестве стимулятора роста был взят препарат – цирком (0,04 мл на 100 мл воды с расходом рабочей жидкости 100 мл на 1 кг семян). Учебная площадь делянки 10 м² при 5-кратной повторности. Посев на опытном участке проводился в 1 декаде мая с нормой высева семян сои 600 тыс. шт. всхожих семян на 1 га. Посев широкорядный с шириной междурядий 45 см.

Результаты исследования. Использованные нами бактериальные препараты и стимуляторы роста в предпосевной подготовке семян заметно повысили полевую всхожесть семян сои. На вариантах с экстрасолом и цирконом полевая всхожесть оказывалась значительно выше (74,1 и 81,1 %), чем на контрольных посевах и делянках с обработкой семян ризоторфином (62,9 и 66,6 %).

Наибольшей сохранностью растений сои к уборке урожая отличались агроценозы сорта Соер 7, где на варианте с цирконом она составила 91,7 %, превышая контрольный посев в этом отношении на 5,3 %.

Результаты инокуляции семян сои ризоторфином, экстрасолом и обработка их цирконом заметно проявились в фазе цветения: значительно увеличилось количество клубеньков на корнях сои, возросла их масса, значительно повысились показатели общего (ОСП) и активного (АСП) симбиотического потенциала, особенно на вариантах с экстрасолом и цирконом.

Наибольшей продуктивностью по числу бобов, семян и их массы отличались растения сои на варианте с предпосевной обработкой семян цирконом и экстрасолом. В итоге наибольшей урожайностью зерна отличались посевы сои с предпосевной обработкой семян цирконом и экстрасолом (табл. 1).

Таблица 1

Урожайность зерна сои в зависимости от предпосевной обработки семян бактериальными и ростостимулирующими препаратами (в среднем за 2012–2014 гг.)

Вариант опыта	Урожайность зерна, т/га	
	Соер 4	Соер 7
Контроль	1,37	1,57
Ризоторфан	1,72	1,94
Экстрасол	2,01	2,26
Циркон	2,45	2,58
НСР ₀₅	0,05	0,04

Заключение. Изучаемые нами бактериальные и ростостимулирующие препараты, используемые в предпосевной обработке семян сои, экономически целесообразны, так как обеспечивают значительное повышение урожайности и обеспечивают высокий условный чистый доход при высоком уровне рентабельности.

Наибольший экономический эффект был получен на варианте с использованием в предпосевной обработке семян ростостимулятора циркона. Условный чистый доход на данном варианте опыта по Сорту Соер 4 составил 23,52 тыс. руб. с 1 га при уровне рентабельности 400, а по сорту Соер 7 – 24,68 тыс. руб. и 393 % соответственно.

В современных экономических условиях производства сельскохозяйственной продукции уровень данных показателей почв важен для стимуляции производства таких ценных зернобобовых культур, как соя, нут, горох, чечевица и фасоль.

Таким образом, соя – это одна из наиболее ценных зернобобовых культур по уникальному химизму зерна, экономической и хозяйственной выгоде его производства.

В условиях центрального сухостепного Заволжья созданы ценные сорта этой культуры: Соер 1 (1990 г.), Соер 3 (1993), Соер 4 (1998), Соер 6 (2001), Соер 7 (2002) и другие, занесенные в государственный реестр, разработана современная ресурсосберегающая технология выращивания сои на зерно и кормовую массу.

Использование в предпосевной обработке семян сои бактериальных и ростостимулирующих препаратов – ризоторфина, экстросола и циркола способствовало повышению полевой всхожести семян, развитию наиболее продуктивных растений, активизации фотосинтетической и симбиотической их деятельности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агробиологические основы выращивания сельскохозяйственных культур – Учебное пособие: 2-е изд./По общей ред. Н.И. Кузнецова [и др.] – Саратов: СГАУ – 2003. – 260 с.
2. *Доспехов, Б.А.* методика полевого опыта. – М.: Агроаромиздат, 1985 – 351 с.
3. Государственный реестр сельскохозяйственных достижений, допущенных к использованию – М.: МСХА ВБ – 2011 – 211 с.
4. *Субботин А.Г., Нарушев В.Б., Морозов Е.В., Башинская О.С., Беляева А.А., Шьюрова Н.А.* Зерновые культуры // ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ. – 2015.
5. Технология возделывания сои/ Рекомендации М.Н. Мордвинцев, С.М. Соколов. – НИ-ИСХ Юго-Востока – 1999. – 12 с.
6. *Шевцова, Л.П.* Полевые культуры Поволжья: Учебное пособие с грифом УМО / Л.П. Шевцова, Н.И. Кузнецов и др. – Саратов: Изд-во ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ», 2004. – Ч.1 – 362 с.
7. *Шевцова Л.П., Шьюрова Н.А., Башинская О.С.* Зерновые культуры Степного Поволжья // ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ. – 2015.

УДК 633.2/3:631

***Н.А. Шьюрова, Л.П. Шевцова, О.С. Башинская, Т.С. Ташкинова,
С.А. Шукин, В.С. Симонова***

Саратовский государственный аграрный университет имени Н. И. Вавилова,
г. Саратов, Россия

ЧУМИЗА - ЦЕННАЯ КУЛЬТУРА МНОГОСТОРОННЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ЕЁ ВЫСОКОЙ УРОЖАЙНОСТИ

Аннотация. Чумиза (*Setaria italica*) – однолетнее хлебное растение из семейства злаковых. Растение родственно с могоаром, от которого отличается более крупной лопастной метелкой, большей высокорослостью растений и грубостебельностью.

Ключевые слова: мелкое пшено, холодовыносливость, вегетативная масса, биологический потенциал, обрубленное зерно.

Русское название чумиза получила от китайского слова «сяо-ми-тза», что значит мелкая крупа или мелкое пшено.

Семя зерновки овальной формы, плоское со стороны рубчика и выпуклое со стороны зародыша.

Эндосперм зерновки у большинства сортов восковидный или полумучнистый, реже кремнистый или стекловидной консистенции.

В 50-тых годах прошлого столетия из Китая в нашу страну были завезены большие партии семян чумизы, которые послужили материалом для создания отечественных сортов культуры.

По отношению к теплу чумиза является относительно теплолюбивым и позднеспелым растением. Наибольшее распространение имеют сорта чумизы, у которых потребность в тепле от всходов до созревания колеблется от 1900 до 2400 °С. Теплолюбивость культуры, большинства её сортов, находится в пределах 16–18 °С тепла, в то же время есть сорта, которые по холодовыносливости превосходят обыкновенное просо.

По требованию к влаге в период роста и развития чумиза ближе всего стоит к кукурузе и просу, то есть легко мирится с временным недостатком влаги в почве и весьма отзывчива на всякое дополнение увлажнения, особенно в период активного роста растений.

Для набухания и прорастания семян чумизе требуется 33–35 % от воздушно-сухого состояния семян. В дальнейшем, с нарастанием вегетативной массы, потребность в воде возрастает и наибольшей величины достигает в период выметывания соцветий. По засухоустойчивости чумиза уступает суданской траве, сорго, хотя и развивает достаточно мощную корневую систему. Исследователи, работающие с чумизой, не рекомендуют загущать её посевы, поскольку почвенная засуха в наибольшей степени снижает продуктивность культуры.

В нашей работе описаны значение культуры, её некоторые биологические особенности и опыт формирования наивысшей урожайности зеленой массы и зерновой продуктивности чумизы в степном засушливом Поволжье.

Чумиза, итальянское, китайское или головчатое просо является ценной и перспективной культурой для засушливого степного Поволжья, что обусловлено весьма высоким биологическим потенциалом растения, универсальностью его использования, неприхотливостью к условиям произрастания, отличными кормовыми достоинствами зерна и зеленой массы.

Урожайность зерна чумизы в условиях сухостойного Поволжья на темно-каштановых почвах достигает 2,8–3,2 т/га и более, а урожайность зеленой массы 25,2–28,4 т/га. К сожалению, эта уникальная культура мало распространена и в большинстве случаев её урожайность в производственных посевах далеко не соответствует её биологическому потенциалу.

Как крупяную продовольственную культуру чумизу с давних пор возделывают в Корее, Китае, Индии, Монголии, Японии и многих других странах.

Из европейских стран чумизу возделывают в Италии, Венгрии, Греции, Румынии, Испании и Португалии.

В России сравнительно значительные посевы чумизы были сосредоточены на Дальнем Востоке. Её обрубленное зерно использовали для приготовления крупы, муки, а необрубленное – в качестве сырья для спиртовой и пивоваренной промышленности.

В зерне чумизы содержится 13–15 % сырого протеина, 60–65 % крахмала, 5–8 % жира, в её крупе обнаружены витамины В₁, В₂, Е и провитамин А (каротин), которого в зерне чумизы значительно больше, чем в просе. Из муки чумизы готовят отличные блинчики и оладьи, её добавляют к пшеничной и ржаной муке при выпечке хлеба, из неё готовят макароны, галеты и сладости.

Зерно чумизы прекрасный корм для птицы, а размолотое зерно – хороший концентрированный корм для скота.

В 100 кг зеленой массы чумизы содержится 2,5 кг переваримого протеина, 1,3 кг кальция, 1 кг фосфора, 1500 мг каротина и 17 к. ед.

Животные охотно поедают солому чумизы, птица – зерно. Это очень пластичная культура, которая хорошо приспосабливается к самым разнообразным почвенно-климатическим условиям. Она отличается большим коэффициентом семенного разложения, а урожаем зеленой массы достигают 40,0 т/га, а сена до 12,0 т/га и более.

Нельзя не отметить и некоторые особенности культуры – позднее созревание. Нередко на сено её приходится убирать в августе, когда перепадают дожди, а сочные стебли культуры сохнут с трудом.

На землях Саратовской опытной станции (ныне НИИСХ Юго-Востока) урожай её зеленой массы колеблется от 18,3 до 19,1 т/га, или 4,7–5,7 т/га сена.

Цель наших исследований – разработать и обосновать прием использования ростостимулирующих препаратов в предпосевной обработке семян и создание её поливидовых посевов в условиях сухостойной зоны Саратовского Заволжья.

Методика исследования. Экспериментальная работа выполнена на территории ООО «Александрия» Краснокутского района Саратовской области.

Почва опытного участка – темно-каштановая, среднетяжелая, тяжело-суглинистого гранулометрического состава с содержанием гумуса в пахотном слое 2,6–3,05 %, гидролизуемого азота 3,0–3,5 мг, подвижного фосфора – 2,2–4,4 мг на 100 г почвы, доступного калия – 35 мг на 100г, рН – 7,4.

Погодные условия отличались существенным разнообразием, но в целом они были характерными для сухостепного Саратовского Заволжья.

В качестве объекта исследования испытание проводили на примере сорта чумизы Стачуми 1.

Опыт по изучению влияния бактериальных и ростостимулирующих препаратов на продуктивные процессы и урожайность чумизы включал следующие варианты: контроль (семена, обработанные водой), семена обработанные экстраксом, семена обработанные селенатом натрия, молибденом и вариант с обработкой семян экстраксом + селенат натрия + молибден.

Полевые испытания проводили в 4-х кратной повторности с учетной площадью делянок 25 м². Семена чумизы за 16–18 часов до посева обрабатывали 0,05 % водным раствором молибдена аммония, селенатом натрия с концентрацией 10⁻⁶ % и экстраксом с концентрацией 1 % из расчета 2 л раствора на 1 т семян.

Полевые опыты сопровождали фенологическими и биометрическими наблюдениями по методике Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур 1985 г. Наблюдения за динамикой плодообразования проводили по методике Н. Н. Кулешова [1], учет биологической урожайности – методом пробных снопов, с пересчетом данных на кондиционную влажность и 100 %- ную чистоту.

Результаты исследований. На международной научно-практической конференции по интродукции нетрадиционных и редких сельскохозяйственных растений академик РАСХН В.С. Шевелуха [2] заявил, что идеал фитохимии будущего – это создание малотоксичных, экологически чистых препаратов, которые были бы эффективны в гектарных дозах, измеряемых граммами и миллиграммами.

Действительно, в последующие годы резко возросло значение защитно-стимулирующих препаратов, регуляторов роста растений и биологически активных веществ, применяемых в обработке семян и растений в целях увеличения урожайности, повышения качества производимой продукции и устойчивости растений к различным повреждающим факторам.

При дефиците минеральных удобрений возрос интерес к биологическим препаратам ассоциативных азотофиксирующих микроорганизмов.

Исследователи Умаров М.М. [3], Бердников В.В [4], Карпова Л.В. и Фамин Н.М. [5], Корягин Н.В. [6] и многие другие установили высокую отзывчивость многих видов сельскохозяйственных культур на предпосевную бактеризацию семян.

В схему наших опытов был включен бактериальный препарат экстрасол, включающий чистую культуру различных живых бактерий, которые попадая в почву, активно размножаются и колонизируют ризосферу растения, стимулируя рост и его продуктивность.

В работах Фомина Н.М (1999), Карповой Л.В. (2000) указывается, что почвенные микроорганизмы продуцируя минеральные и органические кислоты, ферменты, помогают растениям культурных растений усваивать из почвы соединения ранее для них недоступные.

Влияние экстрасола на многие виды сельскохозяйственных культур, в их числе и на чумизу, ещё не изучено.

В схему полевого опыта нами был включен и ультра микроэлемент селен, который принимает участие в биохимических процессах, в регулировании физиологических эффектов при использовании, как и других микроэлементов в малых дозах.

Профессор Блинохватов [7] указывает, что максимальная потребность растений в селене проявляется в стрессовых условиях – засуха, засоленность или повышенная кислотность почв.

За 16–18 часов до посева мы обрабатывали семена чумизы и 0,05 % -ным водным раствором молибдата аммония (рекомендации сотрудников кафедры физиологии растений и экологии Ульяновской ГСХА).

Обработку семян проводили вручную, хотя на практике этот прием можно механизировать применением техники, приспособленной для протравливания семян.

В ходе проведения учётов наблюдений была выявлена закономерность в повышении полевой всхожести и выживаемости растений к периоду созревания. Наилучшие результаты в этом отношении обеспечивала обработка семян чумизы экстрасолом в сочетании с селенатом натрия и молибдата аммония. В нашем полевым эксперименте обработка семян экстрасолом и микроэлементами в чистом виде и в сочетании с биопрепаратом внесла заметные положительные изменения в фотосинтетическую деятельность изучаемой культуры.

Максимальная величина листовой поверхности в посевах чумизы отмечена на варианте с предпосевной обработкой семян экстрасолом в сочетании с селенатом натрия и молибдатом аммония, где она составила 35,8 тыс. м²/га, превышая результаты контрольного посева на 25,6 %.

На посевах данного варианта сформировался и более высокий урожай зеленой массы чумизы, он составил в среднем за годы исследования 22,6 т/га, превышая данные контрольных посевов в опыте на 33,0 %.

На вариантах с предпосевной обработкой семян биопрепаратом и микроэлементами в чистом виде или в сочетании, прирост урожая зерна происходил за счет увеличения числа продуктивных стеблей и продуктивности последних (табл. 1).

Анализ структуры урожая чумизы по вариантам опыта показал, что наибольший урожай зерновой продукции сформировался на посевах с использованием экстрасола, как в чистом виде, так и в сочетании с микроэлементами.

Масса 1000 зерен – это природный, сортовой признак, и в опыте проявляется наибольшая стабильность этого показателя.

Расчёты показали, что варианты сравнительно продуктивных агроценозов чумизы являются энергетически эффективными и рекомендуемые нами агротехнические приемы создания высокопродуктивных зерновых агрофитоценозов чумизы энергетически малозатратные и экономически эффективные, они вполне приемлемы для более широкого освоения в условиях сухостепного Заволжья.

Урожай зерна чумизы и элементы его структуры в зависимости от предпосевной обработки семян экстразолом и микроэлементами, в среднем за годы испытания.

Вариант обработки семян	Урожай зерна, т/га	Число продуктивных стеблей на 1 м ²	Масса зерен с 1 метелки, г	Масса 1000 зерен, г
Контроль (вода)	1,58	155	1,02	1,60
Экстрасол	1,84	166	1,12	1,65
Селенат Na	1,73	160	1,08	1,63
Молибден	1,62	158	1,03	1,61
Экстрасол + селенат Na + молибден	1,88	171	1,11	1,65
НСР 0,05	0,10	0,06	0,09	0,04

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шевелуха В.С. Рост растений и его регуляция в онтогенезе. – М. : Колос. – 1992. – 598 с.
2. Бердников В.В. Эффективность биопрепаратов на посевах яровой пшеницы // Бюлл. ВНИИ удобрений и агропочвов. – 2001. – №115. – С. 117
3. Субботин А.Г., Нарушев В.Б., Морозов Е.В., Баишинская О.С., Беляева А.А., Шьюрова Н.Н. Зерновые культуры // ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ. – 2015.
4. Корягин Н.В. Применение биологических бактериальных препаратов группы экстрасол в условиях Пензенской области // Сб. материалов 2-ой Международной научной конференции. – Пенза. – 2004. – С. 18–19.
5. Блинохватов А.Ф. и др. Селен в биосфере / Ф.Ф. Блинохватов, Г.В. Денисова, Д.Ю. Ильин и др. – Пенза. РИО ПГСХА, 2001. – 324 с.
6. Шевцова Л.П., Шьюрова Н.А., Баишинская О.С. Зерновые культуры Степного Поволжья // ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ. – 2015.
7. Шевцова Л.П., Шьюрова Н.А., Баишинская О.С. Особенности адаптивной технологии выращивания чумизы в одновидовых и бинарных агроценозах в сухостепном Поволжье. – Саратов: Вавиловские чтения. – 2015. – С. 76–78.

УДК: 633.1

О.А. Щуклина, И.В. Милосердов, М.А. Бруслова, В.В. Кожевников

Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А.Тимирязева, г. Москва, Россия

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОГО ВНЕСЕНИЯ УДОБРЕНИЙ В ПОСЕВАХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Аннотация. В статье описываются методы сбора первичной информации для расчета и последующего внесения дифференцированного внесения удобрений. А также опыт по дифференцированному внесению подкормки азотными удобрениями осуществленный в ООО Курск-Агро (Курская область), благодаря которому были получены прибавки урожайности озимой пшеницы от 0,99 до 1,22 т/га (по сравнению со сплошным способом внесения).

Ключевые слова: подкормка, дифференцированное внесение удобрений, беспилотные летательные аппараты, аммиачная селитра, точное земледелие, удобрения, агрохимическое обследование.

Новые технологии активно приходят в сельское хозяйство. Одни направлены на получение высокой урожайности при сокращении затрат на производство единицы продукции, другие на бережное отношение к окружающей среде, некоторые из них сочетают в себе несколько положительных направлений. Дифференцированное внесение минеральных удобрений получило распространение благодаря развитию технических возможностей в сельском хозяйстве [1]. Так как для того чтобы определить зоны дифференциации необходимо получить первичные данные, на основании которых будет производиться корректировка дозы вносимых удобрений. В настоящий момент удобрения вносят дифференцированно по данным полученным несколькими способами. Один из них, наиболее точный это предварительный отбор проб почвы и проведение их анализа в агрохимической лаборатории. Перед этим определяется площадь элементарного участка, которая зависит от пестроты поля по почвенному плодородию, дальше составляется карта-задание, согласно которой и вносятся удобрения. Распространение этого способа внесения, способствовало в первую очередь доверие агрономов к агрохимическому обследованию полей, а также производство специальных пробоотборников, которые могут отбирать пробы в автоматическом режиме с координатной привязкой к местности. По результатам такого анализа можно вносить дифференцированно, как основные удобрения, так и подкормки. Но он требует затрат времени на анализ полученных образцов.

Еще одним способом для расчета дозы дифференцированного внесения удобрений является обследование полей с помощью спутников или беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). Данные полученные таким способом можно преобразовывать в карты NDVI. Так называемый вегетационный индекс NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) позволяет оперативно оценить состояние посевов в день обследования, сравнить полученные данные с предыдущими датами обследований, рассчитать необходимые корректировки для внесения подкормки, построить карты-задания и внести необходимые дозы на определенных участках. Этот способ в основном используется для внесения корневой и внекорневой подкормки азотными удобрениями.

Подкормки, внесенные по результатам, полученным с помощью БПЛА, в ООО «Курск-Агро» (ГК «Продимекс») в Курской области позволили получить прибавки урожайности на озимой пшенице, составившие на разных предшественниках от 0,99 т/га (предшественник горох) до 1,22 т/га (предшественник ячмень). Дифференцированное внесение азотных удобрений в этом случае было осуществлено благодаря сотрудничеству с компанией, осуществляющей аэрофотосъемку и благодаря наличию оборудования и техники для дифференцированного внесения. Эффективное развитие этого направления в сельском хозяйстве будет осуществляться только при подобном сотрудничестве и успешном развитии технологий точного земледелия.

Сычев В.Г. Роботизация агротехнологий возделывания сельскохозяйственных культур/В.Г. Сычев, Р.А. Афанасьев, Е.В. Березовский, О.А. Щуклина, И.Л. Ермолов // Материалы Всероссийского совещания научных учреждений участников Географической сети опытов с удобрениями. – М.: ВНИИА, 2016. – С. 257–266.

УДК 332.334.4

И.С. Гагина¹, А.Г. Нарожняя²

¹Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов, Россия

²Белгородский государственный национальный исследовательский университет,
г. Белгород, Россия

РАЗРАБОТКА МАКЕТА ПАСПОРТА ПЛОДРОДИЯ ЗЕМЕЛЬНОГО УЧАСТКА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДИЙ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ УПРАВЛЕНИЯ

Управление земельными ресурсами, как самостоятельное научное направление, изучающее данную сферу деятельности человека, стало складываться в 60-е годы прошлого столетия [1, 5].

На уровне поля и сельскохозяйственного предприятия субъектом управления является собственник, землевладелец и землепользователь. Цель его управления – использование земли в качестве средства производства в сельском хозяйстве для получения дохода и коммерческой прибыли, с учётом ограничивающих факторов – поддержание воспроизводства плодородия почв и благоприятного экологического состояния землепользования. В соответствии с этими целями решаются следующие задачи: выбор выращиваемых культур, организация севооборота, выбор технологии возделывания, внесение удобрений, мелиоративные мероприятия (посадка лесополос, орошение, осушение) [1, 4].

В условиях рыночной экономики вопрос что производить (виды выращиваемых культур) решает землевладелец, землепользователь, а государственные и муниципальные органы могут только опосредованно влиять на этот процесс с помощью экономических механизмов (субсидий, адресной помощи) и мероприятий по государственному земельному надзору.

Паспорт качества почв земельного участка земель сельскохозяйственного назначения – это документ, характеризующий уровень почвенного плодородия почв земельного участка, его изменение в процессе сельскохозяйственного использования, а также необходимые характеристики для внутрихозяйственного землеустройства на эколого-ландшафтной основе. Перечень показателей состояния плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения определены приказом Министерства сельского хозяйства РФ от 04.05. 2010 г. «Об утверждении порядка государственного учета показателей состояния плодородия земель сельскохозяйственного назначения». Помимо этого в нем могут отражаться и другие агроэкологические характеристики, а также изменения в площади, правовом режиме, смена собственника, пользователя, арендатора.

Паспорт качества почв земельного участка оформляется за счет средств собственников, землевладельцев, землепользователей, арендаторов. Организацию работ по изготовлению паспортов и их выдачу осуществляют специально уполномоченные федеральные государственные учреждения (центры и станции агрохимической службы), федеральные государственные учреждения сельскохозяйственной радиологии, подведомственные Минсельхозу Российской Федерации на основе правоустанавливающих документов и учетных данных, полученных при проведении почвенных, агрохимических, фитосанитарных, эколого-токсикологических обследований земель сельскохозяйственного назначения.

Организацию мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения и формирование информационной базы данных по плодородию почв осуществляют Министерство сельского хозяйства Саратовской области с помощью федеральных государственных учреждений центров, станций агрохимической службы, центров химизации и сельскохозяйственной радиологии, а также организаций, которые аккредитованы в области оценки состояния плодородия почв с занесением результатов в Паспорт плодородия почв земельного участка и Реестр качества почв земель сельскохозяйственного назначения.

На основе мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения формируется полная и достоверная информация о состоянии и динамике плодородия земель сельскохозяйственного назначения Саратовской области.

Постановлением Правительства РФ от 22 июля 2011 г. N 612 утверждены критерии существенного снижения плодородия земель сельскохозяйственного назначения. Существенным снижением плодородия земель сельскохозяйственного назначения является изменение числовых значений не менее 3 следующих критериев, причиной которого стало использование земель с нарушением установленных земельным законодательством Российской Федерации требований рационального использования земли:

- снижение содержания органического вещества в пахотном горизонте на 15 процентов или более;
- снижение кислотности в кислых почвах (pH_{kcl}) на 10 процентов или более;
- повышение щелочности в щелочных почвах (pH_{H_2O}) на 10 процентов или более;
- снижение содержания подвижного фосфора (мг/кг почвы) на 25 процентов или более;
- снижение содержания обменного калия (мг/кг почвы) на 25 процентов или более.

Специализированные организации при проведении очередного тура обследования почв земель сельскохозяйственного назначения и заполнении паспорта плодородия сверяют полученные результаты с данными предыдущего тура обследования. При обнаружении расхождения данных на величину, превышающую критерии оценки эффективности использования земель сельскохозяйственного назначения, установленные настоящим Законом, Специализированные Организации информируют об этом специально уполномоченные государственные органы в сфере сохранения плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения.

Специально уполномоченные государственные органы в сфере сохранения плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения при получении информации о земельных участках, на которых зафиксировано снижение почвенного плодородия ниже установленных критериев, принимают решение о признании данных участков участками, которые использовались методами, приведшими к значительному снижению плодородия земель, а также о способах восстановления плодородия почв на основе проекта землеустройства.

На основе проведенных исследований [2, 3, 4] нами рекомендуется следующий макет паспорта таблица 1.

Кроме того, мы предлагаем внести дополнительную таблицу, отражающую агроэкологические характеристики (табл. 2).

Эти данные позволят сельскохозяйственному производителю выбрать агротехнологии и проводить сортовую политику в хозяйстве. В разные туры обследования необходимо заново рассчитывать микроклиматические характеристики, т.к. в климате происходят изменения.

Основные характеристики почв на земельном участке

Почвы, с.-х. угодья	Глубина взятия пробы, см	Дата внесения записи			
		Первичной	Последующей		
		«__»____ 20__ г.	«__»____ 20__ г.	«__»____ 20__ г.	«__"____ 20__ г.
1	2	3	4	5	6
1 Наименование почвы, площадь, га					
2 Содержание гумуса в пахотном слое, %					
3 Мощность гумусового горизонта, см					
4 Содержание физической глины, %					
5 Уклон поверхности, ° градус					
6 Кислотность* (рН), ед.					
7 Засоленность**(тип, мг/л)					
Всего					
Балл бонитета					
Обосновывающий документ для внесения изменений					

* - для правобережных зон Саратовской области

** - для левобережных зон Саратовской области

Таблица 2

Дополнительные агроэкологические характеристики

Экспозиции склонов	Крутизна склона, градусов	Площадь		Сумма актив- ных темпера- тур, град	Баланс солнеч- ной радиации, МДж/га в год	Коэффициент увлажнения
		га	%			
Северные	0-3					
	3-5					
	5-7					
	Более 7					
Южные	0-3					
	3-5					
	5-7					
	Более 7					
Западные	0-3					
	3-5					
	5-7					
	Более 7					
Восточные	0-3					
	3-5					
	5-7					
	Более 7					
Итого						

Таким образом, разработанные нами методики позволят усовершенствовать порядок мониторинга плодородия почв и повысить урожайность при умелом использовании результатов на уровне отдельно взятого сельскохозяйственного производителя.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гагина И. С. Совершенствование методики экономической оценки сельскохозяйственных угодий и её применение в управлении земельными ресурсами: автореф. дис. канд. экон. наук :08.00.05 / Гагина Ирина Сергеевна. – М., 2013. – 26 с.

2. Гагина И.С., Нарожная А.Г., Буряк Ж.А. Уточнение агроэкологических характеристик с использованием ГИС-технологий // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 2. – С. 776

3. Гагина И.С., Царенко А.А. Информационное обеспечение функций управления при развитии сельских территорий // Комплексное развитие сельских территорий и инновационные технологии в агропромышленном комплексе: материалы II международной очно-заочной научно-методической и практической конференции. – 2016. – С. 49–53.

4. Янюк В.М., Гагина И.С. Современное состояние информационного обеспечения функциями управления землями сельскохозяйственного назначения // Современные проблемы землеустройства, земельного кадастра, охраны земельных ресурсов: материалы международной научно-практической конференции. – 2013. – С. 129–134.

5. Янюк В.М., Гагина И.С. Экономическая оценка сельскохозяйственных угодий доходным подходом и её применение при управлении земельными ресурсами: монография. – Саратов: «Саратовский источник». – 163 с.

УДК 631.111

А.В. Ганькин¹, Д.С. Пяткина¹, Л.М. Хончева²

¹ФГБОУ ВО «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова», г. Саратов, Россия

²ГАПОУ СО «СКСМГС», г. Саратов, Россия

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ВЫСОКОПРОДУКТИВНЫХ И ЭКОЛОГИЧЕСКИ УСТОЙЧИВЫХ АГРОЛАНДШАФТОВ ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация. Статья посвящена научно-методическим вопросам формирования высокопродуктивных и экологически устойчивых агроландшафтов. Авторами рассматриваются комплексы элементов, влияющих на продуктивность и устойчивость разнообразных агроландшафтов в лесостепной зоне Саратовской области.

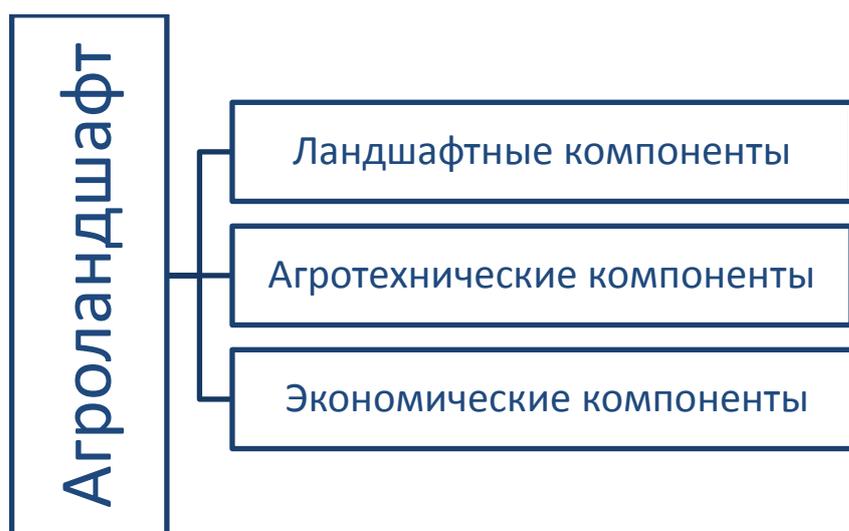
Ключевые слова: агроландшафт, рациональное природопользование, формирования экологически устойчивых агроландшафтов, организационно-территориальные, агротехнологические и экономические компоненты.

Устойчивое развитие сельского хозяйства возможно в том случае, когда элементарный агроландшафт с его экологическими проблемами будет служить отправным началом и определять весь дальнейший процесс формирования сельскохозяйственного природопользования, а биосферные принципы определять методы и способы его территориальной организации и устройства.

Характеристика рационального сельскохозяйственного природопользования базируется, во-первых, на выделении территориальных систем (агроландшафтов), посредством изучения его основных компонентов, уточнения современного антропогенного воздействия на агроландшафты, затем оценки, имеющих отрицательных последствий. Следующим этапом является проведение анализа изменённости территориальных

систем, в результате которого разрабатываются варианты стратегий обоснования формирования экологически устойчивых агроландшафтов и на их основе формируется новый методологический подход рационального сельскохозяйственного природопользования в регионе.

Научно-методологическая основа формирования рационального природопользования включающая создание комплексной модели адаптивного организационно-экономического механизма, базирующегося на организационно-территориальных, агротехнологических и экономических компонентах конкретного агроландшафта (рис.) позволит адаптировать существующую систему земледелия к особенностям климата, рельефа, почв, нивелирующую воздействия неблагоприятных факторов, за счет внедрения следующего порядка решения задач по конструированию рационального сельскохозяйственного природопользования.



Структурная ландшафтной экосистемы

В лесостепной зоне Саратовской области более чем на 60 % пахотных земель преобладает склоновый тип агроландшафтов, для которых необходим особый подход в организации сельскохозяйственного производства для повышения его эффективности. Для этого необходимо запланировать комплекс мероприятий в зависимости для каждого типа агроландшафта: подготовительные работы; устройство пахотных земель; организация системы адаптации севооборотов и установление структуры посевных площадей.

Методология формирования высокопродуктивных и экологически устойчивых земледелий заключается в применении принципиально новых подходов к организации и устройству территории всех сельскохозяйственных угодий. Ключевым положением является «вписывание и подражание» природным процессам, с целью создания оптимальных условий для ведения сельскохозяйственного производства. Все составные части организации и элементы устройства территории должны:

- органически гармонизировать с природной предрасположенностью и быть сбалансированы с ресурсным потенциалом угодий агроландшафтов;
- обеспечивать экологическую устойчивость агроландшафта к проявлению негативных природных явлений, снижая, а в отдельных случаях и предотвращая возможные отрицательные последствия;
- создавать оптимальные условия для ведения сельскохозяйственного производства, сохраняя устойчивость в агроландшафте в связи с ростом техногенной нагрузки на природу.

Это определяет необходимость совершенствования формирования экологически устойчивого сельскохозяйственного природопользования, коренным образом меняет по-

рядок и правила решения многих вопросов организации и устройства земельных угодий.

В процессе организации рационального сельскохозяйственного природопользования собирается и анализируется большой объем информации о состоянии природных и земельных ресурсов, который зачастую нигде не фиксируется, поэтому зачастую бывает трудно проследить цепь негативных природных явлений, антропогенных условий и вскрыть их причины.

Таким образом, необходимо отметить, что главной целью при формировании высокопродуктивного и экологически устойчивого сельскохозяйственного природопользования является конструирование устойчивого к неблагоприятным природным и антропогенным нагрузкам агроландшафта, обеспечивающего оптимальные условия получения высоких урожаев.

В условиях большой variability природных ландшафтных комплексов в лесостепной зоне основным является подход «от рабочего участка к полю севооборота и структуре посевных площадей», а не наоборот. Использование агроландшафтов должно быть адаптивным, т.е. основанным на детальном учете их местных особенностей.

В связи с ростом антропогенного воздействия на окружающую природную среду и активизацией деградации сельскохозяйственных земель на ведущие позиции выдвигается не только повышение продуктивности угодий, но и сохранение экологической устойчивости всей агроэкосистемы. Тем не менее в настоящее время данная проблема всё ещё имеет слабую научно-методическую проработанность. В результате сельскохозяйственного производства природно-территориальные комплексы претерпевают значительные изменения. При этом они теряют способность к саморегуляции и самовосстановлению. Экологическая устойчивость таких территорий сохраняется в результате внешних воздействий, затраты на которые часто превышают полученный экономический эффект.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ганькин А.В., Хончева Л.М. Структура посевных площадей как компонент агроландшафтной экосистемы при организации территории лесостепной зоны Саратовской области. //В сборнике: Вавиловские чтения – 2014 Сборник статей международной научно-практической конференции, посвященной 127-й годовщине со дня рождения академика Н.И. Вавилова. ФГБОУ ВО СГАУ, 2014. – С. 344–346.

2. Ганькин А.В., Хончева Л.М., Градович М.Г. Организация территории агроландшафтов лесостепной зоны Правобережья //Научное обозрение. – 2014. – № 5. – С. 12–14.

3. Мурашева А.А., Тарбаев В.А., Галкин М.П. Анализ показателей мониторинга сельскохозяйственных земель// Аграрный научный журнал. – 2014. – № 8. – С. 27–31.

УДК 332.3:004.9

О.О. Гудзева, М.И. Морозов

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов, Россия

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ В ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВЕ

Повышение уровня использования пахотных земель, несоблюдение системы севооборотов, приводящие к возникновению деградационных процессов в современных условиях требуют разработки мероприятий, направленных на их рациональное использо-

вание и охрану. Одним из эффективных средств динамичного и своевременного решения представленной проблемы являются географические информационные системы.

Геоинформационные системы (ГИС) в землеустройстве разрабатываются с целью повышения качества и эффективности мероприятий, направленных на организацию рационального использования территории. ГИС обеспечивают сбор, хранение, обработку, отображение и распространение пространственных данных, а также получение на их основе актуальной, достоверной информации о пространственно-координированных явлениях с требуемой точностью и наиболее эффективных проектных решений в землеустройстве.

В настоящее время ГИС технологии используют для создания цифровых карт и планов местности, являющихся плановой основой современного землеустройства.

Создаваемые в ГИС цифровые карты и планы обладают рядом преимуществ перед картами и планами, созданными традиционными методами:

1. Автоматизация получения пространственной информации и ее анализа.
2. Точность получаемой информации, не зависящая от субъективных показателей.
3. Динамичная корректировка информации.
4. Возможность обмена картографической информацией через компьютерные сети.
5. Возможность автоматического создания картограмм анализируемого пространства.
7. Возможность построения цифровых моделей местности для последующего использования при проектировании территории.

8. Возможность поиска объектов по их местоположению или по записи в базе данных.

Для рационального использования земельных ресурсов современного землеустройства определяются методы и средства исследований, совершенствующихся в настоящее время.

В данный момент наиболее распространенными программными продуктами ГИС, используемыми для целей землеустройства являются MapInfo, ArcGIS, Autodesk ГИС «Панорама» и другие.

ГИС-технологии открывают новые возможности в землеустройстве это повышение практической производительности, экологичности и прибыльности использования земель, принятия проектных предложений, опирающихся на комплексный компьютерный анализ современного состояния земель.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Галкин М.П., Долгирев А.В., Тарбаев В.А.* Использование ГИС технологий при построении цифровой модели рельефа // Вавиловские чтения – 2013: сборник статей международной научно-практической конференции, посвященной 126-й годовщине со дня рождения академика Н.И. Вавилова и 100-летию Саратовского ГАУ. – 2013. – С. 289–292.

2. Анализ количественных характеристик сельскохозяйственных угодий западной микрозоны с помощью ГИС АПК Саратовской области / Вертикова А.С., Гафуров Р.Р., Тарбаев В.А. // Вавиловские чтения – 2015. Сборник статей международной научно-практической конференции, посвященной 128-й годовщине со дня рождения академика Н.И. Вавилова. – 2015. – С. 243–244.

3. Современные технологии создания цифровых карт для целей землеустройства / Венедиктов В.В., Верина Л.К. // Экологические, правовые и экономические аспекты рационального использования земельных ресурсов. Сборник статей II Международной научно-практической конференции посвященной году экологии в России. – 2017. – С. 65–67.

4. *Верина Л.К., Лазарев В.С.* Направления совершенствования рационального использования земельных ресурсов // Вавиловские чтения – 2014: Сборник статей международной научно-практической конференции, посвященной 127-й годовщине со дня рождения академика Н.И. Вавилова. – 2014. – С. 339–341.

А.В. Долгирев, С.А. Забелин, М.И. Морозов

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов, Россия

ПРОБЛЕМЫ СОХРАННОСТИ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ПУНКТОВ НА ТЕРРИТОРИИ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Геодезические пункты – точки, особым образом закреплённые на местности (в грунте, на строении или другом искусственном сооружении) и являющиеся носителем координат, определённых геодезическими методами. Они являются основой при производстве любых геодезических и топографических работ, строительстве зданий и сооружений, кадастровых и других работах. Геодезические пункты массово закладывались в советское время (1950–1980 гг.) за счет государственных средств государственными предприятиями. Носителем координат является центр пункта, который чаще всего бетонируется и закапывается в землю, над ним устанавливается наружный знак: металлическая пирамида, Г-образная вежа и др.

В настоящее время на территории Саратовской области многие геодезические пункты повреждены или уничтожены (рис.).



*Пункт Банифатьевка (слева): утрачен наружный знак,
сохранились центр и марка, окопан;
пункт Петровский тракт зап. (справа): сохранился*

В результате утраты и повреждения пунктов не представляется возможным использовать ближайшие к объекту пункты при выполнении геодезических работ. В городах имеются сохранившиеся пункты, находящиеся на зданиях или на частных территориях, доступ к которым, согласно п.10 Правил становления охранных зон пунктов государственной геодезической сети, государственной нивелирной сети и государственной гравиметрической сети, утвержденных Постановлением Правительства Российской Федерации от 12 октября 2016 г. N 1037 «Об утверждении правил установления охранных зон пунктов государственной геодезической сети, государственной нивелирной сети и государственной гравиметрической сети и признании утратившим силу постановления Правительства Российской Федерации от 7 октября 1996 г. N 1170», при установлении охранной зоны пункта, беспрепятственно обязаны обеспечить собственники земельных участков, землевладельцы, землепользователи, арендаторы земельных участков, обладатели сервитута и правообладатели земельных участков. Однако охранные зоны на геодезических пунктах пока не установлены. Вместе с тем в п.13 ст.8 Федерального закона от 30.12.2015 N 431-ФЗ (ред. от 03.07.2016) «О геодезии, картографии и пространственных данных и о внесении изменений в отдельные законодательные акты», право-

обладатели объектов недвижимости, на которых находятся пункты государственной геодезической сети, обязаны предоставлять возможность подъезда (подхода) к ним при выполнении геодезических и картографических работ. Статьей 7.2 «Кодекса Российской Федерации об административных правонарушениях» от 30.12.2001 N 195-ФЗ (ред. от 01.07.2017) установлена ответственность за отказ в предоставлении возможности подъезда (подхода) к этим пунктам для проведения на них наблюдений и иных работ в виде предупреждения или наложения административного штрафа в размере от одной тысячи до пяти тысяч рублей.

Исходя из практики, можно сделать вывод, что доступ к геодезическим пунктам, находящимся на частных зданиях или частной территории, не всегда возможен, хотя их можно было бы использовать как альтернативу уничтоженным пунктам для привязки в непосредственной близости от объекта работ. Порядок охраны геодезических пунктов регламентирован Положением об охранных зонах и охране геодезических пунктов на территории РФ от 07.10.1996 г. №1170 и «Инструкцией об охране геодезических пунктов ГКИНП-07-11-84», утвержденной ГУГК СССР 02.08.1994 г., которые практически полностью потеряли актуальность.

Основная проблема обеспечения охраны пунктов геодезических сетей заключается в следующем:

1) неосведомленности землепользователей и землевладельцев о наличии на их земельном участке геодезических пунктов и законодательных ограничениях, следующих из этого;

2) отсутствие единообразного алгоритма передачи пунктов для наблюдения за сохранностью правообладателям земельных участков, на которых они расположены;

3) отсутствие в сведениях Единого государственного реестра недвижимости сведений о геодезическом пункте, а также его охранной зоне;

4) недостаточная охрана геодезических пунктов государством.

Таким образом, внесение сведений об охранных зонах геодезических пунктов на территории Саратовской области обеспечит автоматическое уведомление правообладателей земельных участков о наличии на их земельных участках геодезических знаков и ограничениях использования таких земельных участков, установит ответственность определенного лица за уничтожение пункта и позволит повысить осведомленность граждан о его назначении и ценности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Кондракова, С.А.* Кадастровые ошибки и способы их исправления. Кадастр недвижимости и мониторинг природных ресурсов/Кондракова С.А., Долгирев А.В. – Тула.: Тульский государственный университет, 2015. – С. 45–49.

2. *Молочко А.В., Тарбаев В.А.* Географические информационные системы и технологии в структуре учебного процесса высшего профессионального образования Саратовской области // Сборник статей международной научно-практической конференции, посвященной 15-летию создания кафедры «Землеустройство и кадастры» и 70-летию со дня рождения основателя кафедры, доктора сельскохозяйственных наук, профессора Туктарова Б.И. Под ред. В.А. Тарбаева. – ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ. – Саратов, 2015. – С. 225–231.

3. *Тарбаев, В.А.* Мониторинг и агроэкологическая оценка земель: учебное пособие. – Саратов: изд-во «Саратовский источник», 2013. – 248 с.

4. *Черагина, В.Г.* Проблемы охраны геодезических пунктов на территории Мурманской области // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель №11. – М: Панорама, 2016. – С. 47–53.

С.А. Забелин, В.А. Тарбаев, А.В. Долгирев

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов, Россия

ОСНОВЫ ЗОНИРОВАНИЯ ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Действующее законодательство предусматривает различные виды зонирования территорий, в том числе градостроительное, административно-территориальное зонирование, функциональное зонирование, лесохозяйственное зонирование, земельно-кадастровое и другие.

Условия и порядок проведения указанных видов зонирования, а также особенности правового режима земельных участков в составе тех или иных зон определяются значительным количеством нормативных актов, между которыми отсутствует взаимосвязь и соподчиненность.

Зонирование является одним из механизмов управления земельными ресурсами, который определяет сходство и различие отдельных участков территории по определенным признакам, выявляет условия использования их. Данные зоны и установленные при этом правовыми и экономическими отношениями характер использования относятся к сфере государственного регулирования землепользования и земельных отношений. Основой зонирования является функции земли как пространство жизнедеятельности и природного комплекса. При этом земля проявляет в зависимости от природно-климатических условий и разнообразия видов жизнедеятельности (производства) значительные различия в природных, экологических, экономических, социальных характеристиках участка и отношений возникающих по поводу его использования.

Зонирование происходит путем дифференциация территории по зонам, своеобразное дробление пространств земли, на основе объединения частей территории со сходными параметрами. Под зоной понимают участок территории, выделенный с определенной целью по количественным и качественным критериям, для реализации конкретных функций.

Зонирование может проводится для различных целей и отраслей производства, а значит опирается на различные характеристики земельных участков.

Зонирование территорий сельскохозяйственных земель опирается на различные первичные характеристики и показатели:

- контурность;
- удаленность полей от производственных центров;
- рельеф (крутизна склонов агроландшафта);
- содержание гумуса;
- кислотность почв;
- содержание основных питательных веществ (NPK);
- негативные процессы (засоление, заболачивание, эродированность, загрязнение тяжелыми металлами);
- глубина залегания грунтовых вод.

Зонирование сельскохозяйственных территорий может проводиться как отдельно по одному из вышеприведенных показателей, так и комплексно по обобщающим показателям – балл бонитета.

Самая высокая степень обобщения всех признаков зонирования отмечается в показателях нормативной (расчетной) доходности и эффективности использования земли.

При осуществлении зонирования территории нужно обращать внимание на все параметры, какое воздействие они указывают друг на друга и на основные результирующие показатели производства и использования земли.

Обобщающие показатели позволяют принимать общие комплексные решения, специализированные устанавливать размеры и направления отдельных мероприятий по развитию свойств земли, организации использования отдельных угодий.

Как известно, пространственные особенности агресурсных условий выявляются специальным районированием или зонированием, которое представляет собой разделение территории с учетом закономерностей распределения как природных, так и экономических факторов производства, позволяя при этом структурировать территорию для анализа существующей ситуации и прогнозного обоснования организации использования земель.

При этом одной из основных задач зонирования земель сельскохозяйственного назначения является установление качественных характеристик земельных участков используемых и неиспользуемых в сельскохозяйственном производстве для установления пригодности почв под различные виды сельскохозяйственных угодий. Выделенные зоны помогут рационально и эффективно организовать производство, сократить затраты и увеличить объем производимой продукции. Зонирование представляет собой сложный процесс, при организации которого необходимо правильно выделить наиболее важные параметры, определяющие ведущее направление деятельности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Забелин С.А., Гафуров Р.Р.* Применение ГИС-технологий при агроэкологическом мониторинге пахотных угодий // Сборник статей международной научно-практической конференции, посвященной 15-летию создания кафедры «Землеустройство и кадастры». – Саратов. – 2015.
2. Зонирование территорий: учебное пособие / А.А. Варламов, Д.В. Андропов. – М.: ФОРУМ, 2016. – 208 с.
3. *Матушинская Д.С. Рогатнев Ю.М.* Методология выявления признаков для зонирования сельскохозяйственной территории // Электронный научно-методический журнал Омского ГАУ. – 2016.
4. *Тарасенко, П.В.* Современные задачи мелиоративного строительства [Текст] / П.В. Тарасенко, М.И. Морозов, С.А. Кондракова, И.А. Васильева // Правовые, экономические и экологические аспекты рационального использования земельных ресурсов. Сборник статей международной научно-практической конференции. – 2016. – С. 30–33.
5. *Тарбаев, В.А.* Мониторинг и агроэкологическая оценка земель: учебное пособие. – Саратов: изд-во «Саратовский источник», 2013. – 248 с.

УДК 631.582 : 631.95

С.Н. Зудилин

Самарская государственная сельскохозяйственная академия, г. Кинель, Россия

ПОСТРОЕНИЕ СЕВООБОРОТОВ ПРИ ПЕРЕХОДЕ К ИННОВАЦИОННЫМ ТЕХНОЛОГИЯМ В СРЕДНЕМ ПОВОЛЖЬЕ

В засушливых районах Среднего Поволжья отмечается неуклонный рост себестоимости производимой сельскохозяйственной продукции при недостатке финансовых и материально-технических ресурсов для реализации инновационных проектов развития растениеводства. Происходит прогрессирующее падение почвенного плодородия земель сельскохозяйственного назначения, вызванного низким уровнем ведения полеводства, некомпенсируемыми потерями питательных веществ, высокими темпами минера-

лизации гумуса, ухудшением агрохимических свойств, снижением восстановительных процессов в почвах.

В связи со сложившимися обстоятельствами экологического и экономического плана инновационные технологии, основанные на ресурсосбережении и почвозащитных приемах выступают в настоящее время в качестве одного из приоритетнейших, наиболее важных направлений в структурной перестройке методов ведения растениеводства, залога стабильного развития всего сельскохозяйственного производства. При инновационных технологиях с минимальными и нулевыми обработками одновременно изменяются и требования к севооборотам, способам внесения удобрений, использованию средств защиты растений, подбору системы машин, сортов. Переход на инновационные технологии – это освоение новой системы земледелия, основанной на энерго- и ресурсосбережении во всех ее элементах при обеспечении высокой продуктивности пашни и почвенного плодородия. Только подобный подход основанный на научно обоснованной интенсификации способен гарантированно получать высокий эффект от внедрения технологий нового поколения.

Решение организационно-технологических вопросов, связанных с введением и освоением севооборотов, достигается внутривладельческим землеустройством. Основные задачи внутривладельческого землеустройства – агроэкологическое обоснование проекта рационального использования земель.

Основными задачами рационального построения севооборотов при переходе к инновационным технологиям являются: максимальное обеспечение условий для эффективного использования малозатратного комплекса мер по очищению полей от сорняков, болезней и вредителей; создание условий для прогрессирующего роста почвенного плодородия на фоне недостатка органических удобрений с привлечением биологических средств воспроизводства плодородия почв; обеспечение стабильного производства сельскохозяйственной продукции.

В черноземной и сухой степи Среднего Поволжья гарантом успешного освоения современных технологий являются полевые зернопаровые и зернопаропропашные севообороты с оптимальным удельным весом чистых паров. Такие севообороты обеспечивают устойчивое производство зерна, способны поддерживать на высоком уровне эффективное плодородие почвы при минимальных затратах на подготовку почвы, удобрения и средства защиты растений не только на посевах озимых, но и последующих культурах севооборота. Севообороты с оптимальным для разных природных зон удельным весом чистых паров и озимых культур обеспечивают наибольший выход зерна с 1 га пашни. В среднем за годы исследований выход зерна с 1 га пашни в зернопаропропашном севообороте с 22 % чистого пара составил 1,74 т, в зернопропашном – 1,52 и в зернопаротравянопропашном – 1,33 т/га.

Основой стабилизации производства зерна является оптимизация посевов озимых. Во многих областях Поволжского региона предусматривается значительное увеличение посевов озимых. В этой связи эффективное использование паровых полей с переходом на минимальные способы их подготовки и ухода могло бы стать отправной точкой для массового освоения новых технологий. Многими исследователями предлагается на значительных площадях переходить в наиболее засушливых районах Поволжья и Южного Урала на полевые севообороты с чистыми парами короткой ротации. В таких севооборотах при одинаковой продуктивности пашни с многопольными севооборотами отмечается наибольшая окупаемость энергетических затрат и более высокая степень устойчивости урожаев зерновых культур.

При наибольшем выходе зерна с 1 га пашни зерновые полевые севообороты короткой ротации позволяют повышать производительность труда и экономить при ресурсосберегающих технологиях средства на приобретение удобрений и препаратов по защите растений. В результате в таких севооборотах при переходе на инновационные технологии интенсивного типа окупаемость энергетических затрат возрастает на 28–

30 %. В освоенных зернопаровых севооборотах с короткой ротацией возможно обеспечить в большинстве случаев чистоту посевов во всех полях без применения гербицидов. По многолетним данным Самарского НИИСХ, в 4-польном севообороте с чередованием пар чистый – озимые – яровая пшеница – ячмень средняя засоренность посевов зерновых оказалась одинаковой с многопольным севооборотом и составила при применении гербицидов 5–6, а без гербицидов 6,3–6,7 шт./м². Сокращение паровых полей при переходе на новые технологии с резким увеличением посевов озимых по непаровым предшественникам, как это предлагается в отдельных случаях, приведет к неустойчивому производству зерна по годам, ухудшит общий фон для эффективного использования инновационных технологий.

В условиях сложившегося большого недостатка органических удобрений целесообразно вводить для поддержания уровня эффективного и потенциального плодородия зернопаротравянопропашные или зернопаровые и зернопаропропашные севообороты с выводными полями многолетних трав и посевами сидеральных культур, широко использовать в качестве органических удобрений солому. В лесостепи Поволжья перспективны зернопаропропашные севообороты с занятыми парами, плодосменные севообороты с сидеральными парами, зернобобовыми и многолетними бобовыми травами. В этих севооборотах с наименьшими затратами решается проблема воспроизводства почвенного плодородия. Общий сбор зерна в плодосменных севооборотах с многолетними бобовыми травами и сидеральными парами повышается за ротацию по сравнению с зернопаропропашными на 18 %, а всей продукции – на 14–20 %. Основными предшественниками озимых в лесостепной зоне Среднего Поволжья должны стать в новых комплексах чистые, занятые и сидеральные пары, в степной – чистые пары под озимые (до 20–25 % пашни) и сидеральные – под яровую пшеницу.

Лучшие предшественники яровой пшеницы и других яровых культур – озимые, пропашные, зернобобовые, пласт и оборот пласта при ранней их обработке в конце ротации многолетних трав.

В изученных технологических комплексах с использованием зернопаровых севооборотов большинство показателей, характеризующих эффективное плодородие почвы, оказались близкими с базовой, сформированной на постоянной вспашке, что определило равную их урожайность при значительной экономии прямых затрат и топлива. Во все годы в полях севооборотов с ресурсосберегающими комплексами плотность почвы не выходила за пределы оптимальных значений. В комплексах с постоянной вспашкой она колеблется от 1,04 до 1,07 г/см³, при постоянно нулевой обработке – от 1,05 до 1,11 г/см³ и постоянной минимальной обработке – от 1,05 до 1,11 г/см³.

Рациональное сочетание при ресурсосберегающих технологиях агротехнических и химических средств позволяет избежать возможность нарастания численности сорняков. Не возросла при переходе на ресурсосберегающие технологии в зернопаровых и зернопаропропашных севооборотах засоренность трудноискоренимыми многолетними сорняками. По данным Самарского НИИСХ, количество многолетних сорняков в начале вегетации яровой пшеницы по разным предшественникам составило в базовом комплексе от 0,4 до 1,1 шт./м². В конце вегетации засоренность многолетними сорняками в базовом комплексе была 0,4 шт./м², в ресурсосберегающих – от 0,2 до 0,9 шт./м², что значительно ниже пороговой вредности. Изменяющийся характер сорного ценоза при переходе к системе защитных мер с использованием новых смесевых препаратов и быстроразлагающихся гербицидов сплошного действия позволяет прогнозировать значительное сокращение затрат на химические средства борьбы с сорняками с учетом возможного массового очищения полей и прекращения отрицательной деятельности огромных запасов семян сорняков, погребаемых на захоронение при отказе от отвальных обработок.

При контроле за азотным режимом с внесением при необходимости в первые годы освоения технологий с минимальными обработками почвы и прямым посевом компен-

сационных доз азотных удобрений снимается опасность недостатка азота в почве, связанная с процессами иммобилизации.

В черноземной и сухой степи Среднего Поволжья полевые севообороты с чистыми парами являются важнейшим фактором обеспечения устойчивого производства зерна и поддержания на высоком уровне эффективного плодородия почвы, гарантом освоения современных энергосберегающих технологий. Благоприятный стабильный водный режим по чистым парам создает условия для получения ежегодно полноценных всходов и хорошего последующего развития озимых культур.

По многолетним данным Самарского НИИСХ, запасы продуктивной влаги в почве перед посевом озимых в метровом слое составляют 100 мм, а по занятым – 30–38 мм. В годы с продолжительной засушливой погодой они достигают по занятым парам критического уровня (ниже 25–30 мм в пахотном слое) и не позволяют получать полноценные всходы и высокие урожаи озимых. Повторяемость таких лет в центральных районах Среднего Поволжья составляет 40–50 %. Из 55 лет испытаний в течение 14 лет урожаи озимой ржи по занятым парам снижались в 2 раза и более по сравнению с посевом по чистым парам.

Важным преимуществом зернопаровых и зернопаропропашных севооборотов является их способность поддерживать низкий фон засоренности посевов при органическом применении гербицидов. Засорённость посевов яровой пшеницы в зернопропашном севообороте составила 16–23 сорняка на 1 м², в зернопропашном – 25–32 штук и масса сорняков соответственно – 70–96 и 140–198 г/м². Засоренность посевов в зернопаропропашном севообороте во второй и третьей ротациях сокращается по сравнению с началом их освоения почти в два раза и сохраняется в последующем на низком уровне (для яровых зерновых не более 16–25 шт./м²), не превышающем пороговую вредность. Анализ многолетних данных по урожайности зерновых культур по трем ротациям показал, что при принятых средних агрофонах отмечается ее рост по всем изученным севооборотам, в т. ч. и в севооборотах с высоким удельным весом чистых паров.

При изучении эффективности разных видов севооборотов установлено, что полевые севообороты с оптимальным для зон удельным весом чистых паров и озимых культур в степных районах (20–25 % пашни) обеспечивают наибольший выход зерна с 1 га пашни. В среднем за годы исследований выход зерна с 1 га пашни в зернопаропропашном севообороте с 22 % чистого пара составил 1,74 т, в зернопаропропашном севообороте с 11 % чистого пара – 1,62, в зернопропашном – 1,52 и в зернотравянопропашном – 1,33 т.

Зернопаровые и зернопаропропашные севообороты отличаются более высокой окупаемостью затраченной энергии, чем зернопропашные. Коэффициент энергетической эффективности в зернопропашном севообороте снижается в связи с дополнительными затратами на возделывание парозанимающих культур и транспортировку их продукции. В зернопаровых и зернопаропропашных севооборотах обеспечивается большая устойчивость урожайности и производства зерна. Показатель устойчивости урожайности озимых при возделывании по чистому пару составляет 0,89, по занятому – 0,69 и коэффициент вариации соответственно – 25,7 и 37,3 %.

Коэффициент устойчивости производства зерна в расчете на 1 га пашни в зернопаропропашном севообороте составляет 0,82, а в зернопропашном – 0,76 и коэффициент вариации соответственно – 25,7 и 30 %.

В зернопаропропашном севообороте с высоким удельным весом чистого пара отмечается повышенное качество зерна яровой пшеницы. Содержание белка в зерне яровой пшеницы, посеянной в зернопаропропашном севообороте после озимой ржи по черному пару, составило 13 %, а в зернопропашном после озимой ржи по занятому пару – 12,4 %, клейковины было соответственно – 35,8 и 34,3 %, объемный выход хлеба составил – 950 и 937 мл.

Полученные данные дают основание рекомендовать при переходе на инновационные технологии в хозяйствах степного Заволжья, специализирующихся на производстве зерна, преимущественно зернопаропропашные и зернопаровые полевые севообороты с удельным весом чистых паров до 20–25 % и зерновых до 60–70 %. В среднем за годы исследований наивысший урожай яровой пшеницы получен при посеве первой культурой после озимой ржи. Однако увеличение дозы минеральных удобрений приводит к получению практически одинакового урожая яровой пшеницы как на первом посеве после озимых, так и на повторных посевах два-три года. В короткоротационных севооборотах с высоким удельным весом чистых паров и озимых культур при одинаковой продуктивности пашни с многопольными севооборотами отмечаются наибольшая окупаемость энергетических затрат и более высокая степень устойчивости урожая зерновых культур. При большом выходе зерна с 1 га пашни такие севообороты позволяют одновременно повышать производительность труда и экономить при переходе на инновационные технологии средства на приобретение удобрений и препараты по защите растений.

При сравнении разных по интенсивности технологических комплексов в зернопаровых севооборотах наиболее высокие коэффициенты окупаемости затраченной энергии отмечены при средних дозах удобрений в сочетании с ресурсосберегающими системами обработки почвы. Поэтому при переходе к инновационным технологиям в зернопаровых севооборотах предпочтение должно быть отдано более экономным технологическим комплексам со средним уровнем применения удобрений и минимальными обработками почвы.

В зернопаропропашных севооборотах наиболее оправданы технологические комплексы со средним уровнем интенсивности применения гербицидов в паровом звене и с повышенным (удобрения под проектный урожай + гербициды) – в пропашном звене севооборота.

При возделывании озимых в зернопаровых севооборотах по чистым парам возможен без снижения урожайности переход на минимальные ресурсосберегающие системы обработки почвы. В проведенных опытах урожайность озимой ржи при вспашке черного пара на 20–22 см составила 3,51 т/га, по безотвальной обработке на 20–22 см – 3,65 т/га и по мелкой безотвальной обработке на 10–12 см – 3,67 т/га. В результате в 4-польном зернопаровом севообороте экономически наиболее выгодными оказались низкозатратные технологии, предусматривающие использование средних доз удобрений (с компенсацией выноса питательных веществ урожаем), мелкой безотвальной обработки почвы и отказ от применения гербицидов. Применение в зернопаровом севообороте удобрений в дозах, соответствующих интенсивному фону, а также использование гербицидов снижает окупаемость энергетических затрат. В зернопаровых севооборотах более длинной ротации (6–7 полей) с размещением в них поздних зерновых культур эффективность гербицидов возрастает. Наиболее высокая окупаемость затрат обеспечивается при технологиях с сочетанием средних доз удобрений, гербицидов и ресурсосберегающей минимальной обработки почвы комбинированными агрегатами. Выход зерна в зернопаровом севообороте увеличился от удобрений на 41 %, от гербицидов – на 28 % и от удобрений совместно с гербицидом – на 68 %. Окупаемость энергетических затрат от гербицидов повысилась на 10 %, от совместного использования удобрений и гербицидов – на 6 %, от удобрений в сочетании с применением гербицидов и минимальной обработки почвы – на 9,1 %.

В зернопропашных севооборотах обеспечивается высокая окупаемость затрат на повышение дозы удобрений, гербициды и энергоемкие способы обработки почвы. Выход зерна с 1 га пашни в пропашном звене севооборота с чередованием кукуруза – яровая пшеница – ячмень составил (без удобрений) 1,19 т, при применении гербицидов – 1,44 т, при сочетании их со средними дозами удобрений – 2,18 т и с повышенными дозами – 2,30 т/га. Сбор урожая с 1 га составил соответственно – 1,80; 1,98 и 2,88 т. В це-

лом по зернопаропропашному севообороту наибольшие прибавки урожая получены от сочетания удобрений и гербицидов, а самая высокая окупаемость энергетических затрат – от совместного использования всех изучаемых факторов.

Основные пути устранения дефицита гумуса в рекомендуемых севооборотах: использование навоза и других источников органического вещества (солома, сидераты); расширение посевов многолетних трав.

В зернопаропропашном севообороте с удельным весом чистого пара 22 %, зерновых 67 % и пропашных 11 % потери органического вещества компенсируются внесением в среднем на 1 га пашни 4,5 т навоза и использованием на удобрение соломы озимых культур. Внесение органических и минеральных удобрений в сочетании с использованием соломы на удобрение обеспечивает в зернопаропропашных севооборотах высокий уровень эффективного плодородия почвы и предотвращает интенсивную минерализацию гумуса.

Таким образом, основу полевых севооборотов в инновационных технологиях в центральных и южных районах Среднего Поволжья составляют зернопаровые и зернопаропропашные полевые севообороты с оптимальным удельным весом в них чистых паров и посевов озимых культур. В лесостепных районах перспективны зернопаротравянопропашные и зернопропашные севообороты с занятыми и сидеральными парами, посевами многолетних трав и зернобобовых культур.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Несмеянова Н.И.* Почвенный покров Самарской области и его качественная оценка: учебное пособие / Н.И. Несмеянова, С.Н. Зудилин, А.С. Боровкова. – Самара: Изд-во Самарской государственной сельскохозяйственной академии, 2007. – 124 с.
2. *Зудилин С.Н.* Состояние плодородия почвы в Самарской области // Культура управления территориями: экономические и социальные аспекты, кадастр и геоинформатика: мат. 2-й региональной науч.-практ. конференции. – Нижний Новгород: ННГАСУ, 2014. – С. 25–27.
3. *Зудилин С.Н.* Мониторинг плодородия черноземов Самарской области / С.Н. Зудилин, А.С. Зудилин // Проблемы развития АПК региона. – № 1–1 (25). – 2016. – С. 37–40.
4. *Зудилин С.Н.* Оптимизация сельскохозяйственного землепользования в лесостепи Поволжья / С.Н. Зудилин, А.Ю. Конакова. // Культура управления территориями: экономические и социальные аспекты, кадастр и геоинформатика: мат. 3-й региональной науч.-практ. конференции. – Нижний Новгород: ННГАСУ, 2015. – С. 72–75.
5. *Корчагин В.А.* Севообороты в земледелии Среднего Поволжья: учебное пособие / В. А. Корчагин, С. Н. Зудилин, С. Н. Шевченко. – Кинель: РИЦ СГСХА, 2014. – 130 с.
6. *Корчагин В.А.* Инновационные технологии возделывания полевых культур в АПК Самарской области: учебное пособие / В. А. Корчагин, С. Н. Шевченко, С. Н. Зудилин, О. И. Горянин. – Кинель: РИЦ СГСХА, 2014. – 192 с.
7. *Янюк В.М.* Обоснование продуктивности культур для кадастровой оценки земель сельскохозяйственного назначения / В.М. Янюк, В.А. Тарбаев, И.С. Гагина // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. – 2014. – № 2 (110). – С. 32–42.
8. *Туктаров Б.И.* Использование результатов агроэкологического мониторинга для восстановления деградированных орошаемых земель Саратовского Заволжья / Б.И. Туктаров, В.А. Тарбаев, Р.Р. Гафуров // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. 2008. – № 1. – С. 77–80.
9. *Тарбаев В.А.* Мониторинг качественного состояния сельскохозяйственных угодий с помощью данных дистанционного зондирования / В.А. Тарбаев, А.С. Вертикова, Е.В. Милованова // Вавиловские чтения – 2015. Сборник статей международной научно-практической конференции, посвященной 128-й годовщине со дня рождения академика Н.И. Вавилова. – 2015. – С. 258–259.

М.И. Морозов, Т.В. Кузниченкова, А.С. Кравченко, Н.П. Юдина

Саратовский государственный аграрный университет имени Н. И. Вавилова,
г. Саратов, Россия

МОНИТОРИНГ ПАХОТНЫХ ЗЕМЕЛЬ ВОЛЬСКОГО МУНИЦИПАЛЬНОГО РАЙОНА САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ

Мониторинг пахотных земель осуществляется в целях предотвращения выбытия пахотных земель, сохранения и вовлечения их в сельскохозяйственное производство, разработки программ сохранения и восстановления плодородия почв, обеспечения государственных органов, включая органы исполнительной власти [4].

Главная роль в повышении эффективности использования земельных ресурсов принадлежит государству, которое должно разрабатывать и осуществлять различные целевые программы по сохранению и увеличению земельных угодий их использование по целевому назначению, расширять воспроизводство и интенсификации сельского хозяйства [5].

В настоящее время информационное обеспечение сельского хозяйства достигается благодаря развитию технологий дистанционного зондирования, создания различных систем мониторинга, обширных ГИС-программ.

ГИС-технологии – это не просто компьютерная база, это огромные возможности для анализа, планирования и регулярного обновления информации [1].

Применение ГИС-технологий в Вольском муниципальном районе, поможет определить точные размеры посевных площадей, так как их площадь склонна к постоянному изменению из-за природных и административных процессов, производить анализ и прогноз урожайности, избегать неэффективное использование сельскохозяйственной техники и как следствие поможет избежать потери и излишние расходы [5].

ГИС-технологии помогают дать более точную качественную и количественную оценку района, дистанционно контролировать работу хозяйства, а также на основе получаемых отчетов анализировать эффективность вложений в производство хозяйства [5]. Для диспетчерской службы ГИС помогает отслеживать местоположение техники, координировать работу механизаторов, водителей и другого персонала путем установления голосовой связи, а также анализировать расходование ГСМ и состояние техники. С применением ГИС стало возможным планировать внесения удобрений с учетом индивидуальных особенностей полей. ГИС позволяют сотрудникам экономического подразделения проводить сравнительный анализ плановых и фактических данных, автоматизировать учет рабочего времени и формировать отчеты и справки.

Достоверность данных, полученных с применением ГИС-технологий высока. Важной инновацией тут является применение возможностей спутникового мониторинга территории [3].

В результате мониторинга Вольского муниципального района с помощью ГИС-технологий, а именно при помощи космоснимков было выявлено, что площадь пахотных земель Вольского муниципального района в результате проведения дистанционного зондирования составила 126683 га, а по данным Росреестра составила 122494 га. Разница площади, полученной в результате проведения ДДЗ и данными, находящиеся в Управлении Росреестра по Саратовской области объясняются тем, что в районе существуют проблемы в контроле и учете данных, проведением инвентаризации земель по устаревшему картографическому материалу, который не корректировался при проведении кадастровых работ, а так же отсутствие учета эрозионных процессов, которые приводят к деградации площади пашни и вывода ее из оборота [2].

Применение ГИС-технологий в Вольском районе при мониторинге пахотных земель позволит решить задачи эффективного использования пахотных земель. Кроме решения задач по проведению инвентаризации и использования земель, эти системы могут способствовать устойчивому развитию сельских территорий и повышению конкурентоспособности [4].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Журкин, И.Г.* Геоинформационные системы [Текст] Учебное пособие / И.Г. Журкин – М.:КУДИЦ – ПРЕСС, 2009. – 151 с.
2. *Мурашева, А.А.* Анализ показателей мониторинга сельскохозяйственных земель // Аграрный научный журнал. [Текст] А.А. Мурашева, В.А. Тарбаев, М.П. Галкин – Издательство ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ», 2014 – С. 27–31.
3. *Тарбаев, В.А.* Географические информационные системы (с основами цифровой тематической картографии). Учебно-методическое пособие. [Текст] / В.А. Тарбаев, А.В. Молочко – Издательство «Новый ветер», 2016 – 140 с.
4. *Тарбаев, В.А.* Мониторинг и агроэкологическая оценка земель учебное пособие. [Текст] – Издательство «Саратовский источник», 2013 – 248 с.
5. Учебно-методическое пособие (методические рекомендации) по применению экспертных баз данных муниципальных районов агропромышленного комплекса Саратовской области для повышения эффективности управления землями сельскохозяйственного назначения [Текст]: учеб. Пособие / Воротников И.Л., Нарушев В.Б., Янюк В. М., Тарбаев В.А., Гафуров Р.Р., Наянов А.В. – Саратов, ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ», 2016. – 44 с.

УДК 332

Л.М. Мяснянкина, А.А. Царенко

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И.Вавилова,
г. Саратов, Россия

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРАВОВОЙ КОНСТРУКЦИИ ВИДА РАЗРЕШЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗЕМЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ В СИСТЕМЕ ГОСУДАРСТВЕННОГО КАДАСТРОВОГО УЧЕТА

Государственный кадастровый учет (ГКУ) – описание и индивидуализация в Едином государственном реестре земель земельных участков, в результате чего каждый земельный участок получает такие характеристики, которые позволяют однозначно выделить его из других земельных участков и осуществить его качественную и экономическую оценки. Государственный кадастровый учет земельных участков сопровождается присвоением каждому земельному участку кадастрового номера, то есть это акт признания и подтверждения государством существования объекта кадастрового учета с характеристиками, включенными в государственный кадастр недвижимости.

В Росреестре проходят множество сделок от купли-продажи недвижимости до узаконения земельных участков, в том числе и процедура изменения разрешенного использования земельных участков. После чего соответствующие изменения о виде разрешенного использования земельного участка заносятся в Единый государственный реестр прав на недвижимое имущество и сделок с ним.

Основной целью рассматриваемой темы, является изучение особенностей и специфики изменения вида разрешенного использования земельных участков, а именно перевод земельного участка под жилой застройкой в земли, предназначенные для нежилого помещения.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- изучить специфику изменения разрешенного использования из земельного участка;
- изучить объект исследования;
- изучить технологию проведения работ по отношению изменения разрешенного использования.

Актуальность темы обуславливается тем, что в настоящее время многие граждане, не найдя себе применение в крупных государственных и коммерческих предприятиях начинают заниматься частным бизнесом, возникает необходимость изменения вида разрешенного использования объекта недвижимости, в котором осуществляется предпринимательская деятельность. Например, изменение функционального назначения жилого дома на магазин, парикмахерскую и т.п.

Вид разрешенного использования земельного участка может быть изменен двумя способами:

- посредством перевода земельного участка из одной категории в другую в соответствии с ФЗ «О переводе земель или земельных участков из одной категории в другую». Тогда земельному участку может быть присвоен любой вид разрешенного использования. Этот процесс содержит в себе соблюдение множества процедур, требований законодательства [3];
- без перевода, на основании статьи 37 и статьи 38 ГрК РФ, а также в соответствии со статьей 4.1 ФЗ «О введении в действие Градостроительного кодекса РФ». Этот способ является менее сложным и длительным по сравнению с первым [1].

В данном случае рассмотрению подлежит второй способ, а именно – изменение вида разрешенного использования земельного участка.

Рассмотрим на примере, исследуемый объект – земельный участок под жилой застройкой с кадастровым номером 30:10:110310:0126 (на сегодняшний день снят с учета). Местоположение: Астраханская область, Харабалинский район, город Харабали, ул. Ленина, д.45. Категория земель – земли населенных пунктов. Разрешенное использование земельного участка – земли индивидуального жилищного строительства. Площадь земельного участка равна 620 м².

Физическое (юридическое лицо) обладающее правами на определенный земельный участок, пишет заявление в местное муниципальное образование, с просьбой изменить существующий вид разрешенного использования на какой-либо другой. В письме необходимо указать кадастровый номер земельного участка, приложить заверенные копии: свидетельства о государственной регистрации права, кадастрового плана, паспорта. Для юридических лиц плюс к этому пакету документов приложить копии уставных документов.

Глава муниципального образования, рассмотрев заявление и приняв по нему первичное положительное решение, выпускает постановление о назначении публичных слушаний по данному вопросу в соответствии с Земельным кодексом и ФЗ № 131 от 06.10.2003 г. «Об общих принципах организации местного самоуправления в РФ» [4].

Местной администрацией ведутся публичные слушания на предмет изменения вида разрешенного использования земельного участка. Они проводятся с участием граждан, живущих в границе административной единицы, в пределах которого расположен земельный участок, вид разрешенного использования которого изменяется. Если по каким-то причинам вновь измененный вид использования земельного участка может создавать угрозу неблагоприятного влияния на окружающую среду, публичные слушания ведутся с участием правообладателей земельных участков и объектов капитального строительства, которые могут подвергаться подобному влиянию.

На основе заключения главы муниципального района или городского округа, на территории которого расположен земельный участок, формируется комиссия, которая направляет уведомление о проведении публичных слушаний по вопросу изменения ви-

да разрешенного использования правообладателям земельных участков, имеющих общие границы с земельным участком, вид разрешенного использования участка которого меняется, правообладателям объектов капитального строительства, расположенных на земельных участках, имеющих общие границы с «изменяемым» земельным участком и правообладателям помещений, являющихся частью объекта капитального строительства, применительно к которому запрашивается данное разрешение. Указанные уведомления направляются не позднее чем через десять дней со дня поступления заявления заинтересованного лица об изменении вида разрешенного использования.

Члены публичных слушаний вправе продемонстрировать комиссии свои предложения и замечания, касающиеся указанного вопроса, для включения их в протокол публичных слушаний. Итоги публичных слушаний по вопросу изменения вида разрешенного использования подлежат опубликованию в порядке, установленном для официального опубликования муниципальных правовых актов, иной официальной информации, а также размещаться на официальном сайте муниципального образования в сети «Интернет».

Период выполнения публичных слушаний с момента оповещения жителей муниципального образования о времени и месте их проведения до дня опубликования итогов публичных слушаний определяется уставом муниципального образования и нормативными правовыми актами представительного органа муниципального образования и составляет не более одного месяца.

Комиссия, основываясь на итоги публичных слушаний, осуществляет подготовку рекомендаций об изменении вида разрешенного использования, либо об отказе в изменении с указанием причин принятого решения, и адресует их главе местной администрации.

Со дня поступления указанных рекомендаций в течение трех дней глава местной администрации принимает решение об изменении вида разрешенного использования или об отказе.

Принятое решение об изменении вида разрешенного использования земельного участка является началом для внесения изменений в государственный кадастр недвижимого имущества, после чего соответствующие изменения о виде разрешенного использования земельного участка заносятся в Единый государственный реестр прав на недвижимое имущество и сделок с ним.

Проведение работ по изменению вида разрешенного использования земельного участка, включают в себя:

- проведение правовой экспертизы документов и материалов, предоставленных заказчиком с целью определения их соответствия требованиям законодательства РФ, а также определения плана выполнения работы;
- проведение работ по согласованию и установлению границ земельного участка (в случае если границы земельного участка участок не установлены);
- проведение работ по постановке земельного участка на государственный кадастровый учет (в случае если кадастровый учет земельного участка не был произведен);
- подготовку пакета документов, необходимых для изменения вида разрешенного использования земельного участка;
- проведение работ по согласованию изменения вида разрешенного использования земельного участка с уполномоченными органами государственной власти, местного самоуправления, специализированными организациями;
- обеспечение принятия органом местного самоуправления решения об изменении вида разрешенного использования земельного участка;
- проведение работы по внесению сведений о новом виде разрешенного использования в государственный земельный кадастр и Единый государственный реестр прав на недвижимое имущество и сделок с ним.

Результатами работ по изменению вида разрешенного использования земельного участка являются:

- кадастровая карта (план) земельного участка, содержащая сведения об измененном виде разрешенного использования земельного участка;
- решение органа местного самоуправления об изменении вида разрешенного использования земельного участка.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Российская Федерация. Законы. Градостроительный Кодекс Российской Федерации [официальный текст]: [федеральный закон: принят Государственной Думой 22 декабря 2004 г.: одобрен Советом Федерации 24 декабря 2004 г.] // Правовая система «Консультант», 2015.

2. Российская Федерация. Законы. Земельный кодекс [Текст]: федеральный закон : [принят Государственной Думой 28 сентября 2001 г.: одобрен Советом Федерации 10 октября 2001 г.] . – М.: Лань, 2012. – 60 с.

3. Российская Федерация. Законы. О переводе земель или земельных участков из одной категории в другую : федеральный закон [официальный текст] : [принят Государственной Думой 3 декабря 2004 года : одобрен Советом Федерации 8 декабря 2004 года] // Правовая система «Консультант», 2015.

4. Российская Федерация. Законы. Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации: федеральный закон [официальный текст]: [принят Государственной Думой 16 сентября 2003 года: одобрен Советом Федерации 24 сентября 2003 года] // Правовая система «Консультант», 2015.

5. Официальный сайт Росреестра [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.rosreestr.ru>, свободный.

6. Комментарий к Федеральному закону от 24 июля 2007 г. №221-ФЗ «О государственном кадастре недвижимости» [Электронный ресурс] практическое пособие / Е.А. Бевзюк, Т.А. Бирюкова, А.Н. Васильев, А.В. Галяева, Н.П. Санакоева, А.А. Царенко, С.А. Шишелова, И.В. Шмидт. Электронные текстовые данные. – Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2013. – 246 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/19235>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю.

7. Российская Федерация. Законы. О государственном кадастре недвижимости [Электронный ресурс]: федеральный закон: [принят Государственной Думой 4 июля 2007 г.: одобрен Советом Федерации 11 июля 2007 г.]. – Режим доступа: [www. http://base.consultant.ru](http://www.base.consultant.ru), свободный.

8. Российская Федерация. Законы. О государственной регистрации недвижимости [Электронный ресурс]: федеральный закон: [принят Государственной Думой 3 июля 2015 г.: одобрен Советом Федерации 8 июля 2015 г.]. Режим доступа: [www. http://base.consultant.ru](http://www.base.consultant.ru), свободный.

УДК 631.6.02

В.В. Нейфельд, В.Г. Петрунькина

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И.Вавилова,
г. Саратов, Россия

ОСОБЕННОСТИ ВОЗДЕЙСТВИЯ ОВРАЖНО-БАЛОЧНОЙ СИСТЕМЫ НА ФОРМИРОВАНИЕ ГОРОДСКОЙ ТЕРРИТОРИИ

Овраги всегда вызывали интерес у людей – они были и защитниками, и врагами, в них устраивались поселения, и они же их разрушали. На протяжении многих веков человек использовал естественные овраги и боролся с образованием оврагов в результате своей деятельности.

Особенности выбора местоположения населенных пунктов привели к тому, что многие города находятся в областях с высокой степенью овражного расчленения. Первоначально торговые, транспортные и оборонительные потребности заставляли людей основывать населенные пункты на берегах рек. Э.А. Лихачева и др., считают, что вы-

бор участка для строительства города определялся рядом требований или группой характеристик удовлетворяющим этим требованиям [1].

Саратов является одним из ста крупных городов России с чрезвычайно сложной экологической обстановкой, обусловленной сочетанием природных и антропогенных факторов: сложным ярусным рельефом и тесным переплетением промышленных, селитебных и рекреационных зон.

Исследования по образованию оврагов на территории города показали, что нарушение сложившегося природного комплекса связано как под влиянием техногенного воздействия, но по законам природных процессов, так и без антропогенного вмешательства на больших склоновых водосборах под влиянием экстремальных природных обстоятельств.

В качестве основных факторов оврагообразования в пределах городской среды можно выделить: планировочные, строительные, эксплуатационные, коммуникационные (транспорт, трубопроводы). Степень их влияния на овражно-балочные системы изменяется в зависимости от антропогенной и техногенной нагрузки и обладает обратной связью.

Общая площадь оползнеопасных территорий в границах существующей и перспективной застройки г. Саратова составляет 23,5 км², на территориях подверженных оползневой опасности разрушаются дома, выходят из оборота земельные ресурсы, создаётся потенциальная опасность для жизни населения города (рис. 1.) [2].



Рис. 1. Схема размещения заброшенных карьеров в западной части территории г. Саратова, где: 1. Карьер в Октябрьском ущелье; 2. Карьер на ул. Вяземской; 3. Карьер в Смирновском ущелье; 4. Карьер завода силикатного кирпича

Стихийные свалки бытовых и промышленных отходов заполняют старые карьеры, западины в рельефе, покрывают склоны оврагов, а иногда и просто свободные участки вблизи жилых строений. Санкционированные места складирования отходов расположены вне основных жилых массивов, несанкционированные – повсюду. Особенно интенсивно загрязнены овражно-балочные и речные долины.

Можно констатировать, что чем больше уклоны поверхности на территории города, тем ниже комфортность условий проживания населения. Характер уклонов обуславливают увеличение физических нагрузок для пешеходов, опасность увеличения травматизма, особенно в зимнее время (гололёд), неудобства хозяйственной деятельности на

приусадебных участках в зонах частного домостроения и садоводческих объединениях и т.д.

Проблемы, связанные с активизацией экзогенных геологических процессов в Саратове, особенно заметно обострились в последние годы. Это связано с достижением опасной степени развития оползневых процессов в пределах Елшанско-Гусельской равнины, а также подтоплением и переувлажнением склоновых территорий и поймы реки, в результате интенсивной фильтрации грунтовых вод через слагающие склон породы.

Необходимо обратить внимание на то, что овраги обычно рассматриваются как объекты, постоянно создающие трудности для развития городской инфраструктуры, однако в оврагах и балках в городских условиях сохраняется естественная растительность, и они могут использоваться как рекреационные зоны. Овражно-балочные системы обеспечивают в зависимости от розы ветров вентиляцию городской территории и изменяют микроклимат в прилегающих к ним кварталах, являются естественными дренажными системами. Овражно-балочная сеть – потенциальный резерв земель под строительство и создания транспортных артерий в городах.

Для эффективного управления земельными ресурсами и объектами недвижимого имущества необходимо активно использовать новейшие инновационные технологии управления информацией, в том числе геоинформационные системы и геопортальные решения. [4]

Функционирование овражно-балочных систем в населенных пунктах еще недостаточно изучено и, как представляется, изучение процессов, протекающих в них, может принести вполне конкретные практические результаты.

Учет географической особенности муниципальных территорий, позволяет достоверно описать оперативное природное состояние окружающей среды, которая связана с условиями внутреннего и внешнего рынка использования природных ресурсов для динамичного развития отраслей экономики.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Город – экосистема / Лихачёва Э.А., Тимофеев Д.А., Жидков М.П. и др. М.: Медиа-ПРЕСС, 1996. – 336 с.
2. Доклад о состоянии и об охране окружающей среды Саратовской области (ежегодный). – Саратов, 2010–2015. – 210 с.
3. *Вертикова А.С., Нейфельд В.В.* Рекультивация и перспективы использования выработанных карьеров на территории города Саратова: [Текст]/ Матер. VI Всерос. Научно-практической конф. Специалисты АПК нового поколения. – Саратов, изд-во «КУБиК» 2012. – С 16–17.
4. *Васильев А.Н., Нейфельд В.В.* Особенности кадастрового учета особого объекта землепользования: методы и технологии: [Монография] – Саратов, изд-во «Наука», 2012. – 124 с.
5. *Васильев А.Н., Царенко А.А., Нейфельд В.В.* База данных кадастра и структуры мониторинга природных ресурсов // Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2012620333 от 14.02.2012 г.

М.К. Онаев¹, Р.Б. Туктаров², Р.Р. Гафуров²

¹Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана,
г. Уральск, Республика Казахстан

²Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов, Россия

ПРИМЕНЕНИЕ СПУТНИКОВЫХ ДАННЫХ ДЛЯ КАРТИРОВАНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА ЛИМАНОВ ЗАПАДНОГО КАЗАХСТАНА

Изучение качественных и количественных показателей растительного покрова возможно либо путем непосредственных полевых исследований, либо на расстоянии, с помощью технологий дистанционного зондирования Земли. Характерным признаком растительности и ее состояния является спектральная отражательная способность, а знания о связи структуры и состояния растительности с ее отражательными способностями позволяют использовать космические снимки для идентификации типов растительности и их состояния.

На территории Западно-Казахстанской области Республики Казахстан наиболее распространенным способом увлажнения почвы является лиманное орошение, играющее важную роль в создании устойчивой кормовой базы, производстве кормов с малыми затратами и улучшении социально-экономических условий жизни населения. Объект исследования – территория лимана 49 с.о. Тайпак Урало-Кушумской оросительно-обводнительной системы, состоящего из 35 чеков общей площадью 3877 га. Ранее проведенными исследованиями установлено, что затопление за последние 17 лет имело нерегулярный характер и нарушения технологического режима и перерывы в затоплении в период 2003-2013 гг. привели к значительному ухудшению эколого-мелиоративного состояния земель лиманного орошения, вырождению ценных видов растений на них, и снижению продуктивности естественного травостоя.

Для выполнения работы по оценке современного состояния растительного покрова лимана с использованием дистанционных методов использовались мультиспектральные спутниковые снимки высокого разрешения Landsat 8 (OLI). В качестве источников эталонной информации о состоянии характеристик растительного покрова использованы данные полевых геоботанических описаний, проведенные на ключевых участках лимана.

Анализ многоспектральных спутниковых данных проводился с использованием программного комплекса ENVI 5.2. Вычисление площадных характеристик объектов и картографическое оформление полученных материалов осуществлялось на базе ГИС-пакета ArcGIS 10.3.1. Для оценки состояния растительного покрова был выбран нормализованный дифференциальный вегетационный индекс NDVI, диапазоны значений которого для различных фитоценозов практически не перекрываются, а, следовательно, на наш взгляд, NDVI является более эффективным индексом для изучения и выявления вариаций растительного покрова.

В ходе исследований была проанализирована тенденция временного изменения NDVI на исследуемой территории для каждого из основных растительных сообществ лимана. Анализ значений вегетационного индекса NDVI за период май-август 2016 года показал, что динамику вегетации растительного покрова лимана можно разбить условно на два типа: с весенним и летним максимумами. Весенний максимум вегетации всех растительных сообществ приходится на начало мая, он типичен для сухих территорий, когда недостаток увлажнения вынуждает растительность максимально эффективно использовать накопленную за зиму влагу. Летний максимум значений вегетаци-

онного индекса приходится на вторую половину июня, он характерен для разнотравья, когда летней влаги достаточно для ее развития.

Сравнительный анализ расчетных значений за рассматриваемый период показал, что максимальная вариабельность NDVI и соответствие значений индекса определенным растительным сообществам лимана наблюдались по снимку с датой съемки 16 июня 2016 года.

Исследования показали, что самые низкие значения вегетационного индекса характерны для полынно-разнотравных, марьево-разнотравных и кермеково-разнотравных сообществ ($NDVI < 0,4$). По мере изменения соотношения видового состава сообществ с появлением в составе травостоя мезофитных видов трав наблюдается увеличение значений вегетационного индекса. Наиболее высокие значения индекса отмечаются в злаковых и злаково-разнотравных фитоценозах ($NDVI > 0,6$).

По результатам анализа данных геоботанических описаний была проведена эколого-доминантная классификация растительных сообществ до уровня ассоциаций. Были выделены 3 типа растительных ассоциаций, которым присвоены соответствующие диапазоны вегетационного индекса NDVI (табл. 1).

Таблица 1

Диапазоны значений вегетационного индекса NDVI для растительных ассоциаций лимана 49 с.о. Тайпак по данным ДЗЗ, 2016 г.

№ п/п	Растительные ассоциации	Диапазоны значений NDVI
1	Луговые (с доминированием в составе травостоя луговых злаковых растений: пырея ползучего, бекмании обыкновенной, лисохвоста лугового, мятлика лугового, житняка и других трав, как наиболее ценных в кормовом и средообразующем значении)	0,605–0,778
2	Степные (с доминированием в составе травостоя степных растений: разновидностей полыни, мари сизой и другого разнотравья)	0,453–0,605
3	Степные-полупустынные (с доминированием в составе травостоя малоценной пустынной растительности: кермека и других трав)	0,000–0,453

На основании результатов данной классификации было осуществлено масштабное картографирование состояния растительного покрова изучаемого лимана и определены площадные характеристики выделенных растительных ассоциаций. Площадь земель лимана, занятая луговыми растительными ассоциациями составила 1061 га или 27,4 %, степными ассоциациями – 46,0 % (1784 га) и степными-полупустынными – 26,6 % или 1032 га.

Полученная картина свидетельствует о деформации растительного покрова, развитии процессов деградации лиманных земель, проявляющихся в форме ксерофитизации и галофитизации коренных фитоценозов.

Таким образом, выявленные при помощи вегетационного индекса (NDVI) и полевых геоботанических исследований качественные характеристики геоботанического состояния растительных сообществ лимана 49 УКОСС дают возможность объективно оценивать состояние и структуру естественного травостоя земель лиманного орошения в пределах зоны сухих степей Западного Казахстана, а также имеют большое значение для планирования мероприятий, направленных на сохранение лиманов и повышение их экологической устойчивости.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Муратова Н.Р. Оценка состояния естественной растительности Прикаспийского региона в зависимости от погодных и ландшафтных особенностей / Н.Р. Муратова, С. Северская,

А.Г. Терехов // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2006. – В.3. – Т.2. – С. 351–358.

2. *Тарбаев В.А.* Мониторинг качественного состояния сельскохозяйственных угодий с помощью данных дистанционного зондирования / В.А. Тарбаев, А.С. Вертикова, Е.В. Милованова // Вавиловские чтения 2015. Сборник статей международной научно-практической конференции, посвященной 128-й годовщине со дня рождения академика Н.И. Вавилова. ФГБОУ ВО Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова, 2015. – С. 258–259.

3. *Черепанов А.С.* Вегетационные индексы / А.С. Черепанов // Геоматика. – 2011. – №2. – С. 98–102.

4. *Ongayev M.* Assessment of The Current State of Vegetation of Estuaries in The Zone of Dry Steppes of Western Kazakhstan / M. Ongayev, R.B. Tuktarov, Zh. Tassanova, S. Denizbayev // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. September-October 2016. – RJPBCS 7(5) – P. 382–389.

УДК 002.665.050.2

О.С. Осипова, Л.К. Верина

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов, Россия

ВОЗМОЖНОСТИ ЭЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА В КАДАСТРОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

В соответствии с действующим законодательством, кадастровой деятельностью являются выполнение работ в отношении недвижимого имущества в соответствии с установленными федеральным законом требованиями, в результате которых обеспечивается подготовка документов, содержащих необходимые для осуществления государственного кадастрового учёта недвижимого имущества, сведения о таком недвижимом имуществе, и оказание услуг в установленных федеральным законом случаях [1].

Весь объем информации и сведений с 2017 года содержится в единой базе – Единый государственный реестр недвижимости (ЕГРН). В настоящее время, по сведениям Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии, благодаря объединению 1800 разрозненных баз, создан унитарный информационный ресурс. На официальном сайте Росреестра через сеть Интернет физическое или юридическое лицо имеет возможность воспользоваться такими электронными услугами, как государственная регистрация прав, государственный кадастровый учет, получение сведений из ЕГРН. Таким образом, происходит электронный документооборот.

Система электронного документооборота способствует упрощению процесса оформления и получения документации, сокращению сроков проведения данных процессов и уменьшению размер затрат на выполнение операций.

Для подачи документов на сегодня требуется обратиться в МФЦ или территориальный орган Росреестра. При этом срок регистрации прав составляет 10 рабочих дней со дня приема заявления и необходимых документов или трех рабочих дней, если подаваемые документы нотариально удостоверены.

Если же документы заверены нотариально и подаются в электронном виде, то регистрация проводится в течение одного рабочего дня, следующего за днем приема документов, что намного сокращает срок проведения и ожидания своих правоустанавливающих документов, при этом стоимость услуги остается неизменной [2].

В настоящее время представленный способ подачи документов не пользуется популярностью, но доля документов поданных в электронном виде постепенно увеличивается.

За период работы системы, более чем в 2,5 раза увеличилось число обращений физических лиц, несмотря на требование удостоверения поданных в электронном виде документов ЭЦП.

При подачи документов в электронном виде граждане получают выписку из ЕГРН. Это обусловлено тем, что с 1 января 2017 года Свидетельства на право собственности, выдаваемые ранее в бумажном виде заменены выписками ЕГРН. Следовательно, для заявителя отсутствует необходимость подачи и получения документов в бумажном виде, и преимущество оказывается на стороне электронного документооборота.

Подача документов в электронном виде предполагает проведение процедур регистрации и кадастрового учета в минимальные сроки, таким образом, сокращаются расходы на различные виды работ.

Подача электронных документов в Росреестр производится в формате PDF. Исключения составляют межевой план, технический план, акт обследования и другие технические документы, предоставляемые в формате XML-схемы.

Помимо представленных положительных сторон, существуют так же и недостатки системы электронного документооборота, выявленные в процессе ее эксплуатации:

1. Цифровой носитель, на котором хранится вся информация может быть утеряна в случае поломки жесткого диска. И чтобы документы не были потеряны, нужно регулярно делать резервные копии во внешней системе.

2. Безопасность электронного ресурса не всегда стабильна именно поэтому некоторые документы необходимо иметь в бумажном виде.

3. Процесс перехода на электронный документооборот невозможно провести за короткое время для этого может потребоваться не один год.

Несмотря на представленные недостатки, система электронного документооборота, используемая Росреестром, позволит значительно сократить затраты труда и материальных ресурсов на регистрацию объектов недвижимости и оформление прав на нее.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Российская Федерация. Законы. О кадастровой деятельности: федер. закон №221 [Электронный ресурс]: [принят Гос. Думой 24 июля 2007 г.: с измен. на 03.07.2016] – Режим доступа: <http://base.garant.ru/>, свободный.

2. О государственной регистрации недвижимости: федеральный закон от 13.07.2015 г. № 218-ФЗ. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://base.garant.ru/>, свободный.

УДК 332.21:347.235

А.С. Попова, И.В. Шмидт, А.А. Царенко

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов, Россия

ВРЕМЕННЫЕ И РАНЕЕ УЧТЕННЫЕ ЗЕМЕЛЬНЫЕ УЧАСТКИ В НОВОМ КАДАСТРЕ НЕДВИЖИМОСТИ

С 1 января 2017 года прекратил свое действие Федеральный закон «О государственном кадастре недвижимости», часть его положений, регулирующих кадастровую деятельность, перешла в Федеральный закон «О кадастровой деятельности».

Вступил в силу Федеральный закон от 13.07.2015 № 218-ФЗ «О государственной регистрации недвижимости», в котором определены:

- состав и правила ведения ЕГРН;

- требования к документам, представляемым для осуществления государственного кадастрового учета и (или) государственной регистрации прав, к межевому плану, акту обследования, техническому плану;
- порядок и особенности осуществления, а также основания отказа в осуществлении государственного кадастрового учета или государственной регистрации прав;
- порядок предоставления сведений, содержащихся в ЕГРН;
- права и обязанности государственного регистратора прав;
- особенности подготовки тех. плана здания, сооружения, помещения, объекта незавершенного строительства;
- ответственность при осуществлении государственного кадастрового учета недвижимого имущества и государственной регистрации прав на недвижимое имущество, ведении ЕГРН, предоставлении из него сведений.

В данной статье хотелось бы обратить внимание на нововведение п.7 ст. 72 Федерального закона от 13.07.2015 № 218-ФЗ «О государственной регистрации недвижимости». Изменения в данной статье касаются временного характера сведений о земельных участках (временные земельные участки), которые в соответствии с ФЗ «О государственном кадастре недвижимости» могли стоять на кадастровом учете без регистрации прав на объект недвижимости в течение пяти лет с даты присвоения кадастрового номера в Едином государственном реестре недвижимости [1].

В соответствии с принятым ФЗ «О государственной регистрации недвижимости» при кадастровом учете не будут образовываться временные земельные участки. Временные участки, созданные до 1 января 2017 года, будут сохраняться до момента государственной регистрации права либо аренды для участков государственной и муниципальной собственности, но не позднее 1 марта 2022 года [2].

После 1 марта 2022 года сведения об объектах недвижимости, которые носят временный характер, исключаются из Единого государственного реестра недвижимости. Кроме этого сохраняется возможность снять с учета временный участок по заявлению собственника участка, из которого был образован новый, а если участок образован из земель, государственная собственность на который не разграничена, то заявления органа государственной власти или местного самоуправления.

Много вопросов вызывает п. 3 статьи 70, в которой определено, что орган регистрации прав в соответствии с установленными правилами ведения Единого государственного реестра недвижимости снимает с государственного кадастрового учета земельный участок, учтенный в установленном законодательством Российской Федерации порядке до 1 марта 2008 года, в случае, если сведения о правообладателях таких участков отсутствуют в Едином государственном реестре недвижимости. Такие ранее учтенные земельные участки вызвали немало проблем при формировании и кадастровом учете объектов недвижимости при строительстве линейных объектов (электрические сети, газопровод и т.д.) [3]. Особенно много ранее учтенных земельных участков было сформировано на землях сельскохозяйственного назначения путем выделения земельных долей. А правообладателей на такие участки найти было крайне сложно из-за нежелания наследников вступать в наследство, из-за отсутствия финансирования у органов местного самоуправления.

На сегодняшний день кадастровый учет и регистрация прав на объект недвижимости осуществляется одновременно, что облегчает и ускоряет оформление недвижимости. Таким образом, прежде чем зарегистрировать право на объект недвижимости, сначала необходимо провести его кадастровый учет и внести сведения о нем.

С 1 января 2017 года эту процедуру можно сделать одновременной, кроме нескольких исключений: создание объекта недвижимости на основании разрешения на ввод объекта капитального строительства в эксплуатацию, которое представлено органом государственной власти, местного самоуправления или корпорацией «Росатом» в порядке меж-

ведомственного взаимодействия; прекращение существования объекта, права на который не зарегистрированы в ЕГРН; изменение основных характеристик объекта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Комментарий к Федеральному закону от 24 июля 2007г. №221-ФЗ «О государственном кадастре недвижимости» [Электронный ресурс] практическое пособие / Е.А. Бевзюк, Т.А. Бирюкова, А.Н. Васильев, А.В. Галяева, Н.П. Санакоева, А.А. Царенко, С.А. Шишелова, И.В. Шмидт. Электрон. текстовые данные. – Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2013. – 246 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/19235>. – ЭБС «IPRbooks», по паролю. <http://docs.cntd.ru/document/499087884>.

2. Российская Федерация. Законы. О государственной регистрации недвижимости [Электронный ресурс]: федер. закон : [принят Гос. Думой 3 июля 2015 г.: одобрен Советом Федерации 8 июля 2015 г.: по состоянию 29 июля 2017 г.]. – Режим доступа: [www.http://base.consultant.ru,ru](http://base.consultant.ru,ru), свободный.

3. *Васильев А.Н.* Применение современных кадастровых технологий на основе ГИС / А.Н. Васильев, А.А. Царенко, И.В. Шмидт. – Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. - Издательство: Издательский дом «Панорама». – 2012. – №5(89). – С. 82–70.

УДК 332.3

Ю. А. Прохоренко, А. А. Царенко

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов, Россия

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КАДАСТРОВЫЙ УЧЁТ ЛЕСНЫХ ЗЕМЕЛЬ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Все леса, за исключением лесов, расположенных на землях обороны и землях населенных пунктов, а также земли лесного фонда, не покрытые лесной растительностью (лесные земли и нелесные земли), образуют лесной фонд. Границы земель лесного фонда определяются путем ограничения земель лесного фонда от земель иных категорий в соответствии с материалами лесоустройства. Изъятие лесных земель под лесами I группы из состава лесного фонда осуществляется на основании решений Правительства РФ. Не изъятые из других категорий земель лесные земли показываются в прежней категории, соответствующей их правовому состоянию на момент составления отчета [6].

В состав земель лесного фонда входят лесные и нелесные земли. К лесным землям относятся земли, покрытые лесной растительностью и не покрытые ею, но предназначенные для ее восстановления (вырубки, гари, погибшие древостои, редины, пустыри, прогалины, площади, занятые питомниками, не сомкнувшимися лесными культурами, и иные). К нелесным землям относятся земли, предназначенные для нужд лесного хозяйства (земли, занятые просеками, дорогами, сельскохозяйственными угодьями и другие), а также иные земли, расположенные в границах лесного фонда (земли, занятые болотами, каменистыми россыпями, и другие неудобные для использования земли) [1, 2].

По сравнению с 2010 годом площадь земель лесного фонда к 2017 году увеличилась на 0,4 тыс. га за счет перевода земель из категории земель сельскохозяйственного назначения в категорию земель лесного фонда в целях создания, использования, охраны, защиты, воспроизводства защитных лесов, за счет районов области увеличились земли лесного фонда:

- в Вольском районе, Распоряжением Правительства Саратовской области от 09.03.2011 №54-Пр; от 26.07.2011 №211-Пр;
- в Романовском районе, Распоряжением Правительства Саратовской области от 28.06.2011 №162 [6].

В настоящее время в России кадастровый учёт лесных земель особо охраняемых природных территорий введётся в трёх реестрах:

- по особо охраняемым природным территориям (далее – ООПТ) федерального значения;
- по ООПТ регионального значения;
- по ООПТ местного значения [3].

Кроме того, статьёй 3 Федерального закона № 199-ФЗ от 29 декабря 2004 года были внесены изменения в Федеральный закон № 33-ФЗ от 14 марта 1995 года «Об особо охраняемых природных территориях», закрепившие за органами государственной власти субъектов РФ права принятия решений об образовании природных парков и утверждения положений о них по согласованию с федеральным органом исполнительной власти в области охраны окружающей среды и соответствующими органами местного самоуправления.

Федеральный закон от 29 декабря 2004 года № 199-ФЗ внес изменения в ряд статей Лесного кодекса Российской Федерации, закрепив за субъектами РФ полномочия в области использования, охраны, защиты лесного фонда и воспроизводства лесов, осуществляемые за счет субвенций из федерального бюджета:

- тушение лесных пожаров в лесном фонде на территории субъекта Российской Федерации;
- осуществление прав владения, пользования и распоряжения лесами, ранее находившимися во владении сельскохозяйственных организаций, их охрана, защита и воспроизводство. В том числе к этим полномочиям относятся:
 - принятие решений о предоставлении участков лесного фонда в аренду, безвозмездное пользование и краткосрочное пользование;
 - организация и проведение лесных конкурсов и лесных аукционов;
 - определение ставок лесных податей;
 - выдача лесорубочного билета, ордера и (или) лесного билета;
 - разрешение проведения в лесном фонде строительных работ, добычи полезных ископаемых, прокладки коммуникаций и выполнения иных работ, не связанных с ведением лесного хозяйства и осуществлением лесопользования, если для этого не требуется перевода лесных земель в нелесные земли или перевода земель лесного фонда в земли других категорий;
 - обеспечение проведения лесоустройства;
 - обеспечение воспроизводства лесов;
 - обеспечение защиты лесов от вредителей и болезней леса;
 - проведение мероприятий по профилактике лесных пожаров, противопожарному обустройству [10].

Отражая внесенные изменения в Лесной кодекс РФ вспомним, о нормах Земельного и Гражданского кодексов РФ, которые формируют принципы Лесного и Водного кодексов РФ, а также не надо забывать о кадастровых отношениях основным специальным нормативным правовым документом, которого является Федеральный закон «О государственной регистрации прав на недвижимое имущество и сделок с ним» [9, 1]. Ставя на государственный кадастровый учёт лесные земли особо охраняемых природных территорий важно регистрировать право собственности на них.

Рассмотрим несколько примеров ООПТ Саратовской области. Национальный парк «Хвалынский» – жемчужина Поволжья, самый крупный и, несомненно, самый важный объект в сети особо охраняемых природных территорий Саратовской области [7]. Это один из самых молодых среди 35 российских природоохранных объектов данного

уровня и единственный национальный парк в Нижнем Поволжье. Уникальность его природы связана с тем, что Хвалынские горы, в пределах которых расположен парк – самые высокие на Приволжской возвышенности. Хвалынское Приволжье является типичным и в то же время чрезвычайно своеобразным уголком юго-восточной части Русской равнины [8]. Профиль: комплексный (ландшафтный, биологический, гидрологический, культурно-исторический). Местоположение: останцовый массив Приволжской возвышенности «Хвалынские горы» и часть долины р.Терешки в окрестностях г.Хвалынска. Площадь: 25 500 га, охранная зона 114924 га.

Государственный природный степной зоологический заказник федерального значения «Саратовский». Уникальность Саратовской области состоит в том, что здесь гнездится 80-85% российской популяции дрофы, занесенной в Красную книгу Международного союза охраны природы и природных ресурсов (Список МСОП-96), в Приложение II к Конвенции СИТЕС и в Красную книгу Российской Федерации. В целях охраны и воспроизводства ценных видов животных (в первую очередь дрофы) и сохранения среды их обитания на территории Саратовской области в 1983 году приказом Главного управления охотничьего хозяйства и заповедников при Совете Министров РСФСР от 16 мая 1983 года №166 был создан Государственный республиканский степной зоологический заказник «Саратовский» на площади 44302 га [4]. Основной задачей заказника является сохранение, восстановление, воспроизводство ценных в хозяйственном, научном и культурном отношении охотничьих животных, редких и находящихся под угрозой исчезновения видов, в первую очередь дрофы и стрепета, а также гнездящихся лебедей, колонии журавлей, водоплавающих на пролете, сохранение среды их обитания, поддержание общего экологического баланса. На территории заказника и его отдельных участках постоянно или временно запрещается или ограничивается любая деятельность, если она противоречит целям создания заказника или причиняет вред природным комплексам и их компонентам.

Памятник природы «Кумысная поляна» организуется в пределах одноименного лесопаркового лесхоза. Памятник природы занимает поверхность и склоны Лысогорского плато, которое представляет фрагмент верхней, наиболее древней поверхности выравнивания Приволжской возвышенности, включенный в черту города. Абсолютная высота плато, на котором расположена Кумысная поляна, составляет 280 метров. Выделяются плоские водораздельные поверхности и расчленённые склоны плато. Они изрезаны ущельями и оврагами, некоторые из которых признаны наиболее чистыми районами города. В целом, плато достаточно своеобразно. Кумысная поляна – отличное место для занятия спортом. Здесь часто можно встретить спортсменов и просто любителей здорового образа жизни. Парк «Кумысная поляна» идеально подходит для прогулок, бега, поездок на велосипеде, на лыжах. Площадь: 3987 га [5].

В заключении отметим, что вопрос государственного кадастрового учёта лесных земель особо охраняемых природных территорий не раз обсуждался и обсуждается не только на региональном уровне, но и на федеральном. Особое внимание уделяется спорным моментам правоприменительной практике возникающие при закреплении границ ООПТ в государственном кадастре недвижимости. В этой связи члены Совета Федерации, депутаты Государственной Думы, представители федеральных органов исполнительной и судебной власти, исполнительные органы государственной власти субъектов Российской Федерации, научные учреждения и экспертные сообщества активно обсуждали судьбу ООПТ в целях обеспечения их сохранности. В рамках охраны и использования земель особо охраняемых территорий и объектов решили, что необходимо достижение баланса между их развитием, сохранением, использованием и охраной для построения эффективной правовой политики, не только земельного законодательства, но и в области земельно-кадастровых отношений и устойчивого пространственного развития общества в целом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Комментарий к Федеральному закону от 24 июля 2007г. №221-ФЗ «О государственном кадастре недвижимости» [Электронный ресурс] практическое пособие / Е.А. Бевзюк, Т.А. Бирюкова, А.Н. Васильев, А.В. Галеева, Н.П. Санакоева, А.А. Царенко, С.А. Шишелова, И.В. Шмидт. Электрон. текстовые данные. – Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2013. – 246 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/19235>. – ЭБС «IPRbooks», по паролю. <http://docs.cntd.ru/document/499087884>
2. Российская Федерация. Законы. Об охране окружающей среды. [Электронный ресурс]: [федер. закон : принят Гос. Думой 20 декабря 2001 г.: по состоянию на 29 июля 2017 г.]. – Режим доступа: [www. base.garant.ru](http://www.base.garant.ru), свободный.
3. Российская Федерация. Законы. О государственном кадастре недвижимости [Электронный ресурс]: федер. закон: [принят Гос. Думой 4 июля 2007 г.: одобр. Советом Федерации 11 июля 2007 г.]. – Режим доступа: [www. http://base.consultant.ru](http://www.base.consultant.ru), свободный.
4. Бондарчук А.С. «Совершенствование государственного кадастрового учёта лесных земель особо охраняемых природных территорий» // РБК. – 2013. – 5(10). – С. 35–36.
5. Петров В. В. Экологическое право России. Учебник для вузов. – М.: Издательство БЕК. – 2015. – 557 с.
6. Официальный сайт. Учет земель особо охраняемых территорий и объектов [Электронный ресурс] – Режим доступа http://studopedia.ru/8_13234_uchet-zemel-osobo-ohranaemih-territoriy-i-ob-ektov.html.ru., свободный.
7. Gumba H. M. Planning in construction / H. M. Gumba. – М.: ASV, 2011. – 248 с.
8. Прохорено Ю.А., Царенко А.А. Анализ использования особо охраняемых природных территорий // Экологические, правовые и экономические аспекты рационального использования земельных ресурсов: Сб. статей II меж. научно-прак. конф. посвященной году экологии в России [Электронный ресурс]. – Саратов: ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2017. – 211 с. – С 146–149.
9. Царенко А.А. Нормативно-правовое обеспечение кадастра недвижимости // Научное издание, Материалы IV Международной научно-практической конференции, 4 марта 2016 г. Актуальные проблемы землеустройства и кадастров на современном этапе [Электронный ресурс]. – Пенза: ПГУАС, 2017. – 356 с. – С. 324–329.
10. Российская федерация. Законы. О внесении изменений и дополнений в Лесной кодекс Российской Федерации [Электронный ресурс]: федер. закон: [изменениями на 29 декабря 2004 года] (утратил силу с 08.12.2006 на основании Федерального закона от 04.12.2006 N 201-ФЗ). – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru>., свободный.

УДК631.9

Е. В. Прохорова, А. А. Царенко, И. В. Шмидт, С.А. Киреева

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И.Вавилова,
г. Саратов, Россия

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ В САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Земельные ресурсы являются пространственным базисом для социально-экономической деятельности человека, источником минеральных ресурсов, а в сельском хозяйстве – основное средство производства для получения урожая, продуктов питания и сырья для промышленности.

На современном этапе развития региона и страны в целом важным является правильная организация территории в системе комплексного планирования использования земельных ресурсов в сфере кадастра для принятия правильных управленческих решений в эколого-социально-экономической сфере [12].

Планирование развития территории, базирующиеся на экономической теории, является инструментом определения экономических показателей, позволяющим выявить

наиболее эффективные методы регулирования социально-экономических процессов в обществе [13].

Огромное количество сельхозугодий в Саратовской области сегодня используется не эффективно. Сохранение, стабилизация и восстановление земельно-ресурсного потенциала региона во многом обеспечивается посредством систематического проведения агротехнических, агрохимических, мелиоративных, фитосанитарных, противоэрозионных и иных мероприятий [12]. Важным аспектом является правовое обеспечение использования земель. Федеральным законом «О государственном кадастре недвижимости» установлены основные положения ведения государственного кадастра недвижимости и кадастрового учета [3]. Изменения, вступившие в силу с принятием федерального закона «О государственной регистрации недвижимости» обязывают землепользователей более ответственно использовать земельные ресурсы.

За несоблюдение норм и требований действующего земельного законодательства Кодексом об административных правонарушениях РФ предусмотрена административная ответственность в виде штрафов, приостановления деятельности, но, к сожалению, не все сельхозпроизводители, землепользователи понимают необходимость постоянной заботы о плодородии используемых ими земель. Таким образом, присутствует необходимость усиления мер, направленных на организацию эффективного землепользования, качественного учета и оценки, защиту земель от деградации и на контроль за их целевым использованием [6].

Актуальность данной статьи заключается в выявлении наиболее эффективного метода сохранения и улучшения состояния земель сельскохозяйственного назначения в Саратовской области.

Законодательство устанавливает обязанности сельскохозяйственных землепользователей по рациональному использованию земель, применению эффективных систем земледелия, борьбе с эрозией и другими вредными процессами, приводящими к разрушению почв, проведению обязательных мероприятий, связанных с сохранением и улучшением земель, повышением почвенного плодородия [9].

Основные направления деятельности государственных органов, а также права и обязанности землепользователей в сфере сохранения, воспроизводства и повышения плодородия сельскохозяйственных земель регламентируются Федеральным законом «О государственном регулировании обеспечения плодородия земель сельскохозяйственного назначения», в соответствии с которым владельцы, пользователи и арендаторы сельскохозяйственных земель обязаны:

- осуществлять сельскохозяйственное производство способами, обеспечивающими воспроизводство плодородия земель;
- соблюдать правила и нормативы проведения агротехнических, мелиоративных, противоэрозионных и агрохимических мероприятий;
- представлять сведения в компетентные органы об использовании агрохимикатов и о фактах загрязнения почв и деградации земель и др. [8].

В рамках исполнения функции по осуществлению государственного земельного надзора территориальными органами Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии, Федеральной службы по ветеринарному и фитосанитарному надзору и Федеральной службы по надзору в сфере природопользования проводятся контрольно-надзорные мероприятия [11].

В октябре-ноябре 2016 г. Управление Россельхознадзора провело контрольно-надзорные мероприятия на земельном участке сельскохозяйственного назначения, расположенном на территории Лысогорского муниципального района Саратовской области. В ходе проведения данных мероприятий установлен факт порчи плодородного слоя почвы на площади 0,2436 га. Порча земли допущена собственником путем слива хозяйственных стоков.

В начале августа 2017 года, при проведении плановой выездной проверки в отношении ИП главы КФХ «Г», Вольского района Саратовской области выявлено множество нарушений требований земельного законодательства. В хозяйстве не проводятся агрохимические мероприятия: в почву пахотных земель не вносятся минеральные и органические удобрения с целью восполнения баланса питательных элементов, содержащихся в почве и необходимых для роста и развития растений, отсутствует научно обоснованный севооборот, как агротехнический прием сохранения плодородия почв при возделывании сельскохозяйственных культур, в хозяйстве не ведется книга истории полей.

В апреле 2016 г. Управлением Россельхознадзора по Саратовской области проведены контрольно-надзорные мероприятия на земельном участке сельскохозяйственного назначения, расположенном на территории Белогорновского муниципального образования Вольского района Саратовской области и установлен факт порчи плодородного слоя почвы на площади 200 м² путем смешивания плодородного слоя почвы с материнской породой (глиной) [4].

Современное состояние сельскохозяйственных угодий в области, нарастающая динамика негативных качественных показателей земель дают основание говорить о том, что основные тенденции ухудшения общей экологической обстановки в агропромышленном комплексе и снижение плодородия почв сохранятся и в перспективе [1].

Земли сельскохозяйственного назначения требуют значительных затрат на их реабилитацию и воспроизводство плодородия, но в результате недостатка финансовых средств катастрофически сократилось применение минеральных и органических удобрений для восполнения питательных веществ, вынесенных с урожаем сельскохозяйственных культур, средств защиты растений, не проводятся работы по улучшению почв с солонцовыми комплексами [10].

Для предупреждения возможных нарушений необходимо проводить мероприятия в следующих направлениях:

1. Повышение заинтересованности лиц, использующих земли в сохранении и воспроизводстве плодородия почв путем экономического стимулирования средствами федерального бюджета, бюджетов субъектов РФ, местных бюджетов, а также средств, поступающих в порядке штрафов и из иных источников. Важно усовершенствовать выделение средств регионального или местного бюджетов для восстановления земель, нарушенных не по вине лиц, использующих эти земли, предоставление льгот, освобождение от платы за земельные участки, находящиеся в стадии сельскохозяйственного освоения, в период, предусмотренный проектом производства работ, установление повышенных цен на экологически чистую продукцию и др.

2. Повышение эффективности работы по выявлению несанкционированных свалок, карьеров на землях сельскохозяйственного назначения, порчи плодородного слоя почвы в результате разлива нефтепродуктов, нерационального применения пестицидов и агрохимикатов, снятия и перемещения плодородного слоя почвы, очень важно усовершенствовать взаимодействие с муниципальными органами власти для предупреждения нарушений юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями [7];

3. Усиление деятельности по проведению административных обследований и плановых рейдовых осмотров и усиление контроля по выявлению неиспользуемых земельных участков и вовлечению их в сельскохозяйственный оборот путем принятия административных мер, инициирования изъятия земель, расторжения договоров аренды, повышения налоговой ставки на неиспользуемые земельные участки [5].

Для эффективного принятия комплексных решений и реализации последовательных подходов, рассчитанных на долгосрочный период необходимо усилить функции по контролю, обеспечить актуализацию информации об использовании земель на муниципальном уровне. Одним из направлений, позволяющих рационализировать и оптимизировать работу, по осуществлению функций управления земельными ресурсами на мес-

тах является внедрение современного программного обеспечения. Использование земельно-информационной системы позволяет консолидировать и оптимизировать большой объем необходимой для эффективного управления земельными ресурсами данных, содействует выявлению неиспользуемых земель и включению их в рыночный оборот [2]. Также необходимо значительно ужесточить меры по взысканию с виновных лиц ущерба, причиненного почвам как объекту охраны окружающей среды, по фактам нарушений земельного законодательства, связанным с порчей земель, их захлаплением и загрязнением. Повышение штрафов серьезно отразится на материальном состоянии не добросовестных землевладельцев и явится стимулирующим фактором повысит их гражданскую ответственность за сохранять земельных ресурсов.

В заключение хотелось бы сказать, что Саратовская область – один из немногих регионов страны, обладающий огромными земельными ресурсами. Каждое поколение человечества должно не только пользоваться благами земли, но и сохранять преумножать их, чтобы оставить потомкам все в первозданном виде.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Донскова М.С.* Оценка эффективности использования земельных ресурсов в сельском хозяйстве России // Российский экономический интернет-журнал. Институт исследования товародвижения и конъюнктуры оптового рынка (Москва) [Электронный ресурс]. – № 3, 2010. – С. 54–61.
2. *Киреева С.А., Царенко А.А.* Земельно-информационные системы в сфере управления земельными ресурсами муниципального уровня // Аграрный научный журнал. Естественные, технические, экономические науки. – 2017. Ежемесячный журнал № 8. – Саратов, 2017. – 100 с. – С. 11–13.
3. Комментарий к Федеральному закону от 24 июля 2007г. №221-ФЗ «О государственном кадастре недвижимости» [Электронный ресурс] практическое пособие / Е.А. Бевзюк, Т.А. Бирюкова А.Н. Васильев, А.В. Галаева, Н.П. Санакоева, А.А. Царенко, С.А. Шишелова, И.В.Шмидт Электрон.текстовые данные. – Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2013. – 246 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/19235>. – ЭБС «IPRbooks», по паролю.
4. Официальный сайт управления Федеральной службы по ветеринарному и фитосанитарному надзору по Саратовской области [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://rsn-saratov.ru>., свободный.
5. Российская Федерация. Законы. Земельный кодекс Российской Федерации [Электронный ресурс]: [федер. закон : принят Гос. Думой 28 сен. 2001 г.: по состоянию на 29 июля 2017 г.]. – Режим доступа: [www. base.garant.ru](http://www.base.garant.ru), свободный.
6. Российская Федерация. Законы. Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях [Электронный ресурс]: [федер. Закон : принят Гос. Думой 20 декабря 2001г.: по состоянию на 29 июля 2017г.]. – Режим доступа: [www. base.garant.ru](http://www.base.garant.ru), свободный
7. Российская Федерация. Законы. О государственном кадастре недвижимости [Электронный ресурс]: федер. закон: [принят Гос. Думой 4 июля 2007 г.: одобр. Советом Федерации 11 июля 2007 г.]. – Режим доступа: [www. http://base.consultant.ru](http://base.consultant.ru), свободный.
8. Российская Федерация. Законы. О государственном регулировании обеспечения плодородия земель сельскохозяйственного назначения. От 16.07.1998 N 101-ФЗ по состоянию на 07 августа 2017г. – Режим доступа: [www. consultant.ru](http://www.consultant.ru), свободный.
9. Российская Федерация. Законы. О крестьянском (фермерском) хозяйстве. [Электронный ресурс]: [федер. закон : принят Гос. Думой 11 июля 2003 г.: по состоянию на 23 июля 2014 г.]. – Режим доступа: [www. base.garant.ru](http://www.base.garant.ru), свободный.
10. Российская Федерация. Законы. Об охране окружающей среды. [Электронный ресурс]: [федер. закон : принят Гос. Думой 20 декабря 2001 г.: по состоянию на 29 июля 2017 г.]. – Режим доступа: [www. base.garant.ru](http://www.base.garant.ru), свободный.
11. Российская Федерация. Законы. Об утверждении Положения о государственном земельном надзоре [Электронный ресурс]: [федер. закон :принят Гос. Думой 2 января 2015 г.: по состоянию на 07 августа 2017г.]. – Режим доступа: [www. base.garant.ru](http://www.base.garant.ru), свободный.

12. Царенко А.А., Храмушина Ю.Н. Анализ качественного состояния почв Калининского района Саратовской области // Правовые, экономические и экологические аспекты рационального использования земельных ресурсов: Сб. статей международной научно-прак. конф. 19–20 мая 2016. г. Саратов. – Саратов: ООО «Амирит», 2016. – 98 с. С. 69–72.

13. Царенко А.А. Планирование использование земельных ресурсов с основами кадастра: учебное пособие / А.А. Царенко, И.В. Шмидт. – М: Альфа-М: ИНФАРМ, 2014. – 400 с.: ил.+Доп. материалы [Электронный ресурс] – Режим доступа [http:// www.znaniium.com](http://www.znaniium.com)]. – (Бакалавриат).

УДК 338.14

О.С. Солдатова, Р.Р. Ахмеров

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов, Россия

ПОЛОЖЕНИЕ МО ЯСНОПОЛЯНСКОЕ В СИСТЕМЕ РАССЕЛЕНИЯ МУНИЦИПАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ЩЕКИНСКОГО РАЙОНА ТУЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

Анализ показателей развития хозяйственного комплекса МО Яснополянское за последнее время, при учёте социально-экономической ситуации в стране, позволяет высказать следующие предположения по перспективам развития территории поселения [1].

Щекинский район расположен в Тульской области, в северо-восточной части Среднерусской возвышенности. Административный центр муниципального образования Щекинский район расположен в 25 км к югу от г. Тула [4].

Земельно-ресурсный потенциал оценивается как один из важнейших факторов возможного развития жизненного пространства и среды обитания населения [2].

Важнейшими социально-экономическими показателями формирования градостроительной системы любого уровня являются динамика численности населения. Наряду с природной, экономической и экологической составляющими они выступают в качестве основного фактора, влияющего на сбалансированное и устойчивое развитие территории МО Яснополянское [3].

На свободных территориях в МО Яснополянское предусматривается один вид нового жилищного строительства (застройка индивидуальными жилыми домами), а также комплексное развитие промышленных и коммунальных территорий, социальной, инженерной и транспортной инфраструктуры. Для повышения инвестиционной привлекательности поселения необходимо обеспечить повышение качества среды обитания, улучшение архитектурного облика застройки [5].

Динамика изменения численности населения за период 2013–2016 гг. представлена на рис. 1. Также приводится динамика миграционных показателей МО Яснополянское, чел. на рис. 2.

Выводы:

1. Расселение на территории поселения компактное. Население проживает в населенных пунктах в основном в п. Головеньковский.
2. Основная градостроительная деятельность развивается в п. Головеньковский и на прилегающей территории.
3. Состав и расположение функциональных зон в основном соответствует расселению и не сдерживает развитие поселения.

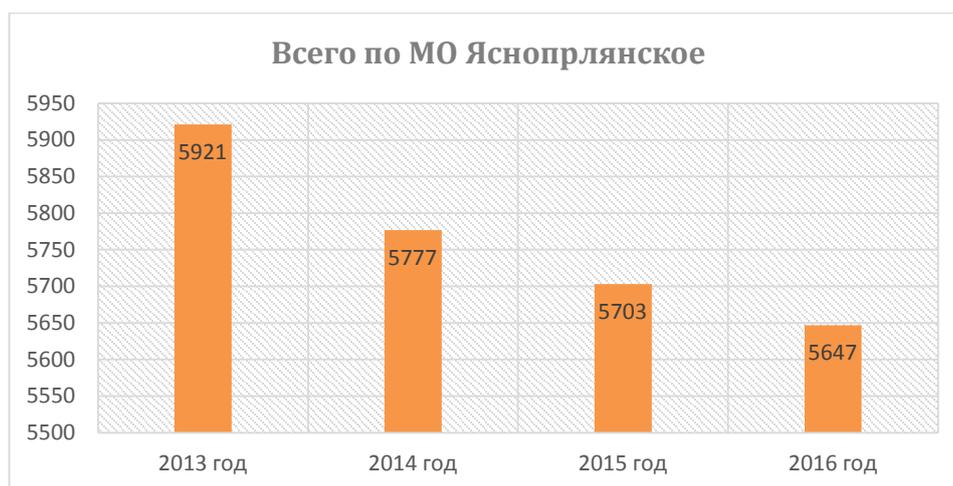


Рис. 1. Динамика изменения численности населения МО Яснополянское (2013–2016 гг.)

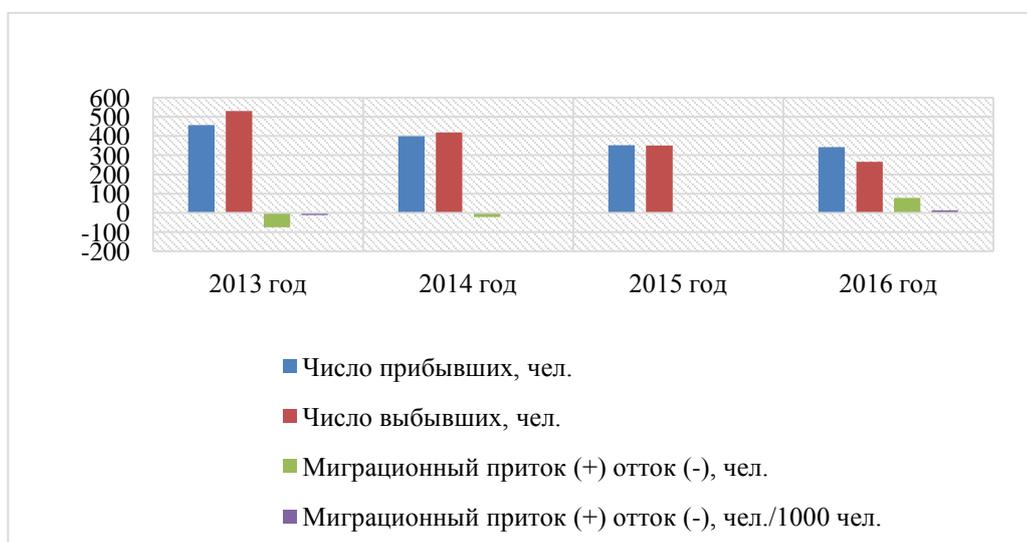


Рис. 2. Динамика миграционных показателей МО Яснополянское, чел.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Градостроительный кодекс Российской Федерации (№ 190-ФЗ от 29.12.2004, с посл. изм. и доп.).
2. Земельный кодекс Российской Федерации (№ 136-ФЗ от 25.10.2001, с посл. изм. и доп.).
3. Закон Тульской области от 29.12.2006 № 785-ЗТО «О градостроительной деятельности в Тульской области».
4. Закон Тульской области «Об административно-территориальном устройстве Тульской области» № 954-ЗТО от 27.12.2007 (ред. от 18.12.2008).
5. Постановление Правительства Тульской области «Об утверждении региональных нормативов градостроительного проектирования в Тульской области» (№ 492 от 24.07.2013, с посл. изм. и доп.).

Д.Д. Спиридонова, Л.К. Верина

Саратовский государственный аграрный университет имени Н. И. Вавилова,
г. Саратов, Россия

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ МОНИТОРИНГА ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Российская Федерация является одной из ведущих стран в мире по площади, занимаемой сельскохозяйственными угодьями. Так, по данным Росреестра, площадь земель сельскохозяйственного назначения РФ на 01.01.2016 г. составляла 383,7 млн га. Это примерно 23 % всего земельного фонда страны.

В соответствии с земельным кодексом РФ, землями сельскохозяйственного назначения признаются земли, находящиеся за границами населенного пункта и предоставленные для нужд сельского хозяйства, а также предназначенные для этих целей [1].

Каждый год из земель сельскохозяйственного назначения исключают значительные площади из-за ухудшения экологического состояния земель, развития эрозионных процессов, засоления, загрязнения химическими веществами. Деградирующая почва не может выполнять свои функции полноценно. Это создает угрозу экологической и продовольственной безопасности. Поэтому нужен контроль за состоянием почвы и уровнем плодородия, для этого необходимы мониторинговые исследования, с целью разработки программ по сохранению и восстановлению плодородия почв, а также с целью систематических наблюдений за состоянием и использованием земель сельскохозяйственного назначения.

Согласно ст. 67 п.1 Земельного Кодекса Российской Федерации, государственный мониторинг земель является одной из составных частей мониторинга окружающей среды и представляет собой систему наблюдений за состоянием земельного фонда для своевременного выявления изменений, их оценки, прогноза, предупреждения и устранения последствий негативных процессов [1].

Основными задачами государственного мониторинга земель является:

1. Своевременное выявление изменений состояния земель, оценка этих изменений, прогноз и выработка рекомендаций по предупреждению и устранению последствий.
2. Информационное обеспечение государственного земельного надзора.
3. Обеспечение граждан информацией о состоянии окружающей среды в части состояния земель.

Мониторинг осуществляется исходя из единой системы показателей на основе методических и нормативно-технических документов, утверждаемых Федеральным агентством кадастра объектов недвижимости по согласованию с федеральными органами исполнительной власти [2].

Получение информации при осуществлении мониторинга может производиться с использованием следующих методов:

- дистанционного зондирования;
- сети постоянно действующих полигонов;
- наземных съемок, наблюдений и обследований;
- соответствующих фондов данных.

В ст. 67 п.3 Земельного кодекса РФ государственный мониторинг земель в зависимости от целей наблюдений подразделяется на мониторинг использования земель и мониторинг состояния земель [1].

Для ведения мониторинга сельскохозяйственных земель, в первую очередь, собирается и обрабатывается информация о качественном состоянии почв, содержании в них микроэлементов, урожайности, интенсивности агропроизводства и пр. Эта информация

нуждается в постоянной актуализации, систематизации и обработке. В дальнейшем, результаты, полученные при ведении мониторинга сельхозземель, могут быть использованы для решения множества проблем в области землепользования и землеустройства [3].

Полученные в процессе мониторинга данные используют в докладе о состоянии и использовании земель в РФ, который ежегодно представляет Федеральное агентство кадастра объектов недвижимости в Правительство Российской Федерации.

В соответствии с Концепцией развития государственного мониторинга земель сельскохозяйственного назначения и земель, используемых или предоставленных для ведения сельского хозяйства в составе земель иных категорий, и формирования государственных информационных ресурсов об этих землях на период до 2020 года государственный мониторинг сельскохозяйственных земель включает систему оперативных, периодических и базовых наблюдений за изменением качественного и количественного состояния земель сельскохозяйственного назначения, проводимых с определенной периодичностью.

Для реализации задач, указанных в Концепции развития государственного мониторинга земель сельскохозяйственного назначения, необходимо взять за основу уже имеющийся интернет-портал публичной кадастровой карты, расширив и дополнив его данными других федеральных органов исполнительной власти, что позволит создать государственный информационный ресурс в виде единого банка данных.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Российская Федерация. Законы. Земельный кодекс Российской Федерации [официальный текст]: [принят Гос. Думой 28 сен. 2001 г.: по состоянию на 03.07.2016 г.] // Справочно-правовая система «Консультант», 2017. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>, свободный.

2. *Тарбаев В.А.* Мониторинг и агроэкологическая оценка земель [Текст]: учеб. пособие / В.А. Тарбаев – Саратов, 2013.

3. *Тарбаев В.А.* Мониторинг качественного состояния сельскохозяйственных угодий с помощью данных дистанционного зондирования [Текст] / В.А. Тарбаев, А.С. Вертикова, Е.В. Милованова // Вавиловские чтения – 2015. Сборник статей международной научно-практической конференции, посвященной 128-й годовщине со дня рождения академика Н.И. Вавилова. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова». – 2015. – С. 258–259.

УДК. 631.67

П. В. Тарасенко, М. И. Морозов

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов, Россия

ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ МЕЛИОРАЦИИ НА ЮГО-ВОСТОКЕ САРАТОВСКОГО ЗАВОЛЖЬЯ

Александрово-Гайский район расположен в северной части Прикаспийской низменности в зоне южных полынно-злаковых полупустынных степей характеризующихся неоднородностью растительного покрова. Земельный фонд района составляет 227,1 тыс. га. На сельскохозяйственные угодья приходится 97,2 % территории, состоящей в основном (82,2 %) из пастбищ и сенокосов, часть из которых располагается на орошаемых сельскохозяйственных землях (3085 га, из них фактически орошаются 736 га).

При изучении состояния и использования орошаемых земель в Александрово-Гайском районе было выявлено три периода их развития.

Первый период (1952–1972 гг.) – начало масштабной мелиорации в районе, связанной с введением в эксплуатацию в 1952 г. 32600 га Малоузенской системы лиманного орошения (МСЛО), состоящей из отдельных лиманов: «Заря», «Урусов», «Хреновой», «Крутой» и др.

Эти лиманы находились в пойме р. Малый Узень и затапливались за счет вод весеннего стока. Талая вода подпиралась плотиной и затем разливалась по обе стороны от русла, аккумулируясь в понижениях.

Лиманное орошение создало благоприятные условия для развития луговой растительности, что стимулировало рост животноводческой отрасли.

По данным Н.С. Кистанова [2, 3] через 15 лет функционирования МСЛО ее состояние оценивалось как относительно благоприятное.

Второй период развития мелиорации в районе (1972–1992 гг.) связан с переводом орошаемого земледелия на гарантированное снабжение волжской водой орошаемых земель и населенных пунктов в бассейнах Большого и Малого Узеней, с помощью запущенного в 1972 г. Саратовского обводнительно-оросительного канала им. Е.Е. Алексеевского. Это событие подтолкнуло к строительству и пуску в 1984 г. Бурдинской инженерной системы лиманного орошения (БСЛО), состоящей из 9 ярусов.

Сравнение результатов анализа водных вытяжек 1976–1984 г. (данные Приволжгипроводхоза) и в 1998–1999 гг. [7] свидетельствуют о том, что на БСЛО за 15-ти летний период ее эксплуатации не произошло ухудшения солевого режима почв.

На МСЛО (15 тыс. га) до 1990–1992 гг. наблюдалась в основном положительная картина. Почвенный покров земель этой системы сформировался в естественных условиях, обусловленных разливами Малого Узеня и по запасам гумусовых веществ приближался к южным черноземам. Почвогрунты были выщелочены от солей на глубине до 1 и более метров. На лимане относительно пресные ГВ воды находились на глубине 2,0–3,0 м и использовались для водоснабжения многолетних трав.

Все лиманные земли в этот период занимали весомое значение в сельскохозяйственном производстве. Падины отводились под зернопаровые севообороты, с урожайностью зерновых до 1,0–2,4 т/га. На лиманах сенокосы и давали в сухие годы 1,0–1,2, во влажные – 2,0–2,2 т/га сена.

Основной особенностью периода большого ирригационного освоения территорий, со значительной водной нагрузкой на агроландшафты и при очень слабом оттоке ГВ, стало развитие процессов деградации земель района, вызванное масштабным поднятием уровня грунтовых вод (УГВ).

Проведенная в 1991 г. комплексная СВЧ – радиометрическая и КВ – радиолокационная аэросъемки выявили, что на площади 90 тыс. га Александрово-Гайского района грунтовые воды поднялись ближе 3 м от поверхности, а на 38 тыс. га (на 12,5 % территории) – ближе 1 м. Около 35 % сельскохозяйственных угодий района были подвержены подтоплению, особенно – в районе Варфоломеевки, Ветелки, Байгуза и Александрово-Гая [6].

Третий период (1993–2016 гг.) характеризуется изменением длительно сложившегося водно-солевого режима в почвогрунтах лиманов, вследствие значительного сокращения водной нагрузки. Начавшиеся политико-экономические процессы в стране, платность водопользования и отсутствие финансирования оросительно-обводнительных систем, развал коллективных хозяйств и появление многочисленных мелких собственников стали причиной сокращения подачи воды на лиманы.

На Бурдинской системе расположенной на возвышенных участках мезорельефа изменение водного режима не ухудшило эколого-мелиоративное состояние агроландшафтов, так как на ней имелся слабый отток грунтовых вод в сторону нижерасположенной территории.

В отличие от БСЛО в МСЛО расположенной в пойме реки Малый Узень условий для оттока грунтовых вод не было. Основной механизм опреснения почв лимана был основан на миграции солей за пределы лимана под напором оросительной воды (более 3,5–5,0 тыс. м³/га) и выпотном режиме их локализации в почвогрунтах.

Если раньше, при ежегодном затоплении образовывался «бугор» ГВ, который растекался в стороны, перераспределяя соли за пределы лиманов, то при отсутствии затопления развитая корневая система многолетних трав, интенсивно впитывала опресненную «водную подушку». В этих условиях УГВ стал опускаться ниже уровня, расположенного за пределами ярусов, что привело к обратному току рассола ГВ (40–50 г/л) в лиманы.

По данным ВолжНИИГиМ [1], до 25 % площади МСЛО были полностью деградированы. А остальная часть почв территории в той или иной степени стала засоленной. Изменение водного режима и ухудшение эколого-мелиоративного состояния орошаемых земель отразились на сельскохозяйственном производстве Александрово-Гайского района.

В период с 1990 г по 1999 гг. сократились: посевные площади с 94 до 20 тыс. га; площади сенокосов – с 19,4 до 9,0 тыс. га.; объемы заготовки сена – с 12,75 до 3,35 тыс. т; поголовье КРС – с 18,98 до 9,82 тыс. голов; поголовье овец и коз – с 179,11 до 32,64 тыс. голов [5]. В настоящее время (2016 г.) в районе поголовье скота не превышает 21,4 тыс. условных голов [4].

В современных эколого-экономических условиях Александрово-Гайского района развитие кормопроизводства невозможно без модернизации орошаемого земледелия, ориентированного на водо-, ресурсосбережение.

Улучшение эколого-мелиоративного состояния лиманов возможно путем сокращения размеров ярусов до 50–100 га, уменьшения норм затопления до 2000–3000 м³/га и перехода на водные ресурсы местного стока.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анализ влияния осеннего и весеннего затопления лиманов на их продуктивность и природоохранную обстановку массива: отчет НИР / ГУ ВолжНИИГиМ. – Энгельс, 1999. – 84 с.
2. Кистанов Н. С. Передвижение карбонатов в луговых почвах лиманов Заволжья / Н. С. Кистанов // Мелиорация орошаемых земель в Поволжье / Тр. ВолжНИИГиМ. – Саратов, 1972. – Том III. – Ч.1. – С. 117–125.
3. Кистанов Н. С. Мелиоративное состояние естественных лиманов Малоузенской системы лиманного орошения / Н. С. Кистанов // Тр. ВолжНИИГиМ. – Саратов, 1970. – Том I. – Ч. 1. – С. 353–371.
4. Официальный сайт администрации Александрово-Гайского района [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://algay.sarpm.ru/razvitiye-agropromyshlennogo-kompleksa>.
5. Сельское хозяйство Саратовской области: Стат. сборник / Саратовский областной комитет госстатистики – Саратов, 2000. – 199 с.
6. Подмарев С. А. Ресурсосберегающий режим затопления и продуктивность кормовых культур при лиманном орошении в полупустынной зоне Саратовского Заволжья: Автореф. дис. к. с.-х. наук / С. А. Подмарев. Саратов, 2003. – 26 с.
7. Технический отчет по агрохимическому и солевому обследованию почв лимана Бурдинский Алтайского района / ГУ Саратовская гидрогеолого-мелиоративная партия. – Энгельс, 1999. – 24 с.

Р.Б. Туктаров, Р.Р. Гафуров

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов, Россия

ВОПРОСЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И ОХРАНЫ ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ МИКРОЗОНЫ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Проблема организации рационального использования сельскохозяйственных земель не является новой, её разрешением занимались и занимаются в настоящее время многие исследователи.

Результаты исследований, проведенные научными учреждениями региона на территории районов Юго-восточной микрозоны Саратовской области свидетельствуют о том, что нерациональное использование земельных ресурсов привело к сокращению продуктивных земель, снижению их плодородия и уменьшению производства сельскохозяйственной продукции, ухудшению экологической обстановки.

Целью наших исследований является анализ современного состояния использования земель сельскохозяйственного назначения Юго-восточной микрозоны Саратовской области и разработка мер по организации их рационального использования и охраны на примере территории Варфоломеевского муниципального образования Александрово-Гайского района Саратовской области. По агроклиматическому районированию Саратовской области рассматриваемая территория относится к сухому району, жаркому подрайону и имеет ряд отрицательных сторон, такие как засушливость и сухость климата.

Земли сельскохозяйственного назначения занимают наибольший удельный вес – 99,0 % в структуре земельного фонда образования. Основную долю в структуре занимают сенокосы и пастбища – 87 %, а на долю пахотных угодий приходится 13 %. В настоящее время пашня по своему назначению не используется. На этой площади идёт процесс восстановления естественного травостоя.

Особую ценность в условиях засушливого климата Варфоломеевского

МО представляют орошаемые сельскохозяйственные угодья (лиманские земли). Территория Варфоломеевского МО подвержена прогрессирующим процессам опустынивания земель. Основными типами опустынивания территории являются природное и антропогенное (связанное с ирригацией) засоление земель и деградация растительного покрова пастбищ.

Природными предпосылками опустынивания земель являются трансформация растительного покрова в сторону ксерофитизации растительности и деградация почвенного покрова. Распашка природных кормовых угодий под пахотные угодья, водная и ветровая эрозия почв, перевыпас скота на пастбищах, нарушения режима полива орошаемых земель и другие антропогенные воздействия создали дополнительные предпосылки для развития негативных процессов использования земель. Определяющим фактором современного процесса опустынивания земель Варфоломеевского МО является существенное нарушение гидрохимического режима территории. Произошел повсеместный подъем уровня грунтовых вод и его стабилизация на глубине 2,0–2,5 м; основной фон их минерализации 20–30 г/л, что является верхним пределом, при котором большинство растений (не галофитов) прекращают потреблять влагу для продукционных процессов. В результате подъема грунтовых вод и их активном участии в суммарном испарении все почвы системы в той или иной степени засолены.

Результаты оценки антропогенной нагрузки и деградационных процессов земель сельскохозяйственного назначения рассматриваемой территории с использованием

геопространственной информации показали, что за период с 2000 по 2016 гг. произошли значительные изменения в состоянии растительного покрова рассматриваемой территории, характеризующие активизацию процессов опустынивания земель, деградации почвенного и растительного покрова, потери почвенного плодородия.

Для проведения дистанционной оценки состояния территории были использованы 16-ти дневные композитные изображения данных NDVI (нормализованный вегетационный индекс), полученные радиометром MODIS, установленного на спутниках Terra и Aqua.

Уровень деградации растительного покрова земель Варфоломеевского МО был оценен на основе рекомендуемой шкалы соответствия значений NDVI, ОПП (общего проективного покрытия растительного покрова) и уровней деградации.

Согласно полученным данным, площадь растительного покрова, соответствующая уровню «норма» к 2016 году уменьшилась в 2,6 раза по сравнению с 2000 годом. При этом произошло значительное усиление деградации растительного покрова земель со смещением на уровень «кризис» (в 1,3 раза). Площади растительного покрова с уровнем деградации «риск» и «бедствие» изменялись скачкообразно в течение всего рассматриваемого периода, но в целом за период значительного усиления деградации по этим категориям не произошло. В соответствии с представленными данными по состоянию на 2016 год основная часть 50,27 % или 31,575 тыс. га от совокупной площади территории муниципального образования находилась на уровне деградации «кризис», 28,25 % или 17,744 тыс. га соответствовала уровню деградации «риск», 14,16 % или 8,892 тыс. га – уровню «бедствие» и только 7,33 % или 4,606 тыс. га находилась на уровне «норма» (табл. 1).

Таблица 1

Динамика уровня деградации растительного покрова земель Варфоломеевского МО по диапазонам значений вегетационного индекса NDVI

Диапазон NDVI	Уровень деградации	2000 год		2005 год		2010 год		2016 год	
		тыс. га	%						
<0,4	бедствие	9,653	15,36	2,552	4,06	13,652	21,74	8,892	14,16
0,4-0,5	кризис	24,203	38,53	27,826	44,30	26,205	41,72	31,575	50,27
0,5-0,7	риск	16,943	26,97	25,053	39,88	17,197	27,38	17,744	28,25
0,7-0,9	норма	12,018	19,13	7,387	11,76	5,763	9,18	4,606	7,33
Итого		62,817	100,00	62,817	100,00	62,817	100,00	62,817	100,00

Подводя итоги проведения оценки современного состояния развития Варфоломеевского муниципального образования, тенденций и уровня использования земель сельскохозяйственного назначения, можно отметить, что дальнейшее развитие территории должно идти по следующим направлениям:

– создание условий эффективного и рационального использования земель сельскохозяйственного назначения, приостановление сокращения орошаемых площадей, реконструкция и вовлечения их в хозяйственный оборот;

– воссоздание и расширение ресурсной базы животноводства (кормовая база, поголовье скота).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Российская Федерация. Законы. Земельный кодекс Российской Федерации [Электронный ресурс]: [федер. закон : принят Гос. Думой 28 сен. 2001 г.: по состоянию на 08 марта 2015 г.] – Режим доступа: <http://base.consultant.ru>, свободный.

2. Бекмухамедов Н.Э. Оценка информативности разных вегетационных индексов для определения проективного покрытия пастбищ [Электронный ресурс] / Н.Э. Бекмухамедов, Н.Р. Муратова // Сельское, лесное и водное хозяйство. – 2013. – № 1 / – Режим доступа: <http://agro.snauka.ru/2013/01/830> (дата обращения: 14.09.2017), свободный.

3. Выявление динамики изменения площадей земель, подверженных опустыниванию на федеральном полигоне государственного мониторинга земель «Александрово-Гайский» Саратовской области [Текст]: Технический отчет о выполнении работ по наряд-заказу №77 Д-4 от 13.08.2009 г. / ФГУП «Госзекадастръёмка» – ВИСХАГИ; Руководитель Лиферов А. И.; Отв. исполн. Янюк В. М. – Саратов, 2009. – 117 с.

4. Мурашева А.А., Тарбаев В.А., Галкин М.П. Анализ показателей мониторинга сельскохозяйственных земель // Аграрный научный журнал. –2014. – № 8. – С. 27–31.

5. Тарбаев В.А. Опустынивание как один из факторов снижения плодородия почв [Текст] / В.А. Тарбаев, М.И. Морозов // Вавиловские чтения – 2016. Сборник статей международной научно-практической конференции, посвященной 129-й годовщине со дня рождения академика Н.И. Вавилова. ФГБОУ ВО Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова, 2016. – С. 390–392.

УДК 332.624

У.Ю. Чернова, А.С. Шиганов

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов, Россия

ОШИБКИ В ОПРЕДЕЛЕНИИ КАДАСТРОВОЙ СТОИМОСТИ ЗЕМЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ: ПРИЧИНЫ И ПУТИ УСТРАНЕНИЯ

Наличие права собственности на земельные участки предполагает определенные обязанности, возлагаемые государством на собственника. В соответствии с Земельным Кодексом РФ одной из обязанностей землевладельцев является своевременная уплата налога.

Согласно статье 378.2 Налогового Кодекса РФ налог на имущество и налог на землю с 2015 года стал калькулироваться на основе кадастровой стоимости, пришедшей на смену инвентаризационной.

Причина изменения в том, что кадастровая стоимость, учитывающая такие факторы, как месторасположение, близость к инфраструктуре, престижность земельного участка или квартиры, приближена к рыночной стоимости объекта, тогда как инвентаризационная – учитывает только лишь себестоимость материалов строения и износ. Кадастровая стоимость, таким образом, отражает реальную стоимость объекта и в разы превышает инвентаризационную.

Переход к новой модели исчисления налога, повлек его резкое повышение, что стало причиной несогласия собственников с величиной кадастровой стоимости. Механизм оспаривания кадастровой стоимости представлен двумя способами. Собственник может обратиться в комиссию по рассмотрению споров о результатах определения кадастровой стоимости, которые функционируют в каждом субъекте страны при управлении Росреестра. Или добиваться её перерасчета в судебном порядке.

Согласно представленным Росреестром данным за период 2014–2016 год включительно в комиссию поступило 108 947 заявлений, по итогам рассмотрения которых суммарная кадастровая стоимость объектов снизилась на 28,3 %, что в денежном эквиваленте составило 4,481 трлн руб. Подчеркивается, что подавляющая часть споров возникает относительно земельных участков. Очевидно, оценка этого вида объектов недвижимости наиболее сложна.

За тот же период 2014–2016 годов в суды РФ поступило 86 882 иска о пересмотре величины кадастровой стоимости. Основанием для большей части исков стало установление кадастровой стоимости объекта равной его рыночной стоимости. По этому основанию было инициировано 35 193 спора. На начало 2017 года на рассмотрении остаются 46 споров, начатых в 2016 году; 854, начатых в 2015 и 3366 споров, продолжающихся с 2016 года. Таким образом, подавляющая часть судебных споров относительно размера кадастровой стоимости разрешается в краткие сроки, однако не исключены и затяжные судебные процессы.

Искоренение ошибочных данных о величине кадастровой стоимости продолжается также в 2017 году. По данным Росреестра за первую половину 2017 года – период с 01.01.2017 по 31.07.2017 комиссиями было принято 29 181 заявление о пересмотре кадастровой стоимости относительно 65 532 объектов недвижимости. Результатом стало падение налоговой базы на 14,5 %. За тот же период времени в судах было рассмотрено 6385 споров о размере кадастровой стоимости в отношении 11 810 объектов недвижимости. Согласно принятым решениям суммарная величина кадастровой стоимости по данным объектам понизилась на 37,3 % или 173,7 миллиардов рублей.

Непрекращающиеся споры и перерасчеты свидетельствуют, что при определении кадастровой стоимости были допущены ошибки, исправление которых ложится на плечи собственников.

Анализ данных Росреестра показывает, что на протяжении трех с половиной лет суммарная кадастровая стоимость объектов, относительно которых возникал спор, стабильно понижалась. Суд и комиссии при Росреестре в подавляющем большинстве случаев пересматривают кадастровую стоимость в пользу собственника. Такой перерасчет кадастровой стоимости подтверждает ошибочность сведений Государственного кадастра недвижимости о кадастровой стоимости объектов, в особенности – земельных участков.

Расчет кадастровой стоимости в масштабах страны был проведен государством на основе информации нескольких источников – государственного земельного кадастра; данных, полученных при проведении землеустройства и других сведений. Таким образом, исходная информация была взята с достоверных баз данных, однако невозможно гарантировать полное отсутствие ошибок в первоисточнике.

Следующая причина ошибок – отсутствие уточненного списка критериев оценки с указанием их принципиальных особенностей. Как следует из Методических указаний по кадастровой оценке городских земель, Состав факторов стоимости определяется для каждого вида разрешенного использования земельных участков в составе земель населенных пунктов на основе примерного перечня факторов стоимости и анализа информации о рынке недвижимости субъекта РФ.

В то же время, не учтены качественные показатели наиболее ценных земель – сельскохозяйственного назначения.

В масштабах огромной страны проведение государственной оценки каждого отдельно взятого участка экономически не обоснованно, так как влечет за собой огромные затраты временных и денежных ресурсов. Таким образом, факторы стоимости определялись для совокупности земельных участков, если они расположены на схожих территориях. Метод массовой оценки, которым и проводилось определение кадастровой стоимости земель, исключает выявление и учет индивидуальных особенностей земельных участков.

Однако для земель сельскохозяйственного назначения необходимо применять иные подходы к определению их кадастровой стоимости. Необходимо проведение зонирования таких земель с учетом их плодородия. В этом случае так же сохранится возможность использования массовой оценки земель.

Итак, внедрение нового способа расчета земельного налога не прошло безболезненно. Совершенные ошибки и просчеты носят скорее механический характер и вполне

оправдываются масштабами изменений. Выбранный государством курс развития земельной политики экономически обоснован. Следующим этапом должно стать повсеместное исправление ошибок, выведение кадастра недвижимости на новый уровень, отвечающий более высоким требованиям точности информации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Приказ Министерства экономического развития и торговли РФ от 15 февраля 2007 г. N 39 (в ред. от 11.01.2011 г.) «Об утверждении Методических указаний по государственной кадастровой оценке земель населенных пунктов» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://base.garant.ru/>, свободный.

2. Янюк В.М. Механизмы зонирования сельскохозяйственных земель с учетом плодородия почв [Текст] / В.М. Янюк, В.А. Тарбаев, Л.К. Верина, Г.О. Липидина // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель, 2016. – № 5. – С. 32–40.

3. Янюк В.М. Анализ качества результатов кадастровой оценки земель сельскохозяйственного назначения (на примере Энгельсского района Саратовской области) [Текст] / Янюк В.М., Котенко Ю.А., Дудник Н.Е. // В сборнике: Правовые, экономические и экологические аспекты рационального использования земельных ресурсов Сборник статей международной научно-практической конференции, 2016. – С. 80–84.

УДК 332.3

В.М. Янюк, М.И. Морозов, А.В. Долгирев, Ю.И. Шадау

Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова,
г. Саратов, Россия

ВЫЯВЛЕНИЕ НАРУШЕНИЙ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА НА ЗЕМЛЯХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ МАГИСТРАЛЬНЫХ ГАЗОПРОВОДОВ В САРАТОВСКОМ ЗАВОЛЖЬЕ

В России наметилась устойчивая тенденция экономического роста и инвестиционной активности. В связи с этим важное значение имеет совершенствование процесса предоставления земельных участков для строительства объектов ключевых отраслей и транспортной инфраструктуры, связи, без которых невозможно капитальное строительство, расширение и реконструкция объектов промышленности. В настоящее время условия работы трубопроводного транспорта характеризуются естественным старением магистральных газопроводов, повышением требований к их экологической безопасности и необходимостью поддержания линейной части магистральных газопроводов в работоспособном состоянии для бесперебойного оказания договорных обязательств по экспорту углеводородного сырья. Работы по реконструкции магистральных газопроводов, сопровождаются выполнением работ с нарушением почвенного покрова.

Выявление нарушений почвенного покрова проводилось в границах земельного участка кадастровый номер 64:01:060401:33, расположенного в Саратовской области, Александрово-Гайском районе на территории Новоалександровского округа. При обследовании земельного участка было установлено, что почвенный покров представлен комплексом светло-каштановых маломощных глубоко слабо солончаковатых солонцеватых тяжелосуглинистых почв, солонцов глубоких и средних тяжелосуглинистых (10–25 %) и лугово-каштановых среднемощных глубоко слабо солончаковатых тяжелосуглинистых (5–10 %). Содержание гумуса в светло-каштановых почвах составило – 2,28 %, солонцах – 1,73 %, лугово-каштановых – 4,04. Полученные данные по содержанию гумуса в почвах с не нарушенной частью участка хорошо согласуются с крите-

риальными показателями, принятыми для гумусово-аккумулятивного (верхнего) горизонта диагностируемых почвенных разновидностей. Средневзвешенное содержание гумуса в 20 сантиметровом слое почв комплекса составляет 2,31 %.

По результатам химического анализа образцов почв на обследуемом участке можно выделить 4 зоны по степени нарушенности почв (рис., табл.).

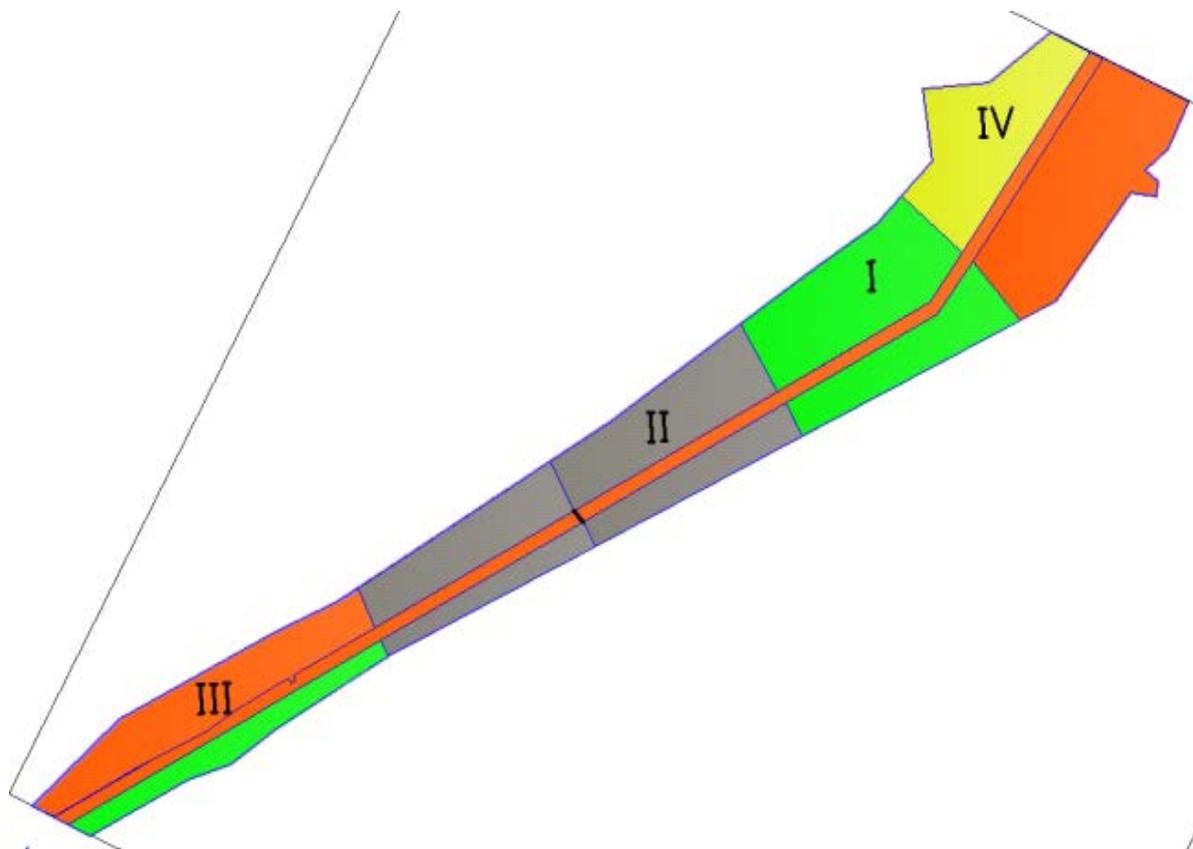


Схема расположения зон по степени проявления нарушения почв

В первую зону – слабой интенсивности нарушения почв попадают массивы, в которых содержание гумуса варьирует от 2,17–2,24 % при среднем значении 2,21 %. На этой части участка нарушение было связано с наличием на поверхности небольшого по мощности слоя технозёма (перемешанных горизонтов почв с породой). Проведенная при биологической рекультивации вспашка на глубину 27–30 см переместила технозём в нижнюю часть пахотного слоя. Таким образом, сnivelировалось влияние этого слоя технозёма на содержание гумуса в поверхностном 20 см слое.

Во вторую и третью зоны попадают участки с средней и сильной интенсивностью нарушения почв. К зоне сильного нарушения отнесены площади, где потери гумуса превышают 20 %. В зону сильного нарушения попадает осевая часть участка в виде полосы шириной 12 метров, по центру которой проходит трасса газопровода. В этой зоне находятся также те площади, где осуществлялись работы связанные с большими объемами выемки и складирования грунта. В среднем по зоне сильного нарушения потери гумуса составляют 31–36 %.

К зоне средней интенсивности отнесены массивы, где потери гумуса находятся в интервале 10–20 %. Снижение запасов гумуса в этой зоне более чем на 10 %, связано с наличием более мощного слоя технозёма на поверхности после проведения технической рекультивации, чем в зоне слабого нарушения. Поэтому после вспашки в поверхностном 20 см слое по прежнему остаётся значительная доля технозёма, в отличие от зоны слабого нарушения, где основная часть технозёма переместилась глубже 20 см.

Расчёт потерь гумуса в нарушенных почвах земельного участка и доз навоза, необходимых на биологическую рекультивацию

Объект	Номер образца почв	Содержание гумуса, %	Ср. значение содержания гумуса, %	Потери гумуса			Доза навоза на биолог.рекультивацию, т/га	Площадь зоны с нарушенными почвами, га	Доза навоза на рекультивацию земель в зоне, т	Суммарная доза навоза на всю площадь, т
				% от веса	т.га	% от исходных запасов				
Зона слабой интенсив.нарушения почв	7	2,22	2,21	0,1	2,5	4,3	29	4,41	130	1292
	8	2,17								
	9	2,20								
	10	2,24								
Зона средней интенсив.нарушения почв	2	2,08	1,96	0,35	8,75	15,2	103	2,71	279	
	6	1,92								
	11	1,89								
Зона сильной интенсивности нарушения почв	1	1,58	1,48	0,83	20,75	35,9	244	3,62	884	
	3	1,55								
	4	1,33								
	12	1,46								
Зона не нарушенных почв	5	2,77						1,22		

Практически на всём участке для почв характерна повышенная щёлочность, показателем, которой служит рН водной вытяжки. Интервал этого показателя для слабощелочных почв 7,5–8,5. Повышенная щёлочность характерна для преобладающих солонцеватых светло-каштановых почв и солонцов, у которых величина рН в верхнем 20 см слое составляет, соответственно 8,2 и 8,4.

В иллювиальном горизонте солонцов величина рН возрастает, а само высокое значение рН служит косвенным подтверждением высокого содержания поглощённого натрия, с которым и связана солонцеватость почв. Только у лугово-каштановых почв этот показатель попадает в интервал нейтральных.

Особое внимание изменению содержания гумуса уделяется потому, что по его значению ведётся расчёт дозы навоза, необходимой при биологической рекультивации нарушенных земель и именно он служит мерой восстановления потенциального плодородия почв. Значения доз навоза, обеспечивающих восполнение потерь гумуса приведено в разрезе выделенных зон нарушения почвенного покрова.

Расчитанные дозы навоза для зон средней и особенно сильной интенсивностью нарушения почв при разовом внесении вызовут нитратное загрязнение продукции. Это делает практически недостижимым процесс восстановления исходных запасов гумуса.

Можно сделать вывод, что ввиду малой мощности гумусированного слоя, преобладающих здесь светло-каштановых почв и солонцов (менее 20–25см), высокой комплексности почвенного покрова и явно выраженного микрорельефа, образующийся при срезке верхнего 30 см слоя технозём по своим параметрам не отвечает требованиям по целесообразности его использованию для биологической рекультивации. В этой связи

при проведении работ по реконструкции магистральных газопроводов на участках с комплексным почвенным покровом с высокой долей солонцов (более 25 %) должна быть исключена срезка верхнего слоя почвы в полосе строительных работ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Верина Л.К.*, Направления совершенствования рационального использования земельных ресурсов [Текст]/ Л.К. Верина, В.С. Лазарев. – Из-во. ООО ПКФ «Буква». – Ижевск: Сборник статей международной научно-практической конференции, посвященной 127-й годовщине со дня рождения академика Н.И. Вавилова, 2014.

2. *Решетов Г.Г.* Нарушенные почвы Саратовской области [Текст]/ Г.Г. Решетов, В.С. Белов, В.В. Корсак и др.- Саратовский государственный социально-экономический университет. – Саратов, 2008.

3. *Тарбаев В. А.* Управление земельными ресурсами в условиях их деградации на территории юго-востока Саратовской области [Текст]/ В. А. Тарбаев, О. В. Тараканов. – Пенза: Пензенская государственная сельскохозяйственная академия, 2016.

4. *Тарбаев В.А.* Агроэкологический мониторинг орошаемых агроландшафтов юго-востока Саратовского Заволжья [Текст] / В.А.Тарбаев, П.В. Тарасенко, А.В. Молочко, М.И. Морозов. – Саратов. Известия Саратовского университета. Новая серия. Науки о Земле. 2017. Т. 17. № 3.

5. *Тарбаев В.А.* Мониторинг качественного состояния сельскохозяйственных угодий с помощью данных дистанционного зондирования [Текст] / В.А.Тарбаев, А.С. Вертикова, Е.В. Милованова. – Саратов. Сборник статей международной научно-практической конференции, посвященной 128-й годовщине со дня рождения академика Н.И. Вавилова, 2015.

6. *Туктаров Б.И.* Проблемы землеустройства и мелиорации земель в Саратовской области: коллективная монография [Текст] / Б.И. Туктаров, Ю.М. Серов, Р.Р. Гафуров и др. – Саратов. Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова, 2008.

7. *Туктаров Р. Б.* Комплексный подход при организации рационального использования и охраны земель сельскохозяйственного назначения юго-восточной микрзоны Саратовской области [Текст] / Р. Б. Туктаров, В. А. Шадских, Д.Ш. Рамазанов, Р. Р. Гафуров // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. – 2015. – № 4 (20).

Содержание

Академик Н.И. Вавилов в контексте истории, общества и мировой науки

Буянкин В.И., Солонкин А.В. Программный труд академика Н.И. Вавилова для селекционеров, агрономов и практиков юго-востока страны	3
Гуськова И.Б., Степанов С.А. История издания «Происхождение видов» Ч. Дарвина в России: от Вавилова до Вавилова	8
Ледяев Т.Б. Николай Иванович Вавилов. Наследие великого ученого	10
Мамаджанов С.И., Мирсаидов Р., Халматова З.Т., Ахмедов Д.Д., Курбанов А.Ё. Династия Автономовых (к 120-летию со дня рождения учёного селекционера Автономова Анатолия Ивановича, основатель династии Автономовых – селекционеров по хлопководству)	12
Раменская М.Е. Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости Н.И. Вавилова: история открытия и восприятия, современное видение	16
Рязанцев Н.В. Учебно-исследовательская экспедиция Саратовского государственного аграрного университета «Дорогами Н.И. Вавилова по Северному Кавказу», посвящённая 130-летию со дня рождения Н.И. Вавилова	25
Садовникова Е.В. Отношение академика Н.И. Вавилова к изучению иностранных языков	28
Шадау Ю.И., Федюшкина Ю.С., Вавилов С.В. Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости	30

Современные методы в генетике и селекции

Автономов В.А., Каюмов У., Эгамбердиев Р.Р. Изменчивость, наследование и наследуемость признака «масса хлопка-сырца одной коробочки» у межсортовых, географически отдаленных гибридов F ₁ -F ₂ хлопчатника вида <i>G.Hirsutum L</i>	32
Автономов В.А., Ахмедов Д.Д., Мухаммадиев А., Арипов Х., Амантурдиев Ш.Б., Жумаев С. Процент пораженных растений <i>Th. Basicola</i> на 26.05.2016 г. в зависимости от воздействия ультрафиолетового облучения (УФО) сортов хлопчатника С-6524 и Наманган-77	35
Автономов В.А., Мухаммадиев А., Эгамбердиев Р.Р., Арипов Х. Проявление признака «полевая всхожесть семян» 2016 г. при изучении эффекта последствия ультрафиолетового облучения (УФО) оказанного на посевные семена и растения в 2015 г.	37
Автономов В.А., Эгамбердиев Р.Р., Аширкулов А., Курбонов А., Исроилов М. Производственные испытания и элитно-семеноводческая работа с сортом Наманган-102, проводимые в 2016 году, в условиях Ташкентской области	39
Амелин А.В. Использование физиологических знаний в селекции: достижения, проблемы и пути их преодоления	42
Ахмедов Д.Д., Автономов В.А., Жумаев С., Амантурдиев Ш.Б. Изучение признака «Микронейр» у межсортовых гибридов F ₁ -F ₂ средневолокнистого хлопчатника	49
Бандурина Ю.Ю., Лобачев Ю.В., Курасова Л.Г. Генетические исследования язычковых цветков у подсолнечника	52
Вертикова Е.А. Селекция конкурентно способных сортов зернового сорго в условиях Нижнего Поволжья	54
Гусева С.А. Комбинационная способность сортообразцов подсолнечника « <i>Helianthus annuus l.</i> » по элементам продуктивности в тестерных скрещиваниях	55
Доброногова А.С., Чередниченко М.Ю. Применение онтологий в системной биологии и биоинформатике	58
Древова А.Н., Чередниченко М.Ю. Индукция каллусогенеза в культуре <i>in vitro</i> видов рода <i>Thutius L.</i>	59
Ермолаева Г.И., Вертикова Е.А. Результаты производственных испытаний селекционной линии зернового сорго в условиях Саратовской области	61
Каргатова А.М., Степанов С.А., Шесслер Н.В. Развитие зародышевой корневой системы озимой ржи сортов саратовской и инорайонной селекции	62

Касаткин М.Ю., Степанов С.А., Загнужина Н.А. Оптические свойства тканей узла стебля яровой мягкой пшеницы	64
Кацы Е.И., Петрова Л.П. Пластичность геномов бактерий рода <i>Azospirillum</i> : экспериментальный и <i>in silico</i> анализ	66
Костина Е.Е., Лобачев Ю.В., Ткаченко О.В. Цитологический анализ пыльников и микроспор в культуре <i>in vitro</i> подсолнечника	68
Крупнова О.В. Роль сородичей в улучшении качества зерна пшеницы	70
Кузнецова А.Н., Вертикова Е.А. Оценка селекционных линий сахарного сорго в условиях Нижнего Поволжья	71
Куколева С.С. Оценка комбинационной способности сортообразцов суданской травы по параметрам высота растений и диаметр стеблей	72
Лазебная И.В., Перчун А.В., Лазебный О.Е. Анализ совместного действия генов кандидатов на селекционно-ценные признаки крупного рогатого скота	75
Лазебный О.Е., Белкина Е.Г., Веденина В.Ю. Генетические основы репродуктивного поведения у дрозофил группы <i>Virilis</i>	76
Михайлова Е.И., Евстигнеева А.В., Мальцева А.Л., Волков К.В., Нижников А.А., Зыкин П.А. Сравнительный протеомный подход в исследованиях мейоза у ржи	77
Нижников А.А., Антонец К.С., Кливер С.Ф., Полев Д.Е., Шувалова А.Р., Андреева Е.А., Инге-Вечтомов С.Г. Амилоиды и прионы: от патогенеза к функциональной четвертичной структуре белка	79
Павлова А.А., Белова М.М., Чередниченко М.Ю. Построение филогенетического древа семейства <i>Pontederiaceae Kunth</i>	80
Парфенова Д.А., Чередниченко М.Ю. Введение семян <i>Mentha × Piperita L.</i> в культуру <i>in vitro</i>	82
Петрунина О.И., Чередниченко М.Ю. Индукция каллусогенеза <i>Mentha Longifolia L.</i> в культуре <i>in vitro</i>	84
Рейн К.В., Курасова Л.Г. Селекция сортов подсолнечника кондитерского направления использования	85
Семенова К.С., Курасова Л.Г., Бандурина Ю.Ю. Генетические исследования формы язычковых цветков у подсолнечника	86
Словарева О.Ю., Чередниченко М.Ю. Индукция каллусогенеза и органогенеза в культуре <i>in vitro</i> растений <i>Ocimum Basilicum L.</i>	87
Сосина А.В., Чередниченко М.Ю. Влияние режимов стерилизации семян <i>Dracoscephalum Moldavica L.</i> на дальнейший рост растений <i>in vitro</i>	89
Старчак В.И. Изучение гетерозиса в поколении F_1 у зернового сорго по морфофизиологическим признакам	92
Стебенькова С.Н., Курасова Л.Г., Бандурина Ю.Ю. Генетические исследования высокоолеиновых форм подсолнечника	95
Степанова Н.В., Орлова Н.С. История селекции тритикале в Саратове	96
Хлебникова Д.А., Чередниченко М.Ю. Введение <i>Satureja Hortensis L.</i> в культуру <i>in vitro</i>	99
Цветова М.И., Эльконин Л.А., Итальянская Ю.В., Сарсенова С.Х. Выявление нередуцированного апомиксиса у кукурузы	102
Чаленко Ю.В., Белова М.М., Чередниченко М.Ю. Построение филогенетического древа рода <i>Alternanthera Forssk</i>	105
Эгамбердиев Р.Р., Автономов В.А. Изменчивость признака «полевая всхожесть семян» в 2016 г. при изучении эффекта последействия УФО оказанном на посевные семена и растения в 2015 г.	107
Эльконин Л.А., Кожемякин В.В., Геращенко Г.А., Рожнова Н.А. Цитоплазматическая мужская стерильность как модель для изучения взаимодействия генотипа и внешней среды	110
Ящуревская М.Н., Чередниченко М.Ю. Индукция каллусогенеза и органогенеза в культуре видов рода <i>Salvia L. in vitro</i>	113

Бурыгин Г.Л., Потанина П.А., Каргаполова К.Ю., Белимов А.А., Ткаченко О.В., Сафронова В.И. Таксономическое положение бактериального изолята T1kr02, выделенного с корней картофеля сорта Кондор	115
Денисова А.Ю., Ткаченко О.В., Евсеева Н.В., Бурыгин Г.Л. Изучение влияния бактерий <i>Azospirillum Brasilense</i> Sp245 на растения картофеля и пшеницы в культуре <i>in vitro</i> в условиях осмотического стресса	119
Евсеева Н.В., Ткаченко О.В., Бурыгин Г.Л., Матора Л.Ю., Щеголев С.Ю. Особенности взаимодействия макро- и микропартнеров в растительно-микробных ассоциациях <i>in vitro</i>	120
Егоренкова И.В., Трегубова К.В., Игнатов В.В. Физиологически активные метаболиты ризобактерий <i>Raenibacillus Polytuxa</i> в растительно-бактериальных взаимодействиях	122
Ильчуков В.В. Влияние солевого стресса на содержание ионов магния и кальция в клетках суспензионной культуры <i>Theilungiella Salsuginea</i>	124
Калацкая Ж.Н., Дорожук О.В., Ламан Н.А., Овчинников И.А., Фролова Т.В., Шевцов Н.А., Носонова Т.Л., Мандрик-Литвинкович М.Н. Влияние бактерий-антагонистов рода <i>Vacillus</i> на устойчивость проростков ячменя к солевому стрессу	125
Каргаполова К.Ю., Ткаченко О.В., Бурыгин Г.Л. Оценка изолятов ризосферных бактерий по способности стимулирования роста картофеля <i>in vitro</i> и <i>ex vitro</i>	127
Красова Ю.В., Бурыгин Г.Л., Щеголев С.Ю. Иммунохимическое и биоинформатическое исследование структуры флагеллинов полярных жгутиков бактерий рода <i>Azospirillum</i>	129
Крючкова Е.В., Бурыгин Г.Л., Любунь Е.В., Турковская О.В. Функционирование растительно-микробных ассоциаций в условиях комплексного загрязнения	133
Лутфуллин М.Т., Хадиева Г.Ф., Кабанов Д.А., Баранова Д.С., Шагмарданова Л.И., Вологин С.Г., Марданова А.М. Сравнительная характеристика микробиома ризосферы и ризопланы картофеля	136
Матора Л.Ю., Широков А.А., Буданова А.А., Щеголев С.Ю. Белковые антигены клеточной поверхности ассоциативных для растений бактерий рода <i>Azospirillum</i> <i>in vitro</i> и <i>in silico</i>	139
Мокеев Д.И., Филипьева Ю.А., Телешева Е.М., Петрова Л.П., Шелудько А.В., Кацы Е.И. О влиянии предполагаемого гена <i>tmsb1</i> 3-гидроксиизобутиратдегидрогеназы на жгутикование, подвижность и эффективность формирования биопленок бактерии <i>Azospirillum Brasilense</i> Sp245	144
Петрова Л.П., Филипьева Ю.А., Телешева Е.М., Шелудько А.В., Бурыгин Г.Л., Кацы Е.И. Получение и свойства мутантов ассоциативных микроорганизмов <i>Azospirillum Brasilense</i> с нарушениями в синтезе полисахаридов	145
Попова И.А., Белимов А.А., Пухальский Я.В., Бурыгин Г.Л. <i>Pgpr</i> -свойства бактериального штамма <i>Azospirillum Thiophilum</i> Bv-S	146
Потанина П.А., Сафронова В.И., Белимов А.А., Каргаполова К.Ю., Ткаченко О.В., Бурыгин Г.Л. Видовая идентификация ростстимулирующих бактерий, выделенных с корней картофеля в Саратовской области	149
Старичкова Н.И., Злобина Л.Н., Ханадеева М.А., Антонюк Л.П. Опыт использования ризобактерий <i>Azospirillum Brasilense</i> в полевых экспериментах со злаковыми культурами	154
Сулима А.С., Жуков В.А., Борисов А.Ю., Тихонович И.А. Расшифровка механизмов специфичности бобово-ризобияльного симбиоза с использованием генетической коллекции культурного гороха ВИР	159
Тарчевский И.А., Егорова А.М., Петрова Н.В., Агеева М.В., Акулов А.Н. Циклогексимид как фактор регуляции взаимоотношений растений и почвенных микроорганизмов	163
Телешева Е.М., Шелудько А.В., Филипьева Ю.А., Петрова Л.П., Кацы Е.И. Роль в стабилизации биопленок бактерий <i>Azospirillum Brasilense</i> Sp245 структур, чувствительных к протеиназной обработке	166

Ткаченко О.В., Евсеева Н.В., Бурьгин Г.Л., Лобачев Ю.В., Матора Л.Ю., Щеголев С.Ю. Влияние ассоциативных бактерий рода <i>Azospirillum</i> или компонентов их клеток на морфогенез пшеницы в культуре соматических тканей <i>in vitro</i>	168
Трегубова К.В., Егоренкова И.В., Игнатов В.В. Исследование активности литических ферментов ряда штаммов бактерий <i>Raenibacillus Polytuxa</i> , образующих ассоциации с растениями	170
Филипьева Ю.А., Шелудько А.В., Телешева Е.М., Петрова Л.П., Кацы Е.И. Особенности формирования биопленок бактериями <i>Azospirillum Brasilense</i> с дефектами в подвижности и жгутиковании	171
Цивилева О.М., Перфильева А.И., Древо Я.Б., Ибрагимов Д.Н., Кофтин О.В. Селенсодержащие биоконпозиты грибного происхождения – новые «Зеленые» агенты подавления бактериального заражения картофеля	172
Цыганов В.Е., Китаева А.Б., Цыганова А.В. Клеточные механизмы дифференцировки симбиотического клубенька	175
Шелудько А.В., Телешева Е.М., Филипьева Ю.А., Евстигнеева С.С., Петрова Л.П., Кацы Е.И. Характеристика гликополимеров матрикса, стабилизирующих биопленки стимулирующих рост растений бактерий <i>Azospirillum Brasilense</i>	179

Генетические ресурсы и биоразнообразии растений

Архипова Е.А., Болдырев В.А., Козырева Е.А., Степанов М.В. Новые материалы по некоторым охраняемым видам бесхлорофилльных покрытосеменных растений в Саратовской области (на основании фондов гербария СГУ (Sarat))	181
Бекетов С.В., Корешков А.Р. Природные ареалы и происхождение одомашненных форм пушных зверей	183
Булахтина Г.К., Кудряшова Н.И. Влияние техногенного воздействия на биоразнообразие естественных пастбищ в аридной зоне северного Прикаспия	185
Володькин А.А. Интродукция хвойных пород в лесные насаждения Пензенской области.	191
Гребенюк Л.В., Степанов М.В. Состояние деревьев в парке «Липки» (г. Саратов)....	193
Даулетов М.А., Пономарева А.Л., Шевченко Е.Н., Бикимбаева А.Т., Шагиев Б.З., Султанов А.С., Стрижков Н.И. Микробиологическая активность почвы как экологический аспект при использовании гербицидов в посевах озимой пшеницы	196
Денисов К.Е., Султанов А.С., Шагиев Б.З., Даулетов М.А., Бикимбаева А.Т., Стрижков Н.И. Совершенствование защиты посевов яровой пшеницы от сорных растений в Нижнем Поволжье	197
Дивашук М.Г., Крупин П.Ю., Полховский А.В., Кочешкова А.А., Карлов Г.И. Оценка копийности мобильных элементов в геноме пырея среднего <i>Thinopyrum Intermedium</i> .	199
Заикин В.В., Чекалин Е.И., Амелин А.В. Ярусная и дневная изменчивость интенсивности фотосинтеза листьев у старых и современных сортов гречихи	200
Колесова А.Ю., Лобанова Л.П., Маггеррамов Ш.В., Полубабкина А.А. Цитоэмбриологическое исследование тетраплоидной кукурузы, склонной к партеногенезу	205
Коробко В.В., Шевлягина О.Ф. Влияние температуры культивирования проростков твердой пшеницы на содержание фотосинтезирующих пигментов	207
Королев К.П. Формирование экологической адаптивности у коллекционных образцов <i>Linum Usitatissimum</i> L. различного происхождения в условиях северо-востока Беларуси.	210
Кузина А.А., Андриянова Ю.М., Сергеева И.В., Гусакова Н.Н., Мохонько Ю.М. Влияние биологически активных веществ на элементы продуктивности проса	212
Куликова Л.В., Кашин А.С., Петрова Н.А., Шилова И.В., Архипова Е.А. Сборы <i>Vulbicodium versicolor</i> (Ker-Gawl.) Spreng.) в гербариях Саратова (Sarbg, Sarat) и Москвы (Mw, Mha)	216
Лоскутов И.Г. Н.И. Вавилов и современные исследования зернофуражных культур ..	221
Минжал М.Ш., Болдырев В.А., Захаревич А.М. Ультраскульптура поверхности семян некоторых видов рода <i>Iris</i> L. флоры Саратовской области	223
Пархоменко А.С., Крицкая Т.А., Кашин А.С. Анализ изменчивости ряда представителей рода <i>Chondrilla</i>	226
Сальникова Н.Б., Амелин А.В., Чекалин Е.И., Заикин В.В. Интенсивность фотосинтеза растений <i>Glycine Max</i> (L.) Merr. в зависимости от фазы роста и яруса листьев	231

<i>Сапронова Д.В., Зеленьяк А.К.</i> Проблемы эффективного размножения формового разнообразия <i>Pseudotsuga Menziesii</i> и <i>Larix Sibirica</i> в условиях каштановых почв	236
<i>Свинцов И.П., Семенютина В.А.</i> Биоэкологическое обоснование подбора субтропических культур для южных районов Нижнего Поволжья	240
<i>Семёнова Н. Ю., Шатаханов Б. Д.</i> Состояние ценопопуляции и ресурсов <i>Plantago Major L.</i> в Балашовском районе Саратовской области	242
<i>Семенютина А.В., Костюков С.М.</i> Экологические проблемы отбора адаптированного генофонда древесных растений для защитных лесных насаждений	244
<i>Сергеева И.В., Лисенко Е.А., Гусакова Н.Н.</i> Оптимизация силы роста семян томатов под влиянием почвенных композиций на основе древесно-растительных отходов	247
<i>Сергеева И.В., Пономарева А.Л., Шевченко Е.Н., Даулетов М.А., Бикимбаева А.Т.</i> Экологический мониторинг и анализ состояния атмосферного воздуха в производственных районах города Саратова	249
<i>Сергеева И.В., Пономарева А.Л., Шевченко Е.Н., Даулетов М.А., Бикимбаева А.Т.</i> Экологическая оценка влияния ООО «Саратоворг-синтез» на качество поверхностных и подземных вод города Саратова	250
<i>Сергеева И.В., Шевченко Е.Н., Пономарева А.Л.</i> Разнообразие диких родичей культурных растений ООПТ ФГУ «Кавказский государственный природный биосферный заповедник имени Х.Г. Шапошникова»	252
<i>Созинов О.В., Maciulevičienė Irma.</i> <i>Cypripedium calceolus</i> в Вейсейском региональном парке (Литва) и ландшафтном заказнике «Озёры» (Беларусь)	256
<i>Сосновчик Ю. Ф.</i> Закономерность развития низовых лесных пожаров, метод профилактики и предотвращения распространения низового лесного пожара	259
<i>Стрижков Н.И., Денисов К.Е., Султанов А.С., Шагиев Б.З., Бикимбаева А.Т., Даулетов М.А.</i> Агроэкологические аспекты защиты посевов яровой пшеницы от сорных растений в Нижнем Поволжье	266
<i>Тимофеева С.Н., Юдакова О.И., Харитонов А.Н.</i> Бобовник анагировидный при интродукции в условиях Нижнего Поволжья	267
<i>Хужахметова А.Ш.</i> К вопросу культивирования сортового разнообразия фундука в сухой степи	269
<i>Чижевская М.В., Фомина Н.В.</i> Представленность рода <i>Cylindrospermum Kütz</i> в почвогрунтах антропогенно-преобразованных ландшафтов Центральной Сибири	272
<i>Шатаханов Б.Д., Смирнова Е.Б.</i> Оценка ресурсов мордовника шароголового в урочище «Солнечный» Балашовского района Саратовской области	274
<i>Шкодина О.Н., Епифанова О.Д.</i> О некоторых видах диких родичей плодовых культурных растений, произрастающих на территории ООПТ ФГУ «Кавказский государственный природный биосферный заповедник имени Х.Г. Шапошникова»	276
<i>Энзекрей Е.С., Воршева А.В., Абделаал Х.К., Шинкарецкая А.И., Сыроежжина Н.С., Жестокова О.И., Царегородцева А.А.</i> Изучение потенциальной урожайности яровой тритикале сортообразца «Тимирязевская» и сорта «Укро» в условиях ЦРНЗ	279

Современные технологии земледелия и растениеводства

<i>Абдразаков Ф.К., Поваров А.В.</i> Анализ эффективности технологий и технических средств строительства оросительных каналов	281
<i>Абдразаков Ф.К., Носенко А.В., Поморова А.В.</i> Результаты обследования основных сооружений (оросительные каналы) Комсомольской оросительной системы	284
<i>Алдиба А.Ш., Еськов И.Д.</i> Влияние некоторых микроорганизмов на возбудителя альтернариоза (<i>Alternaria Solani</i>) на картофеле	289
<i>Аленькина С.А., Никитина В.Е.</i> Участие лектинов азоспирилл в формировании адаптивных реакций растений	291
<i>Аленькина С.А., Романов Н.И., Никитина В.Е.</i> Влияние лектинов Азоспирилл на активность антиоксидантных ферментов корней проростков пшеницы при воздействии тяжёлых металлов	292
<i>Алимов К.Г., Алимова Г.К.</i> Аддитивные технологии возобновляемого земледелия	294

<i>Мухортова Т.В., Бондаренко А.Н., Асфандиярова М.Ш., Туз Р.К., Мяжкова Е.Г., Подольная Л.П.</i> Эффективность использования капельного орошения при возделывании сельскохозяйственных культур в условиях полупустынной зоны северо-западного Прикаспия	299
<i>Борисенко Р.И., Рязанцев Н.В., Рябушкин Ю.Б.</i> Устойчивость сортов винограда к милдью и оидиуму в условиях Саратовского района Саратовской области	302
<i>Ботова Е.А., Еськов И.Д.</i> Вредители гороха и меры борьбы с ними	303
<i>Бочкарева Г.А.</i> Изучение динамики листовой поверхности сортов нута в зависимости от способа посева	305
<i>Ветчинкина Е.П., Никитина В.Е.</i> Влияние холодового стресса на плодоношение кислотрофных макромицетов при разных условиях культивирования	308
<i>Губов В.И., Тихова А.А.</i> Влияние гуминовых продуктов из лигнитов и суббитуминозных углей на состав гумуса каштановых почв	311
<i>Губов В.И., Чижов М.П.</i> Влияние гуминовых продуктов Life Force Natural Humic Acids и Life Force Humate Balance на групповой состав гумуса темно-каштановой почвы Саратовского Заволжья	312
<i>Губов В.И., Чумак В.А.</i> Влияние Life Force Natural Humic Acids и Life Force Humate Balance на групповой состав гумуса солонца каштанового Заволжья Саратовской области	313
<i>Гумарова Ж.М., Булекова А.А.</i> Влияние агротехнологий на водный режим залежных темно-каштановых почв Северо-Запада Казахстана	314
<i>Денисов Е.П., Летучий А.В., Полетаев И.С., Зуев В.В.</i> Влияние агробиологических приёмов на улучшение водно-физических свойств солонцов в Правобережье Саратовской области	316
<i>Денисов Е.П., Солодовников А.П., Полетаев И.С., Зуев В.В.</i> Влияние различных культур на повышение плодородия солонцовых почв при внесении осадков сточных вод.	317
<i>Денисов Е.П., Денисов К.Е., Полетаев И.С., Зуев В.В.</i> Приёмы рассолонцевания чернозёмов южных	318
<i>Денисов К.Е., Шипко Г.Н.</i> Совершенствование технологии возделывания подсолнечника в условиях центральной правобережной микрозоны Саратовской области	319
<i>Дубровин В.В., Ерошкин Н.Н.</i> К биологии кольчатого коконопряда (<i>malacosoma neustria</i> L.) в условиях Нижнего Поволжья	321
<i>Дубровин В.В., Лёвкина А.Ю.</i> Особенности влияния вредной энтомофауны на устойчивость агролесомелиоративных насаждений Юго-Востока	323
<i>Дуплий Н.Г., Азаров А.С., Усатов А.В.</i> Действие препарата «Агримитин» на показатели продуктивности у различных сортов озимой пшеницы	326
<i>Еськов И.Д., Нкетсо Т.Х.</i> Эффективность применения некоторых фунгицидов для защиты картофеля от альтернариоза в условиях левобережья Нижнего Поволжья	328
<i>Еськов И.Д., Прохоров С.А.</i> Влияние гербицидных обработок озимой пшеницы на урожайность в условиях левобережья Саратовской области	330
<i>Еськов И.Д., Мохаммед С.Р.</i> Антигрибная активность эфирного масла мяты и кумина против фузариоза картофеля при хранении	331
<i>Еськов М.И.</i> Формирование и обрезка яблони по типу стройного веретена	333
<i>Еськов И.Д., Мельников А.В.</i> Влияние экологических факторов на динамику численности энтомофауны перекрестноопыляемых культур в лесостепном Поволжье	335
<i>Еськов И.Д., Мельников А.В.</i> Влияние защиты энтомофильных культур на биологические группы энтомофауны в лесостепном Поволжье	337
<i>Жумагалиев И.К., Еськов И.Д.</i> Фитосанитарное состояние гибридов подсолнечника в Заволжье	339
<i>Земскова Ю.К., Вдовенко В.С.</i> Исследование вредоносности мучнистой росы в зимне-весенних теплицах	341
<i>Земскова Ю.К., Селезнева В.М., Жаровцева Н.П., Гаджиев Т.Ю., Вдовенко В.С., Афанасьев А.А.</i> Особенности выращивания продукции овощных культур защищённого грунта условиях Саратовской области	342
<i>Исмуратов С.Б., Дамбаулова Г.К.</i> К вопросу развития сельскохозяйственной кооперации в АПК Республики Казахстан	345

<i>Калиева Л.Т., Тулегенова Д.К.</i> Развитие растений картофеля при применении различных препаратов против колорадского жука	349
<i>Климов А.Д., Кулик Д.К.</i> Степень адаптации интродуцированных видов <i>Gleditsia</i> в условиях светло-каштановых почв	352
<i>Ковалева А.Л., Зиннер Н.С.</i> Изучение влияния водной фракции углекислотного экстракта пихты сибирской на лабораторную всхожесть семян лекарственных растений..	354
<i>Коротцева И.Б., Барданова Т.А., Еськов И.Д., Земскова Ю.К.</i> Опыт выращивания гибридов огурца в защищенном грунте	356
<i>Купряшина М.А., Никитина В.Е.</i> Пероксидазы фенолоксидазного комплекса бактерий рода <i>Azospirillum</i>	357
<i>Купряшина М.А., Ветчинкина Е.П., Лоцинина Е.А., Никитина В.Е.</i> Разнообразие форм наночастиц, полученных с помощью «Зеленого» синтеза	359
<i>Лангаева Н.Н., Панов Н.С.</i> Применение азотных удобрений в посевах горчицы белой в условиях ЦРНЗ	362
<i>Лаперье Э.А., Земскова Ю.К.</i> Продуктивность салата в защищенном грунте при различных сроках посева	363
<i>Лоцинина Е.А., Купряшина М.А., Ветчинкина Е.П., Никитина В.Е.</i> Синтез наночастиц металлов и металлоидов почвенными бактериями и грибами	365
<i>Лялина Е.В., Бартоломеева М.А., Новикова К.В.</i> Защита малины от пурпуровой пятнистости в условиях УНПК «Агроцентр» СГАУ им. Н.И. Вавилова	369
<i>Лялина Е.В.</i> Меры борьбы с грибными заболеваниями на просе в ЗАО «Дюрское» Новоузенского района Саратовской области	372
<i>Молчанова Н.П., Морозова С.В., Абраменко К.П.</i> Климатические особенности проявления волн тепла и холода в Саратовской области	375
<i>Моргунова А.Д., Еськов И.Д.</i> Многообразие энтомофагов биологической лаборатории АО «Совхоз – Весна»	379
<i>Мухатова Ж.Н., Еськов И.Д.</i> Особенности окулировки плодовых культур в условиях Саратовской области	381
<i>Мухатова Ж.Н., Николайченко Н.В.</i> Совершенствование технологии возделывания ремонтантной малины в условиях Саратовской области	383
<i>Мухомедьярова А.С.</i> Применение удобрений при выращивании полевых культур в севооборотах Приуралья	385
<i>Нарушев В.Б., Косолапов Д.С., Шоров Р.А., Султанов Р.Г.</i> Роль ведущих приемов зональных технологий в формировании продуктивности полевых культур в степном Поволжье	386
<i>Нарушев В.Б., Горшенин Д.В., Кутырев И.В., Климов Р.Р., Милованов И.В., Затева Л.С., Графов В.П., Лекарев А.В.</i> Инновационные приемы формирования агроценозов масличных культур в Саратовской области	387
<i>Нарушев В.Б., Шишкин А.А., Каукенов Р.Ш., Моисеев А.А., Хоришко Т.И.</i> Важнейшие приемы биологизированной технологии возделывания полевых культур в Поволжье .	389
<i>Насиев Б.Н., Тлепов А.С., Салауатова Н.Г.</i> Подбор многолетних агроценозов для кормовых угодий	390
<i>Полянский М.В., Дружкин А.Ф., Субботин А.Г.</i> Совершенствование технологии возделывания проса в Саратовском Правобережье	392
<i>Рябушкин Ю.Б., Пак Е.П.</i> К вопросу подбора опылителей в интенсивном яблоневом саду	394
<i>Спиридонов Ю.Я., Будынков Н.И., Дудкин И.В., Деревягин С.С., Наумова Т.В., Даулетов М.А., Шагиев Б.З., Титова С.Р.</i> Применение гербицидов в борьбе с сорной растительностью на посевах льна	397
<i>Спиридонов Ю.Я., Будынков Н.И., Дудкин И.В., Деревягин С.С., Жолинский Н.М., Стрижков Н.И., Сайфуллина Л.Б., Калачанов В.М.</i> Использование препаратов на посевах нута	400
<i>Спиридонов Ю.Я., Будынков Н.И., Дудкин И.В., Деревягин С.С., Стрижков Н.И., Даулетов М.А., Шагиев Б.З., Гришина А.О.</i> Борьба с сорными растениями на просе	402
<i>Спиридонов Ю.Я., Будынков Н.И., Дудкин И.В., Деревягин С.С., Жолинский Н.М., Наумова Т.В., Даулетов М.А., Ленович Д.Р., Титова С.Р.</i> Применение современных препаратов на посевах овса	404

<i>Субботин А.Г., Шукин О.Ю.</i> Изучение продуктивности различных сортов подсолнечника в условиях Саратовского Правобережья	407
<i>Суминова Н.Б., Молчанова А.В.</i> Содержание биохимических параметров в надземной массе лопанта анисового (<i>Lophanthus Anisatus Benth.</i>) сорта Франт, выращенного в условиях Нижнего Поволжья	408
<i>Талдыкина М.А., Субботин А.Г.</i> Влияние сроков сева на продуктивность редьки масличной в условиях Лысогорского района Саратовской области	411
<i>Таспаев Н.С., Германцева Н.И.</i> Разработка приемов повышения продуктивности нута в Саратовском Левобережье	413
<i>Хизов А.В.</i> Снижение воздействия ходовых систем сельскохозяйственных машин на почву.....	414
<i>Шагиев Б.З., Кузнецова Н.Н., Коломиец О.В., Асташина Е.В.</i> Характеристика и особенности различных типов залежей Заволжья	415
<i>Шагиев Б.З., Кузнецова Н.Н., Орлова Т.В., Коломиец О.В., Асташина Е.В.</i> Флористическая характеристика различных типов залежей сухостепной зоны	417
<i>Шагиев Б.З., Степанов Д.С., Даулетов М.А., Головачёва А.Г., Орлова Т.В., Коломиец О.В.</i> Особенности борьбы с сорняками в условиях Саратовской области	419
<i>Шагиев Б.З., Степанов Д.С., Даулетов М.А., Головачёва А.Г., Асташина Е.В.</i> Эффективные методы борьбы с сорняками в условиях Саратовской области	420
<i>Шагиев Б.З., Уполовников Д.А., Головачёва А.Г., Коломиец О.В., Тугушев М.Х.</i> Влияние различных предшественников на засорённость и урожайность	422
<i>Шаймарданов Б.П., Мамаджанов С.И.</i> Улучшение пустынных пастбищ	424
<i>Шевцова Л.П., Шьюрова Н.А., Башинская О.С., Фартуков С.В., Ширшов Д.С.</i> Перспективы ростовых и бактериальных препаратов в повышении продуктивности нута в сухостепном Заволжье	425
<i>Шевцова Л.П., Шьюрова Н.А., Башинская О.С., Марухненко А.И., Бобров А.С., Васильева А.С.</i> Чечевица тарелочная – ценное зернобобовое растение и приемы повышения её продуктивности на черноземах степного Поволжья	429
<i>Шевцова Л.П., Шьюрова Н.А., Башинская О.С., Кошелев А.А., Мельников А.А.</i> Ресурсосберегающая технология производства высокобелкового зерна чины посевной на черноземах степного Поволжья	432
<i>Шевцова Л.П., Шьюрова Н.А., Башинская О.С., Морев В.С., Белокобыльский В.Г.</i> Достоинства культуры сои и ресурсосберегающая технология создания высокопродуктивных её агроценозов	436
<i>Шьюрова Н.А., Шевцова Л.П., Башинская О.С., Тапкинова Т.С., Шукин С.А., Симонова В.С.</i> Чумиза – ценная культура многостороннего использования и технология формирования её высокой урожайности	439
<i>Щукина О.А., Милосердов И.В., Бруслова М.А., Кожевников В.В.</i> Эффективность дифференцированного внесения удобрений в посевах сельскохозяйственных культур	443

Землеустройство и кадастр недвижимости в сельском хозяйстве

<i>Гагина И.С., Нарожная А.Г.</i> Разработка макета паспорта плодородия земельного участка сельскохозяйственных угодий для целей управления	445
<i>Ганькин А.В., Пяткина Д.С., Хончева Л.М.</i> Основные направления формирования высокопродуктивных и экологически устойчивых агроландшафтов лесостепной зоны Саратовской области	448
<i>Гудзева О.О., Морозов М.И.</i> Применение геоинформационных систем в землеустройстве	450
<i>Долгирев А.В., Забелин С.А., Морозов М.И.</i> Проблемы сохранности геодезических пунктов на территории Саратовской области	452
<i>Забелин С.А., Тарбаев В.А., Долгирев А.В.</i> Основы зонирования земель сельскохозяйственного назначения	454
<i>Зудилин С.Н.</i> Построение севооборотов при переходе к инновационным технологиям в среднем Поволжье	455

<i>Морозов М.И., Кузниченкова Т.В., Кравченко А.С., Юдина Н.П.</i> Мониторинг пахотных земель Вольского муниципального района Саратовской области с применением гис-технологий	461
<i>Мяснянкина Л.М., Царенко А.А.</i> Теоретические аспекты правовой конструкции вида разрешенного использования земельных участков в системе государственного кадастрового учета	462
<i>Нейфельд В.В., Петрунькина В.Г.</i> Особенности воздействия овражно-балочной системы на формирование городской территории	465
<i>Онаев М.К., Туктаров Р.Б., Гафуров Р.Р.</i> Применение спутниковых данных для картирования растительного покрова лиманов Западного Казахстана	468
<i>Осипова О.С., Верина Л.К.</i> Возможности электронного документооборота в кадастровой деятельности	470
<i>Попова А.С., Шмидт И.В., Царенко А.А.</i> Временные и ранее учтенные земельные участки в новом кадастре недвижимости	471
<i>Прохоренко Ю. А., Царенко А.А.</i> Государственный кадастровый учёт лесных земель особо охраняемых природных территорий Саратовской области	473
<i>Прохорова Е. В., Царенко А. А., Шмидт И. В., Киреева С.А.</i> Актуальные проблемы использования сельскохозяйственных земель в Саратовской области	476
<i>Солдатова О.С., Ахмеров Р.Р.</i> Положение МО «Яснополянское» в системе расселения муниципального образования Щекинского района Тульской области	480
<i>Спиридонова Д.Д., Верина Л.К.</i> Современное состояние мониторинга земель сельскохозяйственного назначения	482
<i>Тарасенко П. В., Морозов М.И.</i> Этапы развития мелиорации на юго-востоке Саратовского Заволжья	483
<i>Туктаров Р.Б., Гафуров Р.Р.</i> Вопросы рационального использования и охраны земель сельскохозяйственного назначения юго-восточной микрозоны Саратовской области ..	486
<i>Чернова У.Ю., Шиганов А.С.</i> Ошибки в определении кадастровой стоимости земельных участков: причины и пути устранения	488
<i>Янюк В.М., Морозов М.И., Долгирев А.В., Шадау Ю.И.</i> Выявление нарушений почвенного покрова на землях сельскохозяйственного назначения при реконструкции магистральных газопроводов в Саратовском Заволжье	490

Научное издание

ВАВИЛОВСКИЕ ЧТЕНИЯ – 2017

Сборник статей Международной
научно-практической конференции,
посвященной 130-й годовщине со дня рождения
академика Н.И. Вавилова

Компьютерная верстка *Л.Г. Курасова*

Сдано в набор 19.10.17. Подписано в печать 30.10.17.
Бумага офсетная. Гарнитура Times New Roman.
Формат 60×84 1/8. Печ. л. 58,59. Тираж 200.

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова»
410012, Саратов, Театральная пл., 1