УСПЕХИ СОВРЕМЕННОЙ НАУКИ

№10, Том 1, 2017 год

Главный редактор журнала:
кандидат технических наук, доцент
Клюев Сергей Васильевич

Редакционная коллегия по основным направлениям работы журнала:
Авдеенко Алексей Петрович (РФ, Ростовская обл.) – доктор сельскохозяйственных наук, доцент
Алоев Владимир Закиевич (РФ, г. Нальчик) – доктор химических наук, профессор
Ахмедов Шикар Габуллаевич (Азербайджан, г. Баку) – доктор философии по аграрным наукам, старший научный сотрудник
Ata El Karim Shoiab Soliman (Египет, г. Алекандрия) – доктор философии (Ph. D.), профессор
Баймишев Хамидулла Балтуханович (РФ, г. Самара) – доктор биологических наук, профессор
Баранов Юрий Николаевич (РФ, г. Орел) – доктор технических наук, профессор
Гарькина Ирина Александровна (РФ, г. Пенза) – доктор технических наук, профессор
Дулов Михаил Иванович (РФ, г. Самара) – доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Думачева Елена Владимировна (РФ, г. Белгород) – доктор биологических наук, доцент
Eleyan Issa Jamal Issa (Иерусалим, г. Иордания) – доктор философии (Ph. D.), доцент
Julia Shehovcova (ЮАР, г. Претория) – доктор философии (Ph. D.)
Жолдошев Сапарбай Тезекбаевич (Кыргызская Республика, Г. Ош) – доктор медицинских наук, доцент
Исайчев Виталий Александрович (РФ, г. Ульяновск) – доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Концевая Светлана Юрьевна (РФ, г. Москва) – доктор ветеринарных наук, профессор
Липатов Вячеслав Александрович (РФ, г. Курск) – доктор медицинских наук, профессор
Макарова Татьяна Львовна (РФ, г. Москва) – доктор искусствоведения, профессор, кандидат технических наук
Mahmoud Shakarnah (Иерусалим, г. Вифлеем) – доктор философии (Ph. D.)
Maxim Kovtun (ЮАР, г. Претория) – доктор философии (Ph. D.)
Носков Антон Валерьевич (РФ, г. Белгород) – доктор физико-математических наук, профессор
Пантюхин Андрей Валерьевич (РФ, г. Саратов) – доктор фармацевтических наук, доцент
Yamb Emmanuel (Камерун, г. Дуала) – доктор философии (Ph. D.), профессор
Ферзаули Али Нахчоевич (РФ, г. Грозный) – доктор медицинских наук, профессор

Международный научно-исследовательский журнал «Успехи современной науки» включен в Международную базу данных Agris и на основании приказа Минобрнауки РФ от 12.12.2016 N 1586 п. 5 является ВАКовским.

ISSN 2412-6608

9 772412 660004

AGRIS

eLIBRARY.RU

Адрес редакции, издателя: 308014,
г. Белгород, ул. Садовая, 28 - 4.
E-mail: zhurnalnauka2015@yandex.ru
Сайт: modernsciencejournal.org

Адрес типографии «Эпицентр»: 308008, г. Белгород, пр-кт Б. Хмельницкого, д. 135, офис 40
Способ распространения: авторам публикаций; по подписке. Цена свободная.
Тираж 400 экз.
Подписано в печать 15.09.2017 г.

Статьи публикуются в авторской редакции.
© Успехи современной науки, 2017

Уважаемые коллеги!

ФГБНУ ВНИИ Фитопатологии сердечно приветствует вас на Международной научно-практической конференции «Проблемы экологии и сельское хозяйство в XXI веке», посвященной 130-летию со дня рождения Н.И. Вавилова.

2017 год Указом Президента Российской Федерации В.В. Путина объявлен в России годом экологии.

Проведение в 2017 году Года экологии будет способствовать:

1. Защите существующих и находящихся под угрозой экосистем.

2. Привлечению внимания всех граждан государства к актуальным проблемам экологии.

3. Сохранности многообразия биологических видов, в том числе редких и вымирающих.

Нашу конференцию мы посвящаем знаменательной дате – 130-летию со дня рождения гения мировой биологической и сельскохозяйственной науки Николая Ивановича Вавилова, которую отмечает мировая общественность в 2017 году.

В результате организованных Н.И. Вавиловым 180 экспедиций в 65 стран мира (он не побывал только в Австралии и Антарктиде) собрана самая богатая и уникальная мировая коллекция культурных растений – банк генов более 250 тысяч образцов (1940). И сегодня более 70% сортов сельскохозяйственных культур, возделываемых в России и странах СНГ, созданы на основе мировой коллекции Н.И. Вавилова. Она является основой не только продовольственной, но и экологической и биологической безопасности России. Мировая коллекция культурных растений и их дикорастущих сородичей – это наше национальное достояние. На планете из-за катаклизмов сокращается биологическое разнообразие, исчезают многие виды. Однако, в коллекции ВИР имени Н.И. Вавилова сохранились более 30% культур, которые уже считаются вымершими. В нашу страну из разных регионов Земли обращаются с просьбой передать их же собственные сорта.

Мировая коллекция ВИР, собранная Н.И. Вавиловым и пополняемая вировцами, представляет собой Золотой фонд, который бессмертен как сам Н.И. Вавилов. Его соратники в суровые годы Великой Отечественной войны умирали от голода рядом с генофондом, не тронув ни одного зёрнышка, ни одного клубня.

Академик Д.Н. Прянишников: "Николай Иванович – гений, и мы не осознаём этого только потому, что он наш современник".

Американский генетик Г.Г. Мёллер: "Всех, кто знал Николая Ивановича воодушевляла его неисчерпаемая жизнерадостность, его великодушие, его щедрая и обаятельная натура, многообразие его интересов и его энергия. Это яркая, привлекательная и общительная Личность как бы вливала в окружающих свою страсть к неутомимому труду, к свершениям и радостному сотрудничеству. Вавилов был поистине великим в самых разнообразных отношениях – как учёный, как администратор, как человек. Он целиком погружался в работу, в служение науке и народу, в разрешение проблем, в научный анализ и синтез, в наблюдение и эстетическое восприятие. Этот сказочно продуктивный человек сделал для генетического развития сельского хозяйства своей страны больше, чем сделал кто-либо для какой-либо другой страны".

Другой американский генетик Мансгельдорф: "Вавилов был человеком огромной энергии, физической мощи, грандиозных идей и чудовищной работоспособности, и благородных поступков".

Русский ботаник Е.Н. Синская: "Николай Иванович был весёлым, подвижным, сама походка у него была лёгкая, быстрая. Несмотря на то, что он всегда бежал куда-то, он легко останавливался, причём остановившись на всём ходу, мог долго говорить со встречными. Если вопрос его сильно интересовал, он как бы забывал обо всём, и когда разговор заканчивался, мчался дальше".

Индийский ботаник Мехешвари: "За короткое время он создал много лабораторий и исследовательских станций по всей России. Его феноменальная продуктивность быстро доставила ему и на родине, и за границей почести и славу".

Русский генетик и биофизик Н.В. Тимофеев-Ресовский: "Николай Иванович был скорее не человеком, а явлением природы. Его убийство – самое большое преступление".

Советский ботаник Раиса Берг: "Знать и не любить его было невозможно. Общение с ним приподнимало над повседневностью, раздвигало границы бытия. Глядя на него начинали понимать, что значит тютчевское "небожитель", он был небожителем, а вы в его присутствии тоже. Он был прост до беспредельности. Его знал и любил весь мир. Убить Вавилова значило наплевать в лицо мировому общественному мнению".

Английский учёный Г. Харланд: "Множество его друзей в Европе и Америке оплакивали его смерть. Они не забудут робсоновской глубины его голоса, широких фальстафовских жестов. А наука будет помнить его достижения".

В работе нашей конференции принимают участие более 200 специалистов в области сельского хозяйства из научно-исследовательских учреждений системы РАН, РАМН, Минобрнауки России, а также стран дальнего и ближнего зарубежья, представители исполнительной и законодательной власти Российской Федерации.

Сборник материалов конференции охватывает более 100 научных статей, посвященных актуальным проблемам современной аграрной науки.

Мы уверены, что научные дискуссии будут плодотворны и будут способствовать дальнейшему творческому научному сотрудничеству! Желаем эффективной и приятной работы!

Председатель Организационного комитета конференции,
д.б.н., профессор С.К. Темирбекова

Кутузова А.А., Алтунин Д.А.
ЭФФЕКТИВНОСТЬ СОЗДАНИЯ СЕНОКОСОВ НА ЗАЛЕЖАХ
В НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЕ И ВОЗВРАТА ИХ В ПАШНЮ 7

Левитин М.М.
Н.И. ВАВИЛОВ – ОСНОВОПОЛОЖНИК ФИТОИММУНИТЕТА 17

Лошаков В.Г.
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ И ФИТОСАНИТАРНЫЕ ФУНКЦИИ ЗЕЛЕНОГО УДОБРЕНИЯ 24

Магарамов Б.Г., Куркиев К.У.
ПРОДУКТИВНАЯ КУСТИСТОСТЬ СОРТООБРАЗЦОВ ГОЛОЗЕРНЫХ
И ПЛЕНЧАТЫХ ФОРМ ОВСА В ЗАВИСИМОСТИ
ОТ СРОКОВ ПОСЕВА И УСЛОВИЙ ВЫРАЩИВАНИЯ 32

Мамедова Н.Х., Шихлинский Г.М., Назарова А.Б.
ВЫЯВЛЕНИЕ ХОЗЯЙСТВЕННО ЦЕННЫХ ПРИЗНАКОВ У УСТОЙЧИВЫХ К ВИЛТУ
ОБРАЗЦОВ ХЛОПЧАТНИКА ГЕНОФОНДНОЙ КОЛЛЕКЦИИ ИНСТИТУТА 36

Маслова М.В., Грошева Е.В., Степанцова Л.В.
ЭКОЛОГО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ МИКРОМИЦЕТОВ
ПОДСТИЛОЧНО-ПОМЕТНОЙ МАССЫ, ОБРАЗУЮЩЕЙСЯ НА ПТИЦЕФАБРИКАХ,
И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ФИТОСАНИТАРНОЕ СОСТОЯНИЕ ПРИЛЕГАЮЩИХ ТЕРРИТОРИЙ 40

Мелешина О.В., Мелешин А.А.
СОЗДАНИЕ КАРТОФЕЛЯ С ПОВЫШЕННОЙ АНТИОКСИДАНТНОЙ АКТИВНОСТЬЮ –
НОВОЕ НАПРАВЛЕНИЕ В СЕЛЕКЦИИ СОВРЕМЕННЫХ СОРТОВ 47

Мельниченко Т.А., Хлесткина Е.К.
СРЕДСТВА ВЫРАЗИТЕЛЬНОСТИ В СОВРЕМЕННОМ ДЕКОРАТИВНО-
ПРИКЛАДНОМ ИСКУССТВЕ: ПЕРСПЕКТИВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
ДОСТИЖЕНИЙ СОВРЕМЕННОЙ ГЕНЕТИКИ РАСТЕНИЙ 53

Молчан И.М., Лезжова Т.В., Темирбекова С.К., Овсянкина А.В.
ГЕНЕТИКО-ФИЗИОЛОГО-ИММУНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ
МОДЕЛИ ТЕХНОГЕННОУСТОЙЧИВОГО СОРТА 60

Мороховец В.Н., Мороховец Т.В., Штерболова Т.В.
СОРТОВАЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ СОИ К ГЕРБИЦИДУ ХАРМОНИ КЛАССИК 68

Мухин В.М., Спиридонов Ю.Я., Воропаева Н.Л.
УГЛЕАДСОРБЦИОННАЯ ДЕТОКСИКАЦИЯ ПОЧВ И КОМБИКОРМОВ 73

Мухин В.М., Курилкин А.А., Воропаева Н.Л., Спиридонов Ю.Я.
НОВЫЕ АДСОРБЕНТЫ НА ОСНОВЕ СОЛОМЫ СЕЛЬХОЗКУЛЬТУР
ДЛЯ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН 79

Неуймин С.И., Темирбекова С.К., Филатенко А.А.
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ПЕРИОДИЧНОСТИ В ИЗУЧЕНИИ ВИДОВОГО
СОСТАВА РАСТЕНИЙ (НА ПРИМЕРЕ РОДА *AGROPYRON* Gaertn.) 82

Панычева Ю.С.
СЕЛЕКЦИЯ РАСТЕНИЙ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ НА УСТОЙЧИВОСТЬ
К БАКТЕРИОЗАМ: ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ РЕШЕНИЯ 90

Петров Л.К.
ОСОБЕННОСТИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ИСПЫТАНИЯ СОРТОВ
ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ 94

Плескачёв Ю.Н.
БУФЕРНО-ПОЛОСНЫЙ ПОСЕВ КУЛЬТУР НА ЭРОДИРОВАННЫХ СКЛОНАХ НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ 98

Плескачёв Ю.Н., Холод А.А., Сидоров А.Н.
ПРИМЕНЕНИЕ ОРГАНО-МИНЕРАЛЬНОЙ КОМПОЗИЦИИ «АМИДА» НА КАШТАНОВЫХ ПОЧВАХ НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ 107

Поздняков В.А., Нагиев Т., Петров Д.В., Дрижаченко А.И.
АКТУАЛЬНОСТЬ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ В СЕЛЕКЦИИ РАСТЕНИЙ 114

Помякшева Л.В., Коновалов С.Н.
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ФЕРТИГАЦИИ ЗЕМЛЯНИКИ САДОВОЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ КОМБИНИРОВАННОГО МИНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕНИЯ АКВАРИН 119

Пономарев С.Н., Гильмуллина Л.Ф., Маннапова Г-ра С., Фомин С.И.
АДАПТИВНО ЗНАЧИМЫЕ ПРИЗНАКИ У СОРТОВ ОЗИМОЙ ТРИТИКАЛЕ 124

Пономарев С.Н., Пономарева М.Л., Маннапова Г.С., Илалова Л.В.
БОЛЕЗНИ ОЗИМОЙ РЖИ В СРЕДНЕМ ПОВОЛЖЬЕ И ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ИСТОЧНИКИ УСТОЙЧИВОСТИ 130

Пономарева М.Л., Пономарев С.Н., Маннапова Г.С.
ЗНАЧЕНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ОЗИМОЙ РЖИ И ИХ ОЦЕНКА МЕТОДАМИ МНОГОМЕРНОГО АНАЛИЗА 139

Постников Д.А., Постников А.Н., Лошаков В.Г., Темирбекова С.К.
СТРАТЕГИЯ И ТАКТИКА В ПРИНЯТИИ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ДЛЯ НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ 147

Пугачев Г.Н., Кузин А.И.
ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ ЯБЛОНИ В ИЗМЕНЯЮЩИХСЯ ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ 155

Пушня М.В., Исмаилов В.Я., Снесарева Е.Г.
ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА РАСПРОСТРАНЕНЕНИЕ АДВЕНТИВНЫХ ВИДОВ КЛОПОВ-ПЕНТАТОМИД (HETEROPTERA, PENTATOMIDAE) В КРАСНОДАРСКОМ КРАЕ 162

Радченко Е.Е., Коновалова Г.С., Кузнецова Т.Л., Чумаков М.А., Звейнек И.А.
УСТОЙЧИВОСТЬ МЕСТНЫХ ЯЧМЕНЕЙ ИЗ СТРАН АЗИИ К РИНХОСПОРИОЗУ И ОБЫКНОВЕННОЙ ЗЛАКОВОЙ ТЛЕ 167

Раменская М.Е.
ОБЗОР ИЗБРАННЫХ РАБОТ ОТНОСИТЕЛЬНО ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ И ЗАКОНА ГОМОЛОГИЧЕСКИХ РЯДОВ Н.И. ВАВИЛОВА ОТ 1860-Х ПО 2010-е ГОДЫ 171

Родионова А.В., Тебердиев Д.М.
ПРОДУКТИВНОСТЬ ДОЛГОЛЕТНЕГО СЕЯНОГО СЕНОКОСА И ПЛОДОРОДИЕ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ 178

Рожмина Т.А., Павлова Л.Н., Мельникова Н.В., Голубева Л.М.
РОЛЬ ГЕНОФОНДА ЛЬНА В СЕЛЕКЦИИ НА АДАПТИВНОСТЬ 184

Кутузова А.А., доктор сельскохозяйственных наук,
Алтунин Д.А., кандидат сельскохозяйственных наук,
ФГБНУ «ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса»

ЭФФЕКТИВНОСТЬ СОЗДАНИЯ СЕНОКОСОВ НА ЗАЛЕЖАХ В НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЕ И ВОЗВРАТА ИХ В ПАШНЮ

Аннотация: целью исследований было определить продуктивность сенокосов, созданных на основе 8 технологий, относящихся к 4 системам ведения луговодства (примитивная, минеральная, техногенная и техногенно-минеральная) и последействие их на продуктивность пашни. Исследования проводились на дерново-подзолистой среднеокультуренной почве. Продуктивность естественного травостоя в среднем за 12 лет пользования составила 3,5 тыс. корм. ед./га, под влиянием $P_{30}K_{30}$ на естественном и сеяном травостое повысилась на 7 и 33%, при внесении $N_{60}P_{20}K_{30}$ – соответственно на 43 и 44%. Вынос азота урожаем трав возмещался за счет удобрений только на 54-60%, вынос фосфора – на 44-55%, вынос калия – на 22-28%. После 12 лет использования сенокосов в почве повысилось содержание гумуса за счет минерализации подземной массы (121-157 ц/га СВ), темпы накопления гумуса на сенокосе составили 308-325 кг/га в среднем за 1 год, в заповеднике (без использования) – 275 кг/га. При возврате сенокосов в пашню установлено положительное последействие бобово-злаковых травостоев на фоне $P_{20}K_{30}$, продуктивность райграса однолетнего повысилась на 15-27 % в первый год по сравнению с последействием неудобренного сенокоса и на 17-21 % по сравнению с последействием заповедника. Это позволяет обосновать очередность перевода залежных земель в пашню.

Ключевые слова: продуктивность сенокосов на залежах, последействие сенокосов на продуктивность пастбищ

Актуальность исследований в современных условиях обусловлена необходимостью сохранения и рационального использования сельскохозяйственных угодий, в том числе выбывшей из оборота пашни [1]. По данным опубликованных источников общая площадь вынужденных залежных земель достигла свыше 40 млн. га [2-5]. По данным МСХ, в Центральном федеральном округе площадь выбывшей из оборота пашни, составляет 5493 тыс. га. В Нечерноземной зоне, по оценке за 2011 г., из активного оборота выбыло 30,3-32,5% площади пашни в Московской и Орловской областях, 56,7-71,4% в Ивановской и Калужской областях [1]. Оперативный мониторинг за состоянием этих земель отсутствует. По экспертной оценке [7, 8] средневозрастные залежи зарастают вейником наземным, малоценным в кормовом отношение видом, в дальнейшем – лесокустарниковой растительностью, то есть полностью утрачивают свою роль как сельскохозяйственные угодья. Для возврата их в активный оборот требуются большие затраты на проведение культуртехнических работ (25 тыс. руб./га и более). Низкозатратным способом сохранения этих площадей в структуре сельскохозяйственных угодий является организация на них сенокосов [9, 10]. Обоснованием этого подхода служит большой практический опыт, доказывающий, что многолетние травы, посеянные на залежных землях для сенокосного использования, по мере потребности хозяйства, могут быть быстро переведены в активный оборот на основе простого агротехнического приема – подъема пласта. Однако продуктивность сенокосных травостоев, сформированных путем применения многовариантных технологий, а также последействие их на изменение плодородия почвы и продуктивность пашни ранее не были изучены. Эти важные агрономические задачи и экологические аспекты – содержание основных элементов питания в урожайности надземной и подземной массы, в почве и последующего последействия их на использование культурами на пашне решались на базе полевого опыта, в течение 18 лет на дерново-подзолистой среднеокультуренной почве, которые являются распространенными для залежных площадей Нечерноземья.

Методика и условия проведения исследований. Полевой опыт проведен на Центральной экспериментальной базе ВНИИ кормов. Схема полевого опыта включала 4 технологических системы, различающихся по основным действующим факторам с учетом уровней интенсификации: примитивная – использование потенциала естественных травостоев, сформировавшихся за счет запаса жизнеспособных семян в почве и последействия ее остаточного плодородия; минеральная система – внесение минеральных удобрений на естественных травостоях, что соответствует модификации залежей с более окультуренной почвой; техногенная – формирование естественного и сеяного травостоев после поверхностной обработки почвы без применения удобрений, что характерно для современных условий, заросшей однолетними сорняками; техногенно-минеральная система – созда-

ние сеяных злаковых и бобово-злаковых травостоев с ежегодным внесением подкормок удобрениями (PK и NPK в дозах, указаны в таблицах), что соответствует современным направлениям интенсификации лугового кормопроизводства. В предшествующий период (с 1965 по 1998 гг.) площадь опытного участка входила в состав кормового севооборота с чередованием однолетних культур и многолетних трав: в 1997 г. занята под посев овса, в 1998 г. – под посев озимого рапса (на семена), весной 1999 г. был заложен полевой опыт по схеме, представленной в табл. 1-3. Обработка почвы проведена в вариантах 4-8 путем трехкратного дискования. Для залужения применяли упрощенные травосмеси: злаковые – тимофеевка и овсяница луговая, в бобово-злаковую травосмесь дополнительно включали клевер луговой. Использование травостоев – двуукосное за сезон, первый укос в фазу полного колошения злаков.

Последействие разных типов сенокосов изучалось в 2011-2015 гг. по реакции райграса однолетнего (сорт Рапид), взятого в качестве модельного объекта – вида, отзывчивого на содержание в почве доступных форм минерального питания с учетом динамики за 5-летний период.

Опытный участок расположен на среднеокультуренной пашне: содержание гумуса в дерново-подзолистой почве в 1999 г. составило 1,91%, общего азота 0,19%, доступных форм фосфора и калия соответственно 126 и 100 мг/кг, $pH_{сол}$ – 5,0. Площадь делянки в опыте 30 $м^2$, повторность четырехкратная, размещение вариантов в каждой повторности рендомизированное.

Баланс азота, фосфора и калия в сенокосных агроэкосистемах (надземная, подземная масса и плодородие почвы) определяли с учетом разной продуктивности естественных и сеяных травостоев, созданных путем консервации залежи. На основе балансового метода проведено сравнение потребления элементов питания (N, P_2O_5 и K_2O) и поступления их за счет подкормок травостоев минеральными удобрениями. С целью прогноза в почве определен баланс их по сравнению с исходным содержанием, а также определена доля запаса этих веществ в подземной массы по сравнению с убылью их в почве после использования сенокосов в течение 12 лет. Прямое последействие их оценивали по урожайности и продуктивности райграса однолетнего, а также по выносу азота, фосфора и калия.

Результаты исследований. При самозарастании залежи за счет запаса жизнеспособных семян, находившихся в почве, в первый год освоения сформировалась типичная рудеральная растительность с преобладанием ромашки непахучей, со второго года отмечалось формирование разнотравно-злакового фитоценоза с участием полевицы тонкой, овсяницы красной, мятлика лугового и обыкновенного, клевера ползучего и типичных видов разнотравья (одуванчик лекарственный, кульбаба осенняя и др. виды). В составе сеяных злаковых травостоев в первые годы преобладала овсяница луговая, затем тимофеевка луговая, наряду с низовыми видами трав (полевица тонкая, мятлик луговой и обыкновенный), активно внедрялся вейник обыкновенный, участие которого на 9-12 годы жизни достигло 32-49% от общей урожайности. В бобово-злаковых травостоях содержание клевера лугового снизилось с 38% в первый год до 9% на третий год пользования, при этом увеличилось участие клевера ползучего (до 10-22%), внедрившегося за счет семян, находившихся в почве.

Урожайность и продуктивность травостоев в среднем за 12 лет пользования под влиянием удобрений в дозе $P_{20}K_{30}$ повысилась на 7% на естественном и на 33% на сеяном травостоях, при внесении $N_{60}P_{20}K_{30}$ соответственно – на 43 и 44% (табл. 1). Прибавка на 1 кг д.в. смеси $P_{20}K_{30}$ составила соответственно с травостоями 4,7 и 23,3 корм. ед., на 1 кг д.в. для полной смеси $N_{90}P_{20}K_{30}$ – 13,9 и 14,0 корм. ед., что не уступает обобщенным показателям на зерновых фуражных культурах [11].

Вынос минеральных веществ естественными травостоями из запасов почвы в примитивной и техногенной системах был близким (табл. 2). Под влиянием удобрений в дозах $P_{20}K_{30}$ потребление естественным травостоем азота увеличилось на 14%, фосфора на 26% и калия на 45% благодаря внедрению клевера ползучего и росту урожайности (на 20%), на сеяном травостое с клевером луговым эти показатели составили соответственно 34, 37 и 40%.

Таблица 1

Продуктивность сенокосных травостоев, созданных на залежах (в среднем за 12 лет, 1999-2010гг.)

Технологическая система	Травостой, удобрение	Урожайность, ц/га СВ	Продуктивность 1 га		
			ОЭ, ГДж	корм. ед.	%
Примитивная	Естественный, без удобрений (контроль)	45,0	44,5	3520	100
Минеральная	Естественный, $P_{20}K_{30}$	54,1	50,3	3754	107
	Естественный, $N_{60}P_{20}K_{30}$	71,5	66,9	5049	143
Техногенная	Естественный, без удобрений	44,4	42,9	3314	94
	Злаковый, без удобрений	46,7	45,7	3495	99
	Бобово-злаковый, без удобрений	47,7	47,0	3741	106
Техногенно-минеральная	Бобово-злаковый, $P_{20}K_{30}$	59,6	59,6	4686	133
	Злаковый, $N_{60}P_{20}K_{30}$	72,5	67,2	5061	144
	$НСР_{05}$	5,4			

При дополнительном внесении азотных удобрений в дозе N_{60} за сезон потребление азота урожайностью естественного травостоя повысилось на 47% по сравнению с контролем, фосфора – на 57% и калия – на 73%, на сеяном злаковом травостое – соответственно на 32, 34 и 53%. Более высокие показатели выноса минеральных веществ с урожаем естественного травостоя по сравнению с сеяным злаковым фитоценозом (по азоту на 11, по фосфору на 18 и калию на 13%) объясняются преобладанием низовых видов трав и внедрением клевера ползучего (участие его по годам 8-15%).

Для оценки баланса минеральных веществ в надземной структуре фитоценоза определены коэффициенты возмещения (в %) от выноса минеральных веществ за счет удобрений и почвы. При внесении двойной смеси $P_{20}K_{30}$ вынос фосфора урожаем естественного травостоя возмещался на 55%, калия – на 27%, на сеяном бобово-злаковом травостое – соответственно на 51 и 28%. При внесении полной смеси $N_{60}P_{20}K_{30}$ вынос азота, фосфора и калия за счет удобрений покрывался за счет удобрений соответственно на 54, 44 и 22% на естественном травостое и на 60, 52 и 26% на сеяном травостое.

Таблица 2

Вынос минеральных веществ с урожаем трав (в сумме за 12 лет) и возмещением его за счет минеральных удобрений

Технологическая система	Травостой, удобрение	Вынос с урожаем надземной массы, кг/га			Возмещение выноса за счет удобрений, %		
		N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O
Примитивная	Естественный, без удобрений (контроль)	914	344	924	0	0	0
Минеральная	Естественный, $P_{20}K_{30}$	1042	435	1339	0	55	27
	Естественный, $N_{60}P_{20}K_{30}$	1344	541	1596	54	44	22
Техногенная	Естественный, без удобрений	934	352	976	0	0	0
	Злаковый, без удобрений	914	350	938	0	0	0
	Бобово-злаковый, без удобрений	1019	355	884	0	0	0
Техногенно-минеральная	Бобово-злаковый, $P_{20}K_{30}$	1225	473	1290	0	51	28
	Злаковый, $N_{60}P_{20}K_{30}$	1210	460	1411	60	52	26
	Внесение						

Полученные результаты указывают на отрицательный баланс минеральных веществ, наиболее остро он выражен для обеспеченности агроэкосистемы калием, на втором месте проявляется дефицит фосфора и на третьем месте – азота. Это объясняется дополнительным поступлением азота в результате более активной минерализации части отмерших подземных органов травостоя на фоне NPK (экстра-азот, по Д.А. Коренькову), а также за счет внедрения бобовых на фоне PKи NPK (биологический источник азота).

Вследствие отрицательного баланса азота, фосфора и калия в надземной биомассе сенокосной агроэкосистемы произошло снижение содержания их в почве (табл. 3 и 4). После 12 лет пользования сенокоса установлено положительное последействие всех технологических систем на увеличении содержания гумуса в почве.

Таблица 3

Содержание гумуса и минеральных веществ в почве через 12 лет консервации залежи под сенокос (1999-2010 гг.)

Технологическая система	Травостой, удобрений	Гумус, т/га	N, кг/га	P_2O_5, кг/га	K_2O, кг/га
Исходное содержание (1999 г.)	Рудеральный (1 год жизни)	44,9	4465	296	235
Показатели 2010 г.					
Примитивная	Естественный, без удобрений (контроль)	49,0	3375	176	160
Минеральная	Естественный, $P_{20}K_{30}$	48,6	3150	250	164
	Естественный, $N_{60}P_{20}K_{30}$	47,5	3375	216	158
Техногенная (без удобрений)	Естественный, сеяный, злаковый	49,0	3375	171	97
	Сеяный, злаковый	47,7	3375	171	122
	Сеяный бобово-злаковый	47,7	3150	173	126
Техногенно-минеральная	Сеяный, бобово-злаковый, $P_{20}K_{30}$	48,8	3150	245	162
	Сеяный злаковый, $N_{60}P_{20}K_{30}$	45,6	2350	243	128
Заповедник (без использования)	Естественный, без удобрений	48,2	2025	261	238

При этом в контроле под естественными травостоями при скашивании их два раза за сезон среднегодовые темпы прироста содержания гумуса в почве (слой 0-20 см) были больше (342 кг/га), чем в заповеднике (275 кг/га) с преобладанием вейника надземного в травостое и появлением поросли древесно-кустарниковых пород (ива, береза, осина высотой 1,5-1,7 м). Под влиянием удобрений в дозах $N_{60}P_{20}K_{30}$ отмечена тенденция снижения темпов накопления содержания гумуса в почве (до 216 кг/га в год) под естественным травостоем, а также положительная тенденция повышения темпов содержания гумуса (до 308-325 кг/га в год) на фоне $P_{20}K_{30}$ благодаря участию бобовых видов в травостоях. Наряду с этим, экспериментально установлен отрицательный баланс в почве основных элементов питания на фоне всех изучавшихся технологий без удобрений, а также при регулярной подкормке сенокоса удобрениями в применявшихся агрохимически обоснованных дозах с учетом современного практического состояния в луговом кормопроизводстве этой зоны.

Широко распространенным положением в агрономической среде является признание положительной роли многолетних трав для восстановления плодородия дерново-подзолистых почв.

Таблица 4

Содержания минеральных веществ в дерново-подзолистой почве сенокосного использования залежи в течение 12 лет (1999-2010 гг.)

Технологическая система	Травостой, удобрений	Баланс (по сравнению с 1999 г.), кг/га			Среднегодовые темпы снижение, кг/га		
		N (общий)	P_2O_5	K_2O	N (общий)	P_2O	K_2O
Примитивная	Естественный, без удобрений (контроль)	-1090	-120	-75	91	10	6
Минеральная	Естественный, $P_{20}K_{30}$	-1315	-46	-71	110	4	6
	Естественный, $N_{60}P_{20}K_{30}$	-1090	-80	-77	91	7	6
Техногенная (без удобрений)	Естественный	-1090	-125	-138	91	10	12
	Сеяный злаковый	-1090	-125	-113	91	10	10
	Сеяный бобово-злаковый	-1315	-123	-109	110	10	10
Техногенно-минеральная	Бобово-злаковый, $P_{20}K_{30}$	-1315	-51	-73	110	4	6
	Злаковый, $N_{60}P_{20}K_{30}$	-2115	-53	-107	176	4	9
Заповедник (без использования)	Естественный (вейник наземный)	-2440	-34	-238	203	3	0
Исходное содержание в 1999 г.		4465	296	235			

Однако научно обоснованные данные по накоплению подземной массы под травостоями на залежных землях и закреплению в ней элементов питания в литературе отсутствуют. Поэтому на основе экспериментальных материалов по содержанию подземной массы и накоплению в ней азота и фосфора (данные по накоплению калия в статье не приводятся вследствие больших потерь его в процессе отмывки образцов) можно оценить их роль для восстановления потерь в почве (табл. 5). Содержание подземной массы (ПМ) под естественными травостоями без удобрений на 12 год пользования были одинаковым – 151-157 ц/га СВ, статистически существенное повышение накопления подземной массы установлено в заповеднике (на 10%), а также на сеяном и естественном травостоях при внесении $N_{60}P_{20}K_{30}$ – соответственно на 12 и 15% к контролю, на фоне подкормки $P_{20}K_{30}$, напротив, отмечено снижение (на 15 и 12% к контролю), наиболее сильное – на сеяных травостоях без удобрений в техногенной системе – 23%.

Таблица 5

Подземная масса (ПМ) на сеяных и естественных Сенокосах (на 12 г. жизни), созданных на залежи

Технологическая система	Травостой, удобрений	ПМ, ц/га СВ	Содержание в ПМ			
			кг/га		% от потерь в почвы	
			N	P_2O_5	N	P_2O
Примитивная (контроль)	Естественный, без удобрений	157	229	83	21	69
Минеральная	Естественный, $P_{20}K_{30}$	146	231	83	17	180
	Естественный, $N_{60}P_{20}K_{30}$	180	239	95	21	118
Техногенная	Естественный, без удобрений	151	237	76	21	60
	Сеяный злаковый, без удобрений	121	201	67	18	53
	Бобово-злаковый, без удобрений	121	201	67	15	54
Техногенно-минеральная	Бобово-злаковый, $P_{20}K_{30}$	139	231	73	17	143
	Злаковый, $N_{60}P_{20}K_{30}$	176	246	97	11	183
Заповедник (без использования)	Естественный (вейник наземный + поросль древесных видов)	173	202	86	8	252
	$НСР_{05}$	14				

Содержание азота и фосфора в подземной массе естественного травостоя (слой 0-20 см) составило 229 и 83 кг/га. Закрепление фосфора в подземной массе естественного и сеяного злакового травостоев на фоне $N_{60}P_{20}K_{30}$ повысилось на 14 и 17% по сравнению с контролем, для содержания азота отмечена только тенденция увеличения (на 4-7%). Содержание азота и фосфора в подземной массе сеяных травостоев без удобрений снизилось на 12 и 19% по сравнению с контролем. В заповеднике, где в течение 12 лет травостой не отчуждался и выноса минеральных веществ с урожаем не происходило, содержание фосфора в подземной массе не отличалось от контроля, а содержание азота снизилось на 12%, что обусловлено более низкой концентрацией его (1,17% СВ) по сравнению с контролем (1,46% СВ). На основании этого можно обоснованно прогнозировать более медленные темпы минерализации подземной массы вейниковой залежи при введении ее в пашню по сравнению с сенокосами.

Сравнение содержания минеральных веществ в подземной массе с убылью за этот период из почвы раскрывает их роль в формировании плодородия (табл. 5). Убыль азота за счет выноса с урожаем, вследствие денитрификации и вымывания с инфильтрационным стоком за 12-летний период использования естественного сенокоса в контроле возмещалась за счет содержания его в подземной массе на 21%, на фоне $P_{20}K_{30}$ и $N_{60}P_{20}K_{30}$ в минеральной системе на 17 и 21%, в техногенно-минеральной системе на сеяных травостоях на 17 и 11%, в техногенной системе (без применения удобрений) на 18 и 15%, в наименьшей мере –на 8% в условиях заповедника. Закономерности возмещения потерь содержания фосфора из почвы отличались от полученных изменений по возмещению азота. Содержание фосфора в подземной массе естественных травостоев возмещало на 60-69% снижение содержания фосфора в почве, под сеяными травостоями в техногенной системе – только на 53-54%, при внесении $P_{20}K_{30}$ и $N_{60}P_{20}K_{30}$ на естественных травостоях эти показатели превышали потери и составили соответственно 180 и 118%, на сеяных травостоях – 143 и 183%. Наиболее высокий показатель возмещения установлен для заповедника, что объясняется низкими потерями фосфора в почве – 34 кг/га P_2O_5 за 12 лет, что в 3,5 раза меньше, чем в контроле.

Последействие 12-лнтних естественных и сеяных сенокосов на урожайность и продуктивность райграса однолетнего изучали в течение 5 лет (табл. 6). В первый год перевода залежи в пашню установлено существенное повышение урожайности райграса однолетнего – на 19-23% только по предшественнику – техногенно-минеральная система, при этом не было различий между последействием бобово-злаковых травостоев на фоне $P_{20}K_{30}$ и злакового травостоя на фоне $N_{60}P_{20}K_{30}$. Урожайность райграса при последействии других технологий создания сенокоса не отличалась от контроля. В последующий 4-летний период колебания урожайности по годам были обусловлены в основном изменениями погодных условий, статистиче-

ски существенное снижение урожайности райграса на 15-16% отмечено в 2013 и 2014 годах на фоне последействия злакового неудобрявшегося травостоя в техногенной системе по сравнению последействием примитивной системы (контроль 1).

Таблица 6

Последействие технологических систем освоения залежи под сенокосы на продуктивность райграса однолетнего при возврате угодий в пашню

Предшественник		Урожайность, ц/га СВ		Продуктивность, корм. ед./га	
технологическая система	травостой, удобрение	2011 г.	2012-2013 гг.	2011	2012-2013 гг.
Примитивная	Естественный, без удобрений (контроль 1)	21,7	26,2	1675	1928
Минеральная	Естественный, $P_{20}K_{30}$	24,1	26,4	1863	1737
	Естественный, $N_{60}P_{20}K_{30}$	18,8	26,3	1470	2006
Техногенная	Естественный, без удобрений	23,1	21,6	1736	1584
	Сеяный злаковый, без удобрений	20,6	23,7	1636	1776
	Бобово-злаковый, без удобрений	22,4	21,6	1809	1652
Техногенно-минеральная	Бобово-злаковый, $P_{20}K_{30}$	26,7	24,0	2125	1712
	Злаковый, $N_{60}P_{20}K_{30}$	25,8	22,6	1938	1664
Заповедник, без использования	Естественный, без удобрений (контроль 2)	20,3	28,7	1540	2031
	$НСР_{05}$	4,0	4,8		

Продуктивность райграса однолетнего в первый год посева повысилась в техногенно-минеральной системе на 23% по фону бобово-злакового травостоя и на 16% после злакового травостоя, при освоении заповедника и после минеральной системе (на фоне $N_{60}P_{20}K_{30}$) – снизилась соответственно на 8-12%. В последующий 4-летний период отмечена слабая тенденция повышения продуктивности в минеральной системе и после освоения заповедника (на 80-100 корм. ед./га) по сравнению с контролем 1.

Изучение содержания элементов питания (кг/га) в урожае райграса однолетнего (табл. 7) показало, что в результате последействия бобово-злакового травостоя на фоне $P_{20}K_{30}$ в первый год посева повысилось потребление азота на 21%, фосфора на 23% и калия на 50%, на неудобренном фоне эти показатели были ниже (соответственно до 10 и 8%). При освоении заповедника (контроль2) под пашню содержание азота в урожае райграса было на 14% меньше, чем в контроле 1 и на 29% меньше, чем по бобово-злаковому предшественнику. Преимущество заповедника проявилось на увеличении содержания фосфора на 38% и калия на 188% по сравнению с контролем 1 в первый год, на 19 и 75% в среднем за четыре последующих года. Это показывает, что освоение неиспользованных залежных земель (с травянистой растительностью) в пашню возрастает потребность в азотных удобрениях, но при этом снижается потребность в фосфорных и калийных удобрениях.

Таблица 7

Последействие технологических систем освоения залежи под сенокосы при возврате их в пашню на содержание элементов питания в урожае райграса однолетнего (кг/га)

Предшественник		2011 год			В среднем за 2012-2015 гг.		
технологическая система	травостой, удобрение	азот	P_2O_5	K_2O	азот	P_2O_5	K_2O
Примитивная	Естественный, без удобрений (контроль 1)	42	13	26	41,4	18,9	33,4

Продолжение таблицы 7

Минеральная	Естественный, $P_{20}K_{30}$	41	15	43	33,0	15,6	35,5
	Естественный, $N_{60}P_{20}K_{30}$	35	13	28	40,3	19,4	34,0
Техногенная	Естественный, без удобрений	39	15	36	31,8	14,0	30,8
	Сеяный злаковый, без удобрений	41	12	30	36,0	16,0	32,4
	Бобово-злаковый, без удобрений	46	14	28	33,0	13,9	23,9
Техногенно-минеральная	Бобово-злаковый, $P_{20}K_{30}$	51	16	39	32,7	19,4	25,0
	Злаковый, $N_{60}P_{20}K_{30}$	42	12	30	35,8	15,5	28,3
Заповедник, без использования	Естественный, без удобрений (контроль 2)	36	18	75	38,2	21,4	58,6

Заключение. Для луговых сенокосов, созданных на выбывшей из оборота пашне, впервые для Нечерноземной зоны установлен баланс азота, фосфора и калия в надземной массе и почве, а также определены среднегодовые темпы накопления гумуса.

При получении продуктивности 3,5 тыс. корм. ед. с 1 га на естественном травостое потребление азота составило 76 кг/га, P_2O_5 – 29 кг/га и K_2O – 77 кг/га в среднем за 12 лет. Под влиянием удобрений в дозах $P_{20}K_{30}$ и $N_{60}P_{20}K_{30}$ продуктивность естественных травостоев повышалась на 7 и 43%, на сеяных сенокосах соответственно – на 33 и 44%. При этом за счет азотного удобрения (N_{60}) вынос его с урожаем возмещался на 54-60%, фосфора – на 44-55%, калия – на 22-28%.Положительное влияние дерновообразовательного процесса появилось на накоплении гумуса в почве естественного сенокоса (342 кг/га в год) по сравнению с заповедником (275 кг/га), а также на фоне $P_{20}K_{30}$ (до 308-325 кг/га), благодаря участию бобовых видов. Баланс азота, фосфора и калия в почве был отрицательным во всех технологических системах на сенокосе и в заповеднике. Содержание минеральных веществ в подземной массе травостоев (121-180 ц/га СВ) возмещало потери азота в почве при сенокосном использовании на 15-21% на неудобрявшихся фонах и на 11-21% при внесении $P_{20}K_{30}$ и $N_{60}P_{20}K_{30}$, в заповеднике – только на 8%. Потери фосфора из почвы возмещались за счет содержания в подземной массе только на фоне $P_{20}K_{30}$ и $N_{60}P_{20}K_{30}$. Прогнозируется более медленные темпы возврата минеральных веществ из подземной массы заповедника в активный оборот вследствие более низкого содержания азота (1,17%) по сравнению с сенокосом (1,46-1,57%). Последействие 12-летних сенокосов, созданных путем консервации вынужденной залежи, проявилось положительно после сеяных бобово-злаковых и естественных травостоев на фоне $P_{20}K_{30}$, а также для сеяных злаковых травостоев на фоне $N_{60}P_{20}K_{30}$: прибавки продуктивности райграса однолетнего составили соответственно 27, 15 и 16% по сравнению с последействием естественного травостоя без удобрений. Однако полученный эффект был кратковременным – в течение первого года перевода залежи в пашню. Это обусловлено наличием зеленой части растений (стерневые остатки и приземные листья) в заделанной массе, то есть проявился эффект сидерации. В последующий период по фонам большинства технологий снизилась доступность азота. Освоение неиспользованной залежи (в течение 12 лет, заросшей вейником наземным) в пашню приводит к снижению продуктивности пашни на 12% вследствие дефицита доступных форм азота в почве. Это экспериментально обосновывает очередность реконструкции заложенных земель в пашню.

Литература

1. Никонова Г.Н., Трофимов А.Г. К вопросу о методологии государственного регулирования рынка сельскохозяйственных угодий // АПК экономика, управление. 2016. №10. С. 12 – 31.

2. Каштанов Н.И., Сизов О.А. Проблемы восстановления угодий, выбывших из сельскохозяйственного использования // Экономика сельского хозяйства России. 2008. №11. С. 174 – 183.

3. Иванов А.Л. Вступительное слово // Агрономическое состояние и перспективы использования земель России, выбывших их активного сельскохозяйственного оборота. М.: Минсельхоз РФ, РАСХН, 2008. С. 3 – 9.

4. Алтухов А.И. Итоги и проблемы агрономических исследований // Экономика сельского хозяйства. 2011. №3. С. 75 – 89.

5. Огарков С.А. Обустраивать и вводить заброшенные земли // Аграрная науки. 2016. №2. С. 2 – 4.

6. Чекмарев П.А. О ходе подготовки к проведению весенне-полевых работ в 2011 г. // Агрохимический вестник. 2011. №1. С. 2 – 5.

7. Косолапов В.М., Шпаков А.С., Кутузова А.А. Организация кормопроизводства на залежных землях Нечерноземной зоны // Рекультивация и использование залежных земель в Нечерноземной зоне: Материалы междунар. науч.-практ. конф. ГНУ ВНИИСЗ РАСХН. Тверь. 2012. С. 36 – 43.

8. Кутузова А.А. Продуктивность пастбищных травостоев при освоении средневозрастной залежи в Нечерноземной зоне. Многофункциональное адаптивное кормопроизводство: Сборник научных трудов. Вып. 12 (60) М.: 2016. С. 48 – 55.

9. Кутузова А.А., Степанищев И.В. Перспективы технологии консервации пашни переводом в сенокос в лесной зоне России // Кормопроизводство. 2012. №6. С. 11 – 18.

10. Кутузова А.А., Алтунин Д.А., Степанищев И.В. Эффективность возврата сенокосных залежей в пашню в Нечерноземной зоне. Многофункциональное адаптивное кормопроизводство: Сборник научных трудов. 2016. Вып. 9. С. 30 – 34.

11. Кирюшин В.И. Технологическая модернизация земледелия России: предпосылки и условия // Земледелие. 2015. №4. С. 6 – 10.

References

1. Nikonova G.N., Trofimov A.G. K voprosu o metodologii gosudarstvennogo regulirovanija rynka sel'skohozjajstvennyh ugodij // APK jekonomika, upravlenie. 2016. №10. S. 12 – 31.

2. Kashtanov N.I., Sizov O.A. Problemy vosstanovlenija ugodij, vybyvshih iz sel'skohozjajstvennogo ispol'zovanija // Jekonomika sel'skogo hozjajstva Rossii. 2008. №11. S. 174 – 183.

3. Ivanov A.L. Vstupitel'noe slovo // Agronomicheskoe sostojanie i perspektivy ispol'zovanija zemel' Rossii, vybyvshih ih aktivnogo sel'skohozjajstvennogo oborota. M.: Minsel'hoz RF, RASHN, 2008. S. 3 – 9.

4. Altuhov A.I. Itogi i problemy agronomicheskih issledovanij // Jekonomika sel'skogo hozjajstva. 2011. №3. S. 75 – 89.

5. Ogarkov S.A. Obustraivat' i vvodit' zabroshennye zemli // Agrarnaja nauki. 2016. №2. S. 2 – 4.

6. Chekmarev P.A. O hode podgotovki k provedeniju vesenne-polevyh rabot v 2011 g. // Agrohimicheskij vestnik. 2011. №1. S. 2 – 5.

7. Kosolapov V.M., Shpakov A.S., Kutuzova A.A. Organizacija kormoproizvodstva na zalezhnyh zemljah Nechernozemnoj zony // Rekul'tivacija i ispol'zovanie zalezhnyh zemel' v Nechernozemnoj zone: Materialy mezhdunar. nauch.-prakt. konf. GNU VNIISZ RASHN. Tver'. 2012. S. 36 – 43.

8. Kutuzova A.A. Produktivnost' pastbishhnyh travostoev pri osvoenii srednevozrastnoj zalezhi v Nechernozemnoj zone. Mnogofunkcional'noe adaptivnoe kormoproizvodstvo: Sbornik nauchnyh trudov. Vyp. 12 (60) M.: 2016. S. 48 – 55.

9. Kutuzova A.A., Stepanishhev I.V. Perspektivy tehnologii konservacii pashni perevodom v senokos v lesnoj zone Rossii // Kormoproizvodstvo. 2012. №6. S. 11 – 18.

10. Kutuzova A.A., Altunin D.A., Stepanishhev I.V. Jeffektivnost' vozvrata senokosnyh zalezhej v pashnju v Nechernozemnoj zone. Mnogofunkcional'noe adaptivnoe kormoproizvodstvo: Sbornik nauchnyh trudov. 2016. Vyp. 9. S. 30 – 34.

11. Kirjushin V.I. Tehnologicheskaja modernizacija zemledelija Rossii: predposylki i uslovija // Zemledelie. 2015. №4. S. 6 – 10.

Kutuzova A.A., Doctor of Agricultural Sciences (Advanced Doctor),
Altunin D.A., Candidate of Agricultural Sciences (Ph.D.),
Federal State-Funded Institution of Science "All-Russian Research Institute of Fodder. V.R. Williams"

EFFICIENCY OF THE CREATION OF SENOCOSES ON DEPOSITS IN THE NON-CERONIC ZONE AND THE RETURN OF THEM IN THE FUTURE

Abstract: the aim of the research was to determine the productivity of haymaking, based on 8 technologies, 4 meadow management systems (primitive, mineral, technogenic and technogenic-mineral) and their aftereffect on the productivity of arable land. Research was conducted on sod-podzolic medium-cultivated soil. The productivity of the natural grass stand was 3.5 thousand units / ha on average for 12 years of use, and when P30K30 was applied, it increased by 7 and 33% on natural and seeded grass stands, when N60P20K30 was applied, respectively, by 43 and 44%. Removal of nitrogen by harvest of grass was compensated for by fertilizers only by 54-60%, removal of phosphorus – by 44-55%, potassium removal – by 22-28%. The humus content in the soil increased due to the mineralization of the underground mass (121-157 c / ha SW) after 12 years of hayfield use, the accumulation of humus amounted to 308-325 kg / ha in the hayfield on average for 1 year, in the reserve (without use) 275 kg / ha. When hayfield is returned to arable land, a positive aftereffect of leguminous-cereal grass stands is established when P20K30 is applied, the productivity of Loliym multiflorum increased by 15-27% in comparison with the aftereffect of unfertilized hayfield and by 17-21% in comparison with the after-effect of the reserve in the first year. These results justify the order of return of fallow lands to arable land.

Keywords: productivity of hayfields on deposits, hayfields after-effect to pasture productivity

Левитин М.М., доктор биологических наук,
профессор, академик РАН,
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений»

Исследования, проводимые Лабораторией, поддерживаются
Российским научным фондом (проект №14-26-00067)

Н.И. ВАВИЛОВ – ОСНОВОПОЛОЖНИК ФИТОИММУНИТЕТА

Аннотация: в статье рассматривается роль Н.И. Вавилова в становлении фитоимунитета. Показано как его идеи смогли отразиться на развитии фитоиммунитета и на формировании современных представлений в этой области знаний. Кратко излагаются работы лаборатории микологии и фитопатологии ВИЗР по проблемам, поставленным Н.И. Вавиловым.

Ключевые слова: болезни растений, фитоиммунитет, селекция болезнеустойчивых сортов

С именем Н.И.Вавилова связано становление и развитие отечественной фитоиммунологии. О его роли в фитоиммунитете опубликовано много научных работ [28, 17, 23, 24, 30, 31]. Этой публикацией нам хотелось бы продолжить разговор о гениальности Н. И. Вавилова в предвидении будущих открытий в иммунологии.

Начало научной деятельности в области иммунитета растений к болезням относится к 1910 году. Студентом Московского сельскохозяйственного института он приезжает в Полтаву, где находилось постоянно действующее Опытное поле, и делает свои первые наблюдения за устойчивостью растений к болезням. В 1912 г. Н. Вавилов продолжает изучение устойчивости сортов пшеницы к бурой ржавчине и мучнистой росе. Исследования по устойчивости пшеницы, ячменя, овса и ржи к ржавчинным и мучнисторосянным грибам продолжились на селекционной станции Московского сельскохозяйственного института. В результате охарактеризовано большое количество образцов злаков по степени устойчивости к возбудителям болезней. В обобщенном виде исследования были опубликованы в первой крупной работе Николая Ивановича «Материалы к вопросу об устойчивости хлебных злаков против паразитических грибов» [1] Начиная с 1913 г., Н.И. Вавилов публикует серию работ по иммунитету растений к болезням. В одной из них «Очерк современного состояния учения об иммунитете хлебных злаков к грибным заболеваниям» [2], Н.И. критически разбирает различные теории иммунитета, высказывает свое мнение по многим иммунологическим вопросам.

В 1918 г. выходит основополагающая работа Н.И. Вавилова – монография « Иммунитет растений к инфекционным заболеваниям» [3]. Это первая в мировой науке сводка, систематизирующая все имеющиеся экспериментальные данные по этому направлению фитопатологии. Впервые были обоснованы общие закономерности в распределении иммунитета, его связь с генетической природой растения, с филогенетическим положением растения, со специализацией паразита по родам и видам растений, с условиями окружающей среды.

В 1926 г. Н.И.Вавилов опубликовал капитальный труд «Центры происхождения культурных растений» [4]. На основе своих многочисленных экспедиций он смог прийти к определенным выводам о географических очагах формообразования культурных растений. В них сосредоточено наибольшее количество растений устойчивых к болезням. Поэтому, интродуцированные из центров происхождения формы растений наиболее перспективны для дальнейшей селекции болезнеустойчивых растений. Отсюда следует важное практическое положение – поиск источников устойчивости к болезням следует осуществлять в первичных и вторичных центрах происхождения культурных растений, где существует наибольшее разнообразие генов устойчивости.

Большой фактический материал позволяет Вавилову сделать ряд основополагающих выводов из своей работы. 26 февраля 1940 г. на заседании Биологического отделения АН СССР Вавилов сделал доклад «Законы естественного иммунитета растений к инфекционным заболеваниям (ключи к нахождению иммунных форм). В нем Н.И. попытался наиболее полно охарактеризовать весь собранный видовой и сортовой материал на устойчивость к заболеваниям.

«Первой и основной закономерностью, определяющей существование видов и сортов растений, иммунных к тому или другому паразиту, является специализация паразитов, приуроченность их к определенному кругу хозяев, к тому или другому виду или роду диких и культурных растений» [5, с. 483]. Теоретически, пишет Н.И. «явления иммунитета представляют синоним специализации паразитов, с той только разницей, что, говоря об иммунитете, мы условно переносим центр внимания на само растение и практически относим в

рубрику иммунитета случаи крайней специализации паразитов, ограниченной отдельными расами, разновидностями, реже пределами видов».

Вторым законом, определяющим вероятность нахождения иммунных сортов, является наличие или отсутствие резкой генетической дивергенции. Контрастные различия в естественной восприимчивости проявляются у растений, генетически наиболее резко дифференцированных. Вавилов пишет:.« …наиболее контрастные различия по иммунитету выявляют растения, цитогенетически резко дифференцированные на различные виды» [5, с. 456].

Третий закон распределения иммунитета заключается в соответствии реакции иммунитета с экологическим типом растений. Сущность экологических закономерностей заключается в том, пишет Н.И., что «иммунитет вырабатывается под влиянием естественного отбора в наиболее контрастных условиях среды» [5, с. 488]. И действительно, в районах, где инфекция отсутствует иммунитет не вырабатывается и сорта, из этого района, попадая в другие условия, оказываются восприимчивыми к заболеванию.

Четвертый закон относится к проявлению видами и сортами группового иммунитета к различным заболеваниям. Виды, иммунные к одному заболеванию, нередко устойчивы и ко многим другим, и наоборот. Оценивая перспективы селекции на иммунитет, Вавилов пишет: «Наибольшее внимание необходимо направить на групповой иммунитет. В конечном итоге селекционер заинтересован в выведении сортов, устойчивых одновременно к ряду заболеваний».

Пятый закон обосновывает необходимость знания эволюции культурного растения, что позволяет предвидеть местонахождение устойчивых форм.

Шестой закон исходит из принципа общности формирования иммунитета у растений из разных родов и семейств. Вавилов считает, что формирование иммунных или восприимчивых форм происходит не только у отдельных видов, но и у целых групп, связанных в своей эволюции с одной и той же территорией.

Итогом всей деятельности Н.И. Вавилова в области иммунитета растений может служить его основополагающая на многие годы вперед фраза: «Радикальной мерой в борьбе с заболеваниями у растений является селекция устойчивых форм» [5, с. 432].

В перспективе Н.И. считал необходимым создание общей теории иммунитета, хотя «создание общей теории физиологического иммунитета – писал он, – дело будущего и, вероятно, не слишком близкого" [5, с. 199]. Тем не менее, он демонстрирует некоторые закономерности сходства в устойчивости к болезням растений и животных. "В основном приходится так же, как у животных, выделять по-прежнему две основные категории иммунитета, с одной стороны – естественный или врожденный иммунитет, с другой стороны – иммунитет приобретенный, искусственно вызванный" [5, с. 317].

Для ее создания рекомендовалось обратить внимание на симбиотические взаимоотношения клеток хозяина и гиф грибов, на разработку методов культивирования облигатных паразитов на искусственных средах, на изучение грибных токсинов и ответных реакций клеток растений. Эти направления исследований получили в дальнейшем широкое развитие.

Относительно симбиотических взаимоотношений растений с микроорганизмами в настоящее время показано, что регулируют взаимоотношения сигнальные молекулы, грибные ингибиторы и факторы совместимости [41, 36]. Рецепторы, регулирующие симбиотические взаимоотношения и иммунный ответ у растений и животных, контролируются одним семейством генов.

Разработка методов культивирования облигатных паразитов на искусственных питательных средах интенсивно проводились в 50-70-х годах прошлого века, и считается одним из основных достижений мировой микологической науки. Эти исследования позволили выявить продукты взаимодействующих партнёров и кодирующие их гены. Одни из них – элиситоры, хозяин использует для распознавания паразита и индукции в организме защитных реакций. Другие метаболиты – супрессоры, подавляют защитные реакции и снижают иммунные свойства. И элиситоры, и супрессоры являются иммуномодуляторами у растений и животных [26].

Что касается изучения грибных токсинов и реакции на них растений, то в этом направлении в прошлом веке выполнено огромное число работ [6].

Взять только фитоалексины – производные двух систем – растения-хозяина и паразита. Фитоалексины образуются высшими растениями в ответ на заражение фитопатогенными микроорганизмами. Метаболиты паразита индуцируют отклонения в обмене веществ у растения-хозяина. В ответ образуются специфические для данного вида фитоалексины. Они представляют собой низкомолекулярные соединения, а вещества, выделяемые паразитом, являются соединениями белковой природы. Образование фитоалексинов идёт в живых клетках растения, но максимальные их количества находятся в некротической ткани. Некроз является реакцией сверхчувствительности растения, при

которой гибнет часть клеток, но растение как единое целое сохраняется. Реакция сверхувствительности является одной из форм аппоптоза (программированной смерти). Сигнальные молекулы аппоптоза сходны у растений и животных. Многие стороны учения о фитоалексинах разработаны Л.В. Метлицким и О.Л. Озерецковской [32].

Издавна известно, что микробные молекулы, обнаруживаются рецепторами многоклеточных организмов. Молекулярные структуры патогена или PAMPs (pathogen-associated molecular patterns) являются молекулами, которые распознаются клетками иммунной системы. Эти молекулы можно назвать малыми молекулярными мотивами, сохраняющимися в классе микробов. Они распознаются рецепторами TLR и другими рецепторами распознавания образов (PRR) сходными как у растений, так и у животных. В дальнейшем термин PAMP был заменен на термин MAMP (microbe-associated molecular pattern) – микробный молекулярный рисунок. Сигнал вирулентности, способный связываться с рецептором возбудителя в сочетании с MAMP, был предложен в качестве одного из способов создания (патогенспецифического) PAMP [39, 40].

Работы Н.И.Вавилова создали теоретический фундамент для развития фитоиммунологии растений как части фитопатологии на многие годы вперед.

В 30-х годах К.Т. Сухоруков развил на примере устойчивости пшеницы к ржавчине представления Н.И. Вавилова в отношении физиологического иммунитета [35]. Т.Д. Страхов [34] представил гистологическую картину развития паразита в тканях восприимчивых и устойчивых сортов. Для понимания вопросов специализации фитопатогенов ценными оказались исследования М. С. Дунина, разработавшего теорию иммуногенеза [21]. Академик П.М. Жуковский, развивая идеи Н.И. Вавилова, сформулировал теорию эволюции хозяина и паразита на их совместной родине [27]. Теория сопряженной эволюции сыграла важнейшую роль в развитии фитоиммунологии. Обогащение генофонда культурных растений генами устойчивости имеет большое значение для практической селекции растений. Основываясь на представлениях Н.И. Вавилова, что иммунитет вырабатывается под влиянием естественного отбора в наиболее контрастных условиях среды, проф. Э.Э. Гешеле разработал методы фитопатологической оценки создания и использования инфекционных фонов, предложил методики эффективной оценки устойчивости растений к заболеваниям [16]. Идеи Н.И. Вавилова о хозяино-паразитных взаимоотношениях вылились в известную гипотезу Х. Флора «ген-на-ген», а в последние годы в рецепторно-мембранную модель взаимоотношений двух организмов [22, 41].

В последнее десятилетие больше внимания уделяется продуктам генов устойчивости (R-генам) и к настоящему времени изучены около 100 R- белков из разных устойчивых к патогенам растений. Основная их функция – рецепция эффекторов паразита. Под термином «эффектор» понимают белки и низкомолекулярные соединения патогенов, влияющие на структуру и функции клеток хозяина [25]. Предложена сторожевая модель фитоиммунитета [38], согласно которой сторожевой R- белок соединяется с комплексом эффектор – элиситор и поворачивает клеточный метаболизм в сторону защитных реакций.

В течение всей своей научной деятельности Н.И. Вавилов уделял большое внимание и многим другим фитопатологическим проблемам. В своих трудах Н. И. Вавилов затрагивал многие актуальные фитопатологические проблемы, такие, например, как дифференциация видов паразитов на физиологические расы, генетика паразитов и процессы формообразования и происхождения новых рас. Приступая к селекции на иммунитет, писал Вавилов, надо знать биологию паразита и, прежде всего, его специализацию. Чем уже специализация паразита по родам и видам растений, тем больше шансов на нахождение иммунных форм.

Во Всероссийском научно-исследовательском институте защиты растений (ВИЗР) проводятся обширные фитопатологические работы в направлениях, заложенных в свое время Н.И. Вавиловым. Они ведутся в двух лабораториях института – лаборатории иммунитета растений к болезням (созданной по инициативе Н.И. Вавилова) и лаборатории микологии и фитопатологии им. проф. А.А. Ячевского (одного из учителей Н.И. Вавилова). В последней продолжаются исследования с «Вавиловским объектом» – возбудителем бурой ржавчины пшеницы. С одной стороны изучается растение-хозяин, с другой – популяции возбудителя болезни [18, 19, 20]. Оценивается устойчивость пшеницы на разных фазах онтогенеза, устойчивость районированных и новых сортов, селекционного материала, идентифицируются гены устойчивости путем фитопатологического теста, гибридологическим анализом и современными молекулярными методами. Ежегодно на территории России проводится обширный анализ динамики популяционной структуры возбудителя бурой ржавчины пшеницы по признаку вирулентности. Выполняется оценка разнообразия новых российских сортов пшеницы по генам устойчивости к бурой ржавчине. Ведущим селекционным центрам страны регулярно даются рекомендации по выбору образцов для эффективной селекции пшеницы

на устойчивость к бурой ржавчине. Благодаря этому сотрудники лаборатории стали соавторами нескольких новых сортов пшеницы.

Изучается видовой состав и вредоносность грибов рода *Fusarium* на зерновых культурах в различных регионах России [10, 11, 29]. Установлено распространение по России более 30 видов *Fusarium*, уточнены их ареалы [11, 12]. Выявлено внутривидовое разнообразие некоторых видов *Fusarium*. Оценивается устойчивость пшеницы, ячменя и овса к возбудителям фузариоза [7, 8, 9].

Анализируется видовой состав грибов рода *Alternaria* на территории России и сопредельных стран [13, 14, 15, 33]. Уточняются ареалы видов, их систематика, специализация, описано несколько новых для России видов.

Литература

1. Вавилов Н.И. Материалы к вопросу об устойчивости хлебных злаков против паразитических грибов // Тр. Селекционной станции при Московском сельскохозяйственном институте. 1913 а. Вып. 1. С. 5 – 89.

2. Вавилов Н.И. Очерк современного состояния учения об иммунитете хлебных злаков к грибным заболеваниям. М. 1913 б. 46 с.

3. Вавилов Н.И. Иммунитет растений к инфекционным заболеваниям. М. 1918. 239 с.

4. Вавилов Н.И. Центры происхождения культурных растений // Тр. по прикл. ботан. и селекции. 1926. Т. 16. №2. 248 с.

5. Вавилов Н.И. Учение об иммунитете растений к инфекционным заболеваниям (Применительно к запросам селекции) // Теоретические основы селекции растений. Т. 1. М.-Л., 1935. С. 893 – 990.

5. Вавилов Н.И. Иммунитет растений к инфекционным заболеваниям. М.: Наука. 1986. 519 с.

6. Влияние фитопатогенных микроорганизмов на растения. http://biofile.ru/bio/3805.html

7. Гаврилова О.П., Гагкаева Т.Ю., Буркин А.А., Кононенко Г.П. Зараженность грибами рода Fusarium и контаминация микотоксинами зерна овса и ячменя на севере Нечерноземья // Сельскохозяйственная биология. 2009. Вып. 6. С. 89 – 93

8. Гаврилова О.П., Гагкаева Т.Ю., Вагин А.В., Каморина И.Н. Оценка зараженности зерна фузариевыми грибами сортов ячменя и овса, выращенных в условиях Ленинградской области // Зерновое хозяйство России. 2014. Вып. 3. С. 66 – 70.

9. Гагкаева Т.Ю., Левитин М.М. Устойчивость пшеницы к фузариозу колоса: достижения и перспективы. В сб.: "Типы устойчивости растений к болезням", Материалы научного семинара, СПб, 2003. С. 83 – 96.

10. Гагкаева Т.Ю., Левитин М.М., Санин С.С., Назарова Л.Н. Зараженность зерна и видовой состав грибов рода *Fusarium* на территории РФ в 2004 – 2006 годах. Агро XX1. 2009. №4-6. С. 3 – 5.

11. Гагкаева Т.Ю., Гаврилова О.П., Левитин М.М, Новожилов К.В. Фузариоз зерновых культур. Приложение к журналу «Защита и карантин растений». 2011. №5. С. 70 – 120.

12. Гагкаева Т.Ю., Гаврилова О.П., Левитин М.М. Биоразнообразие и ареалы основных токсинопродуцирующих грибов рода *Fusarium*. Журнал “Биосфера». 2014. 6. №1. С. 36 – 45.

13. Ганнибал Ф. Б. Alternaria spp. в семенах зерновых культур в России // Микология и фитопатология. 2008. Т. 42. Вып. 4. С. 359 – 368

14. Ганнибал Ф.Б. Виды рода Alternaria, обнаруженные в России и на некоторых соседних территориях // Микология и фитопатология. 2015. Т. 49. Вып. 6. С. 374 – 385.

15. Ганнибал Ф.Б., Гасич Е.Л. Возбудители альтернариоза растений семейства крестоцветные в России: видовой состав, география и экология // Микология и фитопатология. 2009. Т. 43. Вып. 5. С. 79 – 88.

16. Гешеле Э.Э. Основы фитопатологической оценки в селекции растений.М.: Колос. 1978. 208 с.

17. Горленко М.В. Н. И. Вавилов и некоторые проблемы фитопатологии // Микология и фитопатология. 1968. Т. 2. №3. С. 263 – 265.

18. Гултяева Е. И., Косман Е., Дмитриев А. П., Баранова О. А. Структура популяций Puccinia triticina по вирулентности и ДНК-маркерам в Северо-Западном регионе России в 2007 г. // Микология и фитопатология. 2011. Т. 45. Вып. 1. С. 70 – 81.

19. Гультяева Е. И., Шайдаюк Е. Л., Казарцев И. А., Аристова М. К. Структура российских популяций гриба Puccinia triticina Eriks // Вестник защиты растений. 2015. Т. 85. Вып. 3. С. 5 – 10.

20. Гультяева Е.И., Аристова М.К., Шайданюк Е.Л., Мироненко Н.В., Казарцев И.А., Ахметова А., Косман Е. Генетическая дифференциация Puccinia triticina Erikss. по микросателлитным локусам на территории России. Генетика, 2017, 9.

21. Дунин М.С. Иммуногенез и его практическое использование. Рига: Латгосиздат, 1946. 147 с.

22. Дьяков Ю.Т. Физиолого-биохимические механизмы устойчивости растений к грибным болезням // Итоги науки и техники. Защита растений. М.: ВИНИТИ. 1983. №6. С. 5 – 90.

23. Дьяков Ю.Т. Н.И. Вавилов и современная фитоиммунология // В сб.: Вавиловское наследие в современной биологии. М.: Наука.1989. С. 186 – 194.

24. Дьяков Ю.Т. Н.И. Вавилов и общая теория фитоиммунитета// Известия ТСХА. 2007. 5. С. 99 – 109.

25. Дьяков Ю.Т. Фитоиммунитет. М.:ИНФРА-М. 2017. 178 с.

26. Дьяков Ю.Т,. Багирова С.Ф. Что общего в иммунитете растений и животных? Природа. 2001. С. 11 – 14.

27. Жуковский П.М. Культурные растения и их сородичи: систематика, география, цитогенетика, иммунитет, экология, происхождение, использование. Л.: Колос, 1971. 752 с

28. Жуковский П.М. Теория физиологического иммунитета Н. И. Вавилова и ее современное развитие // Вопросы географии культурных растений и Н.И. Вавилов. М.-Л. 1966. С. 32 – 35.

29. Иващенко В.Г., Шипилова Н.П. Грибы рода Fusarium на семенах хлебных злаков в основных зерновых регионах России (ареалы, частота встречаемости, соотношение). СПб, 2004. 20 с

30. Левитин М.М. Проблемы фитопатологии в научной деятельности Н.И.Вавилова: Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. Санкт-Петербург 2013. С. 173. 3 – 12.

31. Манойленко К.В. Н.И.Вавилов и проблемы устойчивости растений // Советская биология в 20-30-х годах. СПб. 1997. С. 206 – 217.

32. Метлицкий Л. В., Озерецковская О. Л. Фитоалексины. М.: Наука. 1973. 176 с.

33. Орина А.С., Ганнибал Ф.Б., Левитин М.М. Видовое разнообразие, биологические особенности и география грибов рода Alternaria, ассоциированных с растениями семейства Solanaceae // Микология и фитопатология. 2010. Т. 44. Вып. 2. С. 150 – 159.

34. Страхов Т.Д. О механизме физиологического иммунитета растений к инфекционным заболеваниям. Изд. Харьковского СХИ и ХГУ. Харьков.: 1959. 80 с.

35. Сухоруков К.Т. Физиология иммунитета растений. М., 1952.

36. Тихонович И.А., Проворов Н.А. Симбиозы растений и микроорганизмов: молекулярная генетика агросистем будущего. Спб. Изд-во С. –Петерб. Ун-та. 2009. 210 с.

37. Ausubel F. M. Are innate immune signaling pathways in plants and animals conserved?. //Nature Immunology. 2005. 6 (10). P. 973 – 979. doi:10.1038/ni1253. PMID 16177805

38. Dangi J.L., Jones J.D.G. Plant pathogens and integrated defiance responses to infection // Nature, 2001. 411. P. 826 – 833.

39. Jones DG, Dangl J.L The plant immune system // Nature. 2006. 444 (7117). P. 323 – 329. Bibcode:2006Natur.444.323J. doi:10.1038/nature05286. PMID 17108957.

40. Rumbo M, Nempont C, Kraehenbuhl J, Sirard J. Mucosal interplay among commensal and pathogenic bacteria: Lessons from flagellin and Toll-like receptor 5. FEBS Letters. 2006. 580 (12). P. 2976 – 84. doi:10.1016/j.febslet.2006.04.036. PMID 16650409

41. Tikhonovich I.A., Provorov N.A. Beneficial plant-microbe interactions // In Comprehensive and Molecular Phytopathology. Amsterdam^ Elsevier. 2007. P. 365 – 420.

References

1. Vavilov N.I. Materialy k voprosu ob ustojchivosti hlebnyh zlakov protiv paraziticheskih gribov // Tr. Selekcionnoj stancii pri Moskovskom sel'skohozjajstvennom institute. 1913 a. Vyp. 1. S. 5 – 89.

2. Vavilov N.I. Ocherk sovremennogo sostojanija uchenija ob immunitete hlebnyh zlakov k gribnym zabolevanijam. M. 1913 b. 46 s.

3. Vavilov N.I. Immunitet rastenij k infekcionnym zabolevanijam. M. 1918. 239 s.

4. Vavilov N.I. Centry proishozhdenija kul'turnyh rastenij // Tr. po prikl. botan. i selekcii. 1926. T. 16. №2. 248 s.

5. Vavilov N.I. Uchenie ob immunitete rastenij k infekcionnym zabolevanijam (Primenitel'no k zaprosam selekcii) // Teoreticheskie osnovy selekcii rastenij. T. 1. M.-L., 1935. S. 893 – 990.

5. Vavilov N.I. Immunitet rastenij k infekcionnym zabolevanijam. M.: Nauka. 1986. 519 s.

6. Vlijanie fitopatogennyh mikroorganizmov na rastenija. http://biofile.ru/bio/3805.html

7. Gavrilova O.P., Gagkaeva T.Ju., Burkin A.A., Kononenko G.P. Zarazhennost' gribami roda Fusarium i kontaminacija mikotoksinami zerna ovsa i jachmenja na severe Nechernozem'ja // Sel'skohozjajstvennaja biologija. 2009. Vyp. 6. S. 89 – 93

8. Gavrilova O.P., Gagkaeva T.Ju., Vagin A.V., Kamorina I.N. Ocenka zarazhennosti zerna fuzarievymi gribami sortov jachmenja i ovsa, vyrashhennyh v uslovijah Leningradskoj oblasti // Zernovoe hozjajstvo Rossii. 2014. Vyp. 3. S. 66 – 70.

9. Gagkaeva T.Ju., Levitin M.M. Ustojchivost' pshenicy k fuzariozu kolosa: dostizhenija i perspektivy. V sb.: "Tipy ustojchivosti rastenij k boleznjam", Materialy nauchnogo seminara, SPb, 2003. S. 83 – 96.

10. Gagkaeva T.Ju., Levitin M.M., Sanin S.S., Nazarova L.N. Zarazhennost' zerna i vidovoj sostav gribov roda Fusarium na territorii RF v 2004 – 2006 godah. Agro HH1. 2009. №4-6. S. 3 – 5.

11. Gagkaeva T.Ju., Gavrilova O.P., Levitin M.M, Novozhilov K.V. Fuzarioz zernovyh kul'tur. Prilozhenie k zhurnalu «Zashhita i karantin rastenij». 2011. №5. S. 70 – 120.

12. Gagkaeva T.Ju., Gavrilova O.P., Levitin M.M. Bioraznoobrazie i arealy osnovnyh toksinoproducirujushhih gribov roda Fusarium. Zhurnal “Biosfera». 2014. 6. №1. S. 36 – 45.

13. Gannibal F. B. Alternaria spp. v semenah zernovyh kul'tur v Rossii // Mikologija i fitopatologija. 2008. T. 42. Vyp. 4. S. 359 – 368

14. Gannibal F.B. Vidy roda Alternaria, obnaruzhennye v Rossii i na nekotoryh sosednih territorijah // Mikologija i fitopatologija. 2015. T. 49. Vyp. 6. S. 374 – 385.

15. Gannibal F.B., Gasich E.L. Vozbuditeli al'ternarioza rastenij semejstva krestocvetnye v Rossii: vidovoj sostav, geografija i jekologija // Mikologija i fitopatologija. 2009. T. 43. Vyp. 5. S. 79 – 88.

16. Geshele Je.Je. Osnovy fitopatologicheskoj ocenki v selekcii rastenij.M.: Kolos. 1978. 208 s.

17. Gorlenko M.V. N. I. Vavilov i nekotorye problemy fitopatologii // Mikologija i fitopatologija. 1968. T. 2. №3. S. 263 – 265.

18. Gul#tjaeva E. I., Kosman E., Dmitriev A. P., Baranova O. A. Struktura populjacij Puccinia triticina po virulentnosti i DNK-markeram v Severo-Zapadnom regione Rossii v 2007 g. // Mikologija i fitopatologija. 2011. T. 45. Vyp. 1. S. 70 – 81.

19. Gul'tjaeva E. I., Shajdajuk E. L., Kazarcev I. A., Aristova M. K. Struktura rossijskih populjacij griba Puccinia triticina Eriks // Vestnik zashhity rastenij. 2015. T. 85. Vyp. 3. S. 5 – 10.

20. Gul'tjaeva E.I., Aristova M.K., Shajdanjuk E.L., Mironenko N.V., Kazarcev I.A., Ahmetova A., Kosman E. Geneticheskaja differenciacija Puccinia triticina Erikss. po mikrosatellitnym lokusam na territorii Rossii. Genetika, 2017, 9.

21. Dunin M.S. Immunogenez i ego prakticheskoe ispol'zovanie. Riga: Latgosizdat, 1946. 147 s.

22. D'jakov Ju.T. Fiziologo-biohimicheskie mehanizmy ustojchivosti rastenij k gribnym boleznjam // Itogi nauki i tehniki. Zashhita rastenij. M.: VINITI. 1983. №6. C. 5 – 90.

23. D'jakov Ju.T. N.I. Vavilov i sovremennaja fitoimmunologija // V sb.: Vavilovskoe nasledie v sovremennoj biologii. M.: Nauka.1989. C. 186 – 194.

24. D'jakov Ju.T. N.I. Vavilov i obshhaja teorija fitoimmuniteta// Izvestija TSHA. 2007. 5. S. 99 – 109.

25. D'jakov Ju.T. Fitoimmunitet. M.:INFRA-M. 2017. 178 s.

26. D'jakov Ju.T,. Bagirova S.F. Chto obshhego v immunitete rastenij i zhivotnyh? Priroda. 2001. S. 11 – 14.

27. Zhukovskij P.M. Kul'turnye rastenija i ih sorodichi: sistematika, geografija, citogenetika, immunitet, jekologija, proishozhdenie, ispol'zovanie. L.: Kolos, 1971. 752 s

28. Zhukovskij P.M. Teorija fiziologicheskogo immuniteta N. I. Vavilova i ee sovremennoe razvitie // Voprosy geografii kul'turnyh rastenij i N.I. Vavilov. M.-L. 1966. S. 32 – 35.

29. Ivashhenko V.G., Shipilova N.P. Griby roda Fusarium na semenah hlebnyh zlakov v osnovnyh zernovyh regionah Rossii (arealy, chastota vstrechaemosti, sootnoshenie). SPb, 2004. 20 s

30. Levitin M.M. Problemy fitopatologii v nauchnoj dejatel'nosti N.I.Vavilova: Trudy po prikladnoj botanike, genetike i selekcii. Sankt-Peterburg 2013. S. 173. 3 – 12.

31. Manojlenko K.V. N.I.Vavilov i problemy ustojchivosti rastenij // Sovetskaja biologija v 20-30-h godah. SPb. 1997. S. 206 – 217.

32. Metlickij L. V., Ozereckovskaja O. L. Fitoaleksiny. M.: Nauka. 1973. 176 s.

33. Orina A.S., Gannibal F.B., Levitin M.M. Vidovoe raznoobrazie, biologicheskie osobennosti i geografija gribov roda Alternaria, associirovannyh s rastenijami semejstva Solanaceae // Mikologija i fitopatologija. 2010. T. 44. Vyp. 2. S. 150 – 159.

34. Strahov T.D. O mehanizme fiziologicheskogo immuniteta rastenij k infekcionnym zabolevanijam. Izd. Har'kovskogo SHI i HGU. Har'kov.: 1959. 80 s.

35. Suhorukov K.T. Fiziologija immuniteta rastenij. M., 1952.

36. Tihonovich I.A., Provorov N.A. Simbiozy rastenij i mikroorganizmov: molekuljarnaja genetika agrosistem budushhego. Spb. Izd-vo S. –Peterb. Un-ta. 2009. 210 s.

37. Ausubel F. M. Are innate immune signaling pathways in plants and animals conserved?. //Nature Immunology. 2005. 6 (10). P. 973 – 979. doi:10.1038/ni1253. PMID 16177805

38. Dangi J.L., Jones J.D.G. Plant pathogens and integrated defiance responses to infection // Nature, 2001. 411. P. 826 – 833.

39. Jones DG, Dangl J.L The plant immune system // Nature. 2006. 444 (7117). P. 323 – 329. Bibcode:2006Natur.444.323J. doi:10.1038/nature05286. PMID 17108957.

40. Rumbo M, Nempont C, Kraehenbuhl J, Sirard J. Mucosal interplay among commensal and pathogenic bacteria: Lessons from flagellin and Toll-like receptor 5. FEBS Letters. 2006. 580 (12). P. 2976 – 84. doi:10.1016/j.febslet.2006.04.036. PMID 16650409

41. Tikhonovich I.A., Provorov N.A. Beneficial plant-microbe interactions // In Comprehensive and Molecular Phytopathology. Amsterdam^ Elsevier. 2007. P. 365 – 420.

Levitin M.M., Doctor of Biological Sciences (Advanced Doctor), Professor, Academician of RAS,
FSBSI "All-Russian Institute of Plant Protection"

N.I. VAVILOV IS THE FOUNDER OF PHYTOIMMUNITY

Abstract: in the article the role of NI Vavilov in the formation of phytomimity is considered. It is shown how his ideas could reflect on the development of phytoimmunity and on the formation of modern concepts in this field of knowledge. Briefly examines the work of the laboratory of mycology and phytopathology of VIZR on the problems posed by NI Vavilov.

Keywords: plant diseases, phytomimity, selection of disease resistant varieties

Лошаков В.Г., доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
ФГБНУ ВНИИ агрохимии им. Д.Н. Прянишникова

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ И ФИТОСАНИТАРНЫЕ ФУНКЦИИ ЗЕЛЕНОГО УДОБРЕНИЯ

Аннотация: в работе отмечается значение научно-технического прогресса в развитии мирового и российского земледелия и одновременно показана теневая сторона техногенных технологий, которые стали одной и причин экологических проблем. Дается многосторонняя агротехническая, фитосанитарная и экологическая оценка зеленого удобрения как постоянно возобновляемого источника энергии в адаптивно-ландшафтном земледелии, обеспечивающего экологическую устойчивость современных агроэкосистем и производство экологически чистой продукции.

Ключевые слова: экология, зеленое удобрение, сидерация, плодородие почвы, гумус, агроэкосистема, эрозия почвы, пожнивные культуры, экологическое сельское хозяйство

Несмотря на две мировые войны, частые засухи, наводнения, другие социальные и природные катаклизмы, научно-технический прогресс и достижения научной агрономии за последнее столетие изменили земледелие нашей планеты до неузнаваемости.

Начало этим изменениям было положено еще на заре развития научного земледелия – при замене средневекового трехполья плодосменной системой земледелия, что позволило Англии, Дании, Германии и другим западноевропейским странам в течение одного столетия (1780-1880 гг.) увеличить урожайность озимой пшеницы с 7 ц/га до 15 ц/га [12].

В последующий – уже полувековой период (1880-1930 гг.) – производство и применение минеральных удобрений на фоне плодосменной системы земледелия позволило повысить урожайность пшеницы в западноевропейских странах до 30 ц/га, то есть вдвое. А суммарное увеличение производительности земледелия за полтора столетия стало четырехкратным.

Очередной вехой на пути развития мирового земледелия стала «зеленая революция», которая, начиная с 50-х годов прошлого столетия, последовательно охватила все континенты мира. Она выразилась в том, что достижения биологических наук позволили совершить прорыв в селекции сельскохозяйственных культур и повысить биологический потенциал и продуктивность новых сортов и гибридов сельскохозяйственных культур в несколько раз [2].

Параллельно с этим развитие химической и других смежных наук в дополнение к минеральным удобрением поставило на службу земледелия еще один важный фактор его интенсификации – химические средства защиты растений от вредителей, болезней и сорняков, регуляторы роста растений [3].

Все это в сочетании с другими достижениями научно-технического прогресса позволило многим странам мира перейти в земледелии на интенсивные технологии и увеличить за послевоенные 70 лет производство зерна и другой растениеводческой продукции в 2-3 раза [4].

Поэтому, несмотря на то, что за это же время население планеты увеличилось с 2 млрд. до 7 млрд. человек, а площадь сельскохозяйственных угодий в расчете на 1 человека сократилась вдвое, глобального голода население нашей планеты не испытывает, хотя, по данным ФАО, в мире ежегодно насчитывается около 300 млн. человек голодающих [5].

Постоянная маячащая угроза глобального голода, возрастающий спрос на продовольственные товары постоянно подстегивают в мире спрос на главный фактор современного земледелия – минеральные удобрения. Обеспечивая потребности интенсивно развивающегося земледелия планеты, мировой рынок минеральных удобрений за последние 50 лет увеличился в 5 раз, достигнув в настоящее время ежегодного уровня их потребления 185-190 млн. тонн в пересчете на содержание питательных веществ [5].

Как и во всем мире, в нашей стране накануне реформирования АПК в конце 80-х гг. земледелие носило техногенный характер. Во второй половине XX века при широкой химизации земледелия воспроизводство плодородия почвы в Российской Федерации осуществлялось, главным образом, за счет минеральных удобрений, применение которых за период с 1965 по 1990 год увеличилось с 20 кг до 88 кг питательных веществ на 1 га посевной площади [6].

В интегрированной системе защиты растений от вредителей, болезней и сорняков, в оптимизации условий вегетации сельскохозяйственных растений большую роль играли пестициды, регуляторы роста и другие химические препараты, которыми до 1990 года обрабатывалась большая часть посевной площади страны нашей страны [3]. В этих условиях стали возможными специализация земледелия и применение интенсивных технологий возделывания основных видов сельскохозяй-

ственных культур. Они сыграли положительную роль в развитии земледелия Советского Союза [3, 6].

Однако за достижения научно-технического прогресса в земледелии приходится платить большими экологическими потерями как в глобальном масштабе, так и в нашей стране. С интенсификацией и специализацией земледелия на техногенной основе в АПК развивались и негативные процессы – загрязнение почвы, грунтовых вод и водоемов остаточными веществами минеральных удобрений, пестицидов, тяжелыми металлами, метаболитами, продуктами разрушения почвы водной и ветровой эрозией [5-7, 11].

В 90-е разрушительные годы прошлого столетия, несмотря на резкое падение уровня химизации земледелия нашей страны, оно не стало от этого экологически более безопасным, и экологические проблемы стали серьезным препятствием на пути дальнейшего развития сельского хозяйства, создали реальные угрозы для среды обитания человека [3, 5, 7].

В Московской, Ленинградской и в других промышленных зонах Центра России, в бассейнах крупных рек европейской части нашей страны антропогенная нагрузка уже давно превысила установленные нормативы. Практически все поверхностные источники водоснабжения в этом регионе подвергаются загрязнению. Экологическое состояние бассейнов крупнейших рек – Волги, Оки, Москвы-реки и их притоков оценивается как «загрязненное» или «сильно загрязненное» [6, 7].

В нашей стране 125 млн. сельскохозяйственных угодий, или 60% их общей площади, находятся в районах проявления водной и ветровой эрозии. Из них 58 млн. га подвержено эрозии, в результате чего утрачена значительная часть самого плодородного – гумусового слоя почвы, и урожайность полей на таких почвах снижается на 30-70% [5, 6].

Водная и ветровая эрозия не только уничтожает самую плодородную часть почвы и приводит к большим потерям урожая. Она является прямым источником загрязнения окружающей среды, причиной нарушения экологического равновесия в агроландшафтах. Продукты эрозионного разрушения почвы – различные химические соединения – загрязняют реки, озера, луга и пастбища, отравляют грунтовые воды.

Например, в том же Центральном экономическом районе в разной степени эродировано 2,5 млн. га или около 20% площади пахотных земель, и годовой смыв почвы составляет 21,8 млн. тонн или 6 т/га, с которым с полей отчуждается 16,5 тыс. т. азота, 13,6 тыс. т. фосфора, 225,1 тыс. т. калия и много других химических веществ [4]. И все это оказывается в грунтовых водах и в водных системах рек, упомянутых выше.

Такая ситуация в АПК нашей страны связана прежде всего с экологической неграмотностью тех, кто работает на земле, с низкой культурой земледелия, когда нарушаются севообороты и технология обработки почвы, игнорируются мероприятия по защите почвы от эрозии, а сельскохозяйственных растений - от вредителей, болезней и сорняков, не соблюдаются правила хранения и использования минеральных удобрений, пестицидов и других средств химизации в земледелии.

Это является также результатом того, что со стороны государства ослаблен, а в ряде случаев утрачен контроль за соблюдением технологической дисциплины в АПК, законодательных актов о рациональном использовании земли и защите ее от эрозии.

Возможности широкого использования агрохимикатов породили у некоторых землевладельцев иллюзию о том, что на этом фоне можно отказаться от севооборотов и других биологических факторов земледелия и пойти по пути упрощенного хозяйствования на земле, реализуя преимущества специализации земледелия.

Однако результаты широкомасштабных исследований по программам Координационного совета по севооборотам и Географической сети опытов с удобрениями, проведенных в научных учреждениях нашей страны в 70-90 гг. прошлого и в начале нынешнего столетия, показали, что:

- *при самом высоком уровне интенсификации земледелия применение удобрений, пестицидов не может заменить высокую эффективность правильного, научно обоснованного севооборота. И самые интенсивные агротехнологии становятся бессильными, если нарушается севооборот [6]. Это проявляется повсеместно в практике земледелия и подтверждается обобщенными данными многочисленных исследований, приведенными табл. 1;*

Таблица 1

Влияние севооборота и удобрений на урожайность полевых культур, т/га [6]

Культура	Без удобрений			С удобрениями		
	Бессменный посев	Севооборот	Прибавка от севооборота, %	Бессменный посев	Севооборот	Прибавка от севооборота, %
Пшеница озимая	2,03	3,38	66,5	2,88	4,42	53,4
Пшеница яровая	1,26	1,89	50,0	1,87	2,51	34,2
Рожь озимая	1,11	1,92	73,0	2,23	3,07	37,7
Ячмень	1,31	1,98	51,1	2,26	2,97	31,4
Овес	0,92	1,42	54,3	1,43	1,86	30,0
Картофель	10,94	14,05	28,4	18,94	23,10	21,7
Кукуруза сил.	16,47	19,95	21,1	29,21	31,37	7,4
Свекла сахарная	6,99	16,99	143,0	18,18	30,18	66,0
Подсолнечник	1,36	2,13	157,6	1,64	2,45	149,3

- по-прежнему научно обоснованное чередование сельскохозяйственных культур на полях обеспечивает высокий коэффициент использования воды, питательных веществ почвы и удобрений, лучшее их накопление и сохранение в почве, способствует поддержанию благоприятных физических свойств почвы, защите ее от водной и ветровой эрозии, а растений – от вредителей, болезней и сорняков. В конечном итоге это дает высокие и устойчивые урожаи и эффективное использовании удобрений и других средств интенсификации земледелия, устраняя или смягчая негативные последствия их применения;

- современное многоукладное земледелие порождает сложный комплекс взаимосвязанных задач, в том числе и экологических. Их решение возможно лишь на основе системного подхода с помощью севооборота, который является многофункциональной основой современных систем земледелия и агротехнологий. На севооборот, как на стержень, нанизываются другие экологически важные звенья системы земледелия – система обработки почвы, система удобрений, система защиты почвы от эрозии, а растений – от вредителей, болезней и сорняков, система адаптивного семеноводства и сортосмены культур и т.д. [6];

- в условиях специализации и интенсификации земледелия севооборот являются основой биологизации земледелия, которая создает благоприятные предпосылки для ведения экологически чистого земледелия. Они реализуются путем оптимизации структуры посевных площадей за счет расширения площади посевов ***многолетних трав, бобовых, промежуточных, сидеральных культур, использования навоза, торфа, зеленого удобрения, соломы, растительных остатков, других органических удобрений [6, 8, 9].***

Одним из перспективных направлений биологизации и экологизации земледелия нашей страны в современных условиях является ***сидерация. Зеленое удобрение*** широко используется в земледелии многих стран мира, и является составной частью ***экологического сельского хозяйства,*** которое еще называют органическим или биоорганическим. Его цель – производство экологически чистой продукции. Ежегодное мировая продукция экологического сельского хозяйства оценивается более, чем в 45 млрд. евро. Из них 21 млрд. евро приходится на долю США, на страны ЕС – 21,5 млрд. евро [1].

Анализ агроклиматических ресурсов и структуры посевных площадей в основных земледельческих регионах нашей страны показывает, что зеленое удобрение может найти широкое применение во всех почвенно-климатических зонах России как в виде сидеральных паров, так и в виде промежуточных посевов [6, 8, 9]. Они могли бы занимать в нашей стране до 19 млн. га ежегодно.

Особенно перспективно использование зеленого удобрения в Нечерноземной зоне и в других районах достаточного увлажнения, а также на орошаемых землях. Урожайность основных сидеральных культур – различных видов люпина, сераделлы, донника и других бобовых сидератов в занятых сидеральных парах Нечерноземной зоны достигает 400-500 ц/га зеленой массы, удобрительная ценность которой не уступает навозу хорошего качества.

Основное предназначение сидерации – пополнение запасов органического вещества в почве [9, 12]. Зеленое удобрение является идеальной формой органического вещества, в составе которого находится полный набор питательных веществ, необходимых для роста и развития культурных растений.

В зеленой массе таких сидератов содержится 200-250 кг/га азота, что при их запашке в почву равноценно внесению 6-7 ц/га дорогостоящей аммиачной селитры [9]. Особое экологическое зна-

чение имеет то обстоятельство, что азот, фосфор, калий и другие питательные элементы в составе зеленого удобрения находятся в биологически связанной форме – в виде органического вещества, которое не вымывается из почвы и не загрязняет почву и грунтовые воды избыточным количеством нитратов и других вредных веществ. А динамика разложения зеленого удобрения в почве складывается таким образом, что наиболее интенсивно оно разлагается в весенне-летний период – в период наиболее активного роста большинства сельскохозяйственных культур, когда они потребляют набольшее количество азота, фосфора, калия, кальция и других питательных веществ, поступающих в почвенный раствор в результате минерализации зеленого удобрения. Другими словами – зеленое удобрение поступает в нужное место и в нужное время, что определяет его высокую удобрительную ценность и большое экологическое значение.

Однако самостоятельная форма сидерации в виде занятых сидеральных паров бывает экономически не выгодной, так как сидеральное поле в течение года не дает товарной продукции. Поэтому экономически выгоднее промежуточная форма сидерации в виде пожнивных, подсевных, поукосных, озимых и других промежуточных культур. Такие культуры возделываются в промежуток теплого времени года, свободный от возделывания основных культур севооборота. Они позволяют наиболее полно использовать агроклиматические ресурсы (атмосферные осадки, тепло), удобрения, технику, оросительные системы, рабочую силу и получать два-три урожая в год [6,9].

Помимо получения дополнительного урожая зерна, зеленых кормов или сидеральной массы особое значение имеет агроэкологическая и фитосанитарная функция промежуточных культур при самом различном их использовании. Их зеленый покров удлиняет период положительного воздействия сельскохозяйственных культур на почву как в летне-осенний период (пожнивные, поукосные, подсевные культуры), так и в ранне-весенний период (озимые промежуточные культуры).

Промежуточные культуры предохраняют почву от перегрева в летний зной, от промерзания зимой, от разрушительного действия ливневых дождей весной, летом и осенью, талых вод - ранней весной. Плотный зеленый покров промежуточных культур подавляет рост и развитие сорняков, снижая засоренность полей, нарушает обычные биологические циклы развития вредителей и возбудителей болезней сельскохозяйственных культур.

Видовое разнообразие промежуточных культур создает благоприятные предпосылки для реализации принципов плодосмена и усиления фитосанитарных и экологических функций севооборота. Эти функции особенно усиливаются и играют большую роль при использовании пожнивных и других промежуточных культур в качестве зеленого удобрения. В условиях Центрального района Нечерноземной зоны перспективными сидеральными культурами являются пожнивные посевы горчицы белой, рапса, редьки масличной, фацелии. К сожалению, люпин, сераделла, горох, пелюшка и другие бобовые культуры как пожнивные в этих условиях мало пригодны, так как при их посеве после уборки озимых зерновых культур (начало августа) они долго всходят, их всходы медленно растут и до наступления осеннего похолодания они не дают урожая зеленой массы, оправдывающего затраты на их посев.

Установлено, что наибольшей устойчивостью к неблагоприятным погодным условиям в пожнивный период здесь отличается горчица белая. Ее полные всходы появляются на 4-5 день после посева, растения обладают быстрым ростом, хорошей устойчивостью к раннеосенним заморозкам и за 45-50 августовско-сентябрьских дней при стартовой дозе азотных удобрений 45-50 кг/га д.в. способны накопить 20-30 т/га зеленой массы и 6-10 т/га корней [4, 7, 9].

В отдельные годы общее количество органической массы, синтезированной пожнивной горчицей, достигает 45 ц/га, и с ней в почву поступает до 18 ц/га углерода. В одном центнере абсолютно сухой органической массы пожнивной горчицы содержится 38,6 кг углерода, 3,1 кг азота, 1,1 кг окиси фосфора и 1,9 кг окиси калия. Зеленая масса пожнивной горчицы богата азотом, что обеспечивает узкое соотношение C:N /10-12:1/ и ее высокую удобрительную ценность. При насыщении зернового севооборота пожнивным сидератом до 50 % площади пашни поступление органического вещества в дерново-подзолистую суглинистую почву увеличивается на 46% [9].

Однако для накопления гумуса в почве с позиций экологии важно, чтобы чрезмерная биологическая активность не приводила к полной минерализации органического вещества, вносимого в почву. Поэтому эффективно сочетание биологически активного зеленого удобрения с удобрением измельченной соломой, которая уравновешивает процессы преобразования органического вещества в почве в пользу улучшения гумусового баланса.

Пожнивная сидерация совместно с удобрением измельченной соломой (5-6 т/га) на фоне минеральных удобрений и известкования почвы хорошо вписывается в современную технологию возделывания зерновых культур и оказывает положительное влияние на физические, химические и биологические показатели плодородия дерново-подзолистой почвы, имеющие большое агроэколо-

гическое значение. Так, при её использовании в течение двух шестилетних ротаций зернового севооборота количество гумуса в слое почвы 0-40 см увеличивалось на 0,48 %, то есть практически на столько же, на сколько и в плодосменном севообороте с двумя полями многолетних трав /0,49%/ [9].

Гумус является важным фактором образования структурных агрегатов в почве, и этим обстоятельством объясняется тот факт, что повышение содержания гумуса в почве после пожнивной сидерации в наших исследованиях сопровождалось повышением количества водопрочных структурных агрегатов в пахотном слое почвы 0-20 см с 34,2 до 40,1%, а плотность той же почвы под посевами овса и ячменя снижалась с 1,30-1,31 до 1,20-1,22 г/куб. см., водороницаемость почвы повышалась на 19-65% (табл. 2).

Таблица 2

Изменение физических свойств слоя 0-20 см среднесуглинистой дерново-подзолистой почвы под посевами ячменя. Учхоз ТСХА «Михайловское» [9]

Варианты	Удобрения	Плотность г/куб. см.	Структура %	Водопроницаемость, мм/мин
Севооборот	NPK	1,31	34,4	2,0
	NPK + сидерат	1,24	37,6	3,3
	NPK+сидерат + солома	1,22	40,1	3,4
Бессменный посев ячменя	Без удобрений	1,34	31,4	1,8
	NPK	1,33	31,7	1,9
	NPK + сидерат	1,28	41,2	3,0
	NPK + сидерат + солома	1,29	37,9	2,9

Такое улучшение агрофизических свойств почвы имеет большое агроэкологическое значение, так как с повышением водопроницаемости почвы поверхностный сток талых и ливневых вод переходит во внутренний сток, и тем самым снимается угроза развития водной эрозии почвы [5].

Запашка пожнивного сидерата в зерновом севообороте (83% зерновых) в чистом виде повышала коэффициент использования азота минеральных удобрений ячменем на 13 %, овсом – на 36%, а при сочетании пожнивного сидерата с удобрением соломой – на 22 и 69% соответственно. При этом пожнивный сидерат увеличивал закрепление азота в почве с 6,8 до 17,5%, а при сочетании с удобрением соломой – до 23,9% [9].

Повышая коэффициент использования азота минеральных удобрений, пожнивное зеленое удобрение в сочетании с удобрением соломой снижало непроизводительные потери азота на 35-43%. Тем самым оно выполняло важную экологическую функцию по защите окружающей среды от загрязнения остатками минеральных удобрений [9].

Стартовая доза минерального азотного удобрения (45-50 кг/га д.в. аммиачной селитры) оказывала положительное влияние не только на рост и развитие пожнивных посевов горчицы, но и снимала иммолибизирующее влияние удобрения соломой, которое обычно проявляется в почве при недостатке азота. Использование азотных и других минеральных удобрений под посев белой горчицы и других быстро растущих пожнивных сидератов из семейства капустовых (рапс, редька масличная, сурепица, перко) является экологически важным приемом перевода питательных веществ минеральных удобрений в состав органической массы зеленого удобрения, которые при ее минерализации эффективно потребляются растениями последующих культур с высоким коэффициентом использования и без загрязнения окружающей среды их остатками.

Пожнивное зеленое удобрение с узким соотношением углерода и азота повышает биологическую активность почвы и выполняет роль катализатора по разложению растительных остатков в почве. Установлено, что после пожнивного сидерата на следующий год в пахотном слое почвы во время вегетации ячменя или овса разлагалось 55-65% растительных остатков, после внесения минеральных удобрений – 42-47%, без удобрений – 36% [9].

Это обстоятельство также имеет большое фитосанитарное и экологическое значение, так как зеленое удобрение увеличивает численность сапрофитной почвенной микрофлоры, которая является активным антагонистом почвенных грибов - возбудителей многих болезней культурных растений. В результате этих процессов после пожнивной сидерации поражение картофеля паршой обыкновенной снижалось в 2,2-2,4 раза, ризоктониозом – в 1,7-5,3 раза, ячменя – корневыми гнилями – в 1,5-2 раза [9].

Использование пожнивной сидерации имеет положительное фитосанитарное значение и в отношении численности вредных насекомых, поражающих посевы полевых культур. Так, после запашки зеленой массы пожнивной горчицы под

посевы овса в условиях Брянской области эта яровая культура имела ускоренный рост, и в фазу кущения ее растения уходили от поражения личинками шведской мухи. По этой причине уровень поражения растений овса шведской мухой снижался на 30%.

Голландские ученые отмечают снижение в почве количества цист свекловичной нематоды после пожнивных посевов масличной редьки [6]. Причиной оздоровления почвы является угнетающее действие корневых выделений редьки масличной на свекловичные цисты. Такое биологическое воздействие пожнивного сидерата экологически важно с позиций ограничения применения пестицидов как фактора риска для окружающей среды.

Экологическая и фитосанитарная функция пожнивной сидерации проявляется и в снижении после нее засоренности основных культур севооборота (табл. 3). Высокая сороочищающая эффективность пожнивной сидерации как в чистом виде, так и в сочетании с удобрением соломой в посевах ячменя проявлялась и при его бессменных посевах, когда пожнивная горчица возделывалась и запахивалась под ячмень ежегодно, тогда как в севообороте – лишь один раз в два года.

В ряде случаев такое сороочищающее действие пожнивного сидерата позволяет снять вопрос о применении гербицидов и тем самым решить важный агроэкологический вопрос – снизить пестицидную нагрузку на агрофитоценоз.

Пожнивная сидерация благоприятно сказывается на росте и развитии растений, урожайности и качестве урожая основных культур севооборота. Так, на среднесуглинистых дерново-подзолистых почвах Подмосковья внесение 20 т/га навоза повышало урожайность картофеля на 48%, равноценное ему количество минеральных удобрений – на 36%, тогда как запашка зеленой массы пожнивной горчицы /15-20 т/га/ в чистом виде повышала сбор клубней картофеля на 49,8%, а в сочетании с удобрением соломой /5-6 т/га/ – на 58,6%.

Таблица 3

Влияние пожнивной сидерации на засоренность посевов ячменя, шт/кв. м. Учхоз ТСХА «Михайловское», Московская область [9]

Севооборот и % зерновых	Удобрения	Всего сорняков шт/кв.м.	В том числе многолетних
Плодосмен, 50	NPK	52,4	31,4
Зернотравяной, 67	NPK	36	15
Зерновой, 83	NPK	36	12
Зерновой, 83	NPK + сидерат	19	2
Зерновой, 83	NPK + сидерат + солома	23	8
Бессменно	Без удобрений	92	64
Бессменно	NPK	77	28
Бессменно	NPK + сидерат	51	3
Бессменно	NPK + сидерат + солома	55	4

При этом повышалась товарность клубней и содержание крахмала в них [9]. На супесчаных дерново-подзолистых почвах Брянской области после запашки от 12 до 20 т/га зеленой массы пожнивных посевов горчицы белой, редьки масличной или рапса озимого урожайность картофеля повышалась на 86%, после внесения равнозначного количества минеральных удобрений – на 46%, минеральных удобрений с навозом – на 84%. Сочетание пожнивного сидерата с удобрением соломой на фоне минеральных удобрений повышало урожайность зерна ячменя и овса на 50,5 и 51,2% соответственно, зеленой массы викоовсяной смеси – на 34%. Пожнивное зеленое удобрение как в чистом виде, так и в сочетании с удобрением соломой имеет хорошее последействие в севооборотах и повышает их продуктивность на 17-20% [9].

Особенно эффективно применение пожнивного зеленого удобрения в специализированных зерновых севооборотах. Установлено, что многолетнее применение пожнивного сидерата с удобрением соломой в зерновом севообороте /83% зерновых/ повышает основные показатели плодородия дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы, улучшает фитосанитарную и экологическую ситуацию в севообороте, повышает урожайность зерновых культур, выход зерна и общую продуктивность севооборота. Помимо повышения продуктивности пашни и улучшения экологической ситуации в зерновых севооборотах пожнивная сидерация обеспечивает получение зерна пшеницы, ячменя качеством не ниже, чем в плодосменных севооборотах [10].

Таким образом, зеленое удобрение является важным экологическим и фитосанитарным факто-

ром современного адаптивно-ландшафтного земледелия, призванного с помощью органо-минеральных систем удобрения в плодосменных и специализированных севооборотах обеспечить не только воспроизводство плодородия почвы, высокие и устойчивые урожаи экологически чистой продукции, но и устойчивое экологическое равновесие в агрофитоценозах и окружающем агроландшафте.

Литература

1. Ван Мансвельт Я.Д., Темирбекова С.К. Особенности адаптивного развития экологического сельского хозяйства Западной Европы и России: Сб. Фундаментальные и прикладные исследования в биоорганическом сельском хозяйстве России, СНГ и ЕС. Т. 1. Большие Вяземы, 2016. С. 250 – 263.

2. Жученко А.А. Адаптивная стратегия устойчивого развития сельского хозяйства России в XXI веке. Теория и практика. Т. 1 и 2. М.: Агрорус. 2009-2011. 816 и 624 с.

3. Захаренко В.А. Фитосанитарный мониторинг агроэкосистем и его научно-методическое обеспечение в России. // М.: Почв. ин-т им. В.В. Докучаева, 2010. С. 124 – 138.

4. Кочетов И.С. Агроландшафтное земледелие и эрозия почв в Центральном Нечерноземье. М.: Колос,1999. 222 с.

5. Лошаков В.Г. Сидерация как фактор биологизации и природоподобных технологий в земледелии // Биогеосистемные технологии, 2015. Т. 4. №6. С. 374 – 395.

6. Лошаков В.Г. Севооборот и плодородие почвы / Под ред. В.Г.Сычева. М.: Изд. ВНИИА, 2012. 512 с.

7. Лошаков В.Г. Экологические проблемы современных агроландшафтов // Экология и культура: от прошлого к будущему. Ярославль – Борок: НИИ биологии внутренних вод им. Папанина РАН, 2013. С. 13 – 19.

8. Лошаков В.Г. Промежуточные культуры - фактор экологически чистого земледелия // Аграрная наука, 1994. N6. С. 24 – 26.

9. Лошаков В.Г. Зеленое удобрение в земледелии России / Под ред. В.Г. Сычева. М.: Изд. ВНИИА, 2015. 300 с.

10. Лошаков В.Г. Научные основы зерновой специализации севооборотов // Изв. ТСХА, 2006. Вып. 4.С. 3 – 22.

11. Попов С.Я., Дорожкина Л.А., Калинин В.А. Основы химической защиты растений / Под ред. С.Я. Попова. М.: Арт-Лион, 2003. 208 с.

12. Прянишников Д.Н. Избранные сочинения в 3 томах. М.: Сельхозгиз, 1965.

References

1. Van Mansvel't Ja.D., Temirbekova S.K. Osobennosti adaptivnogo razvitija jekologicheskogo sel'skogo hozjajstva Zapadnoj Evropy i Rossii: Sb. Fundamental'nye i prikladnye issledovanija v bioorganicheskom sel'skom hozjajstve Rossii, SNG i ES. T. 1. Bol'shie Vjazemy, 2016. S. 250 – 263.

2. Zhuchenko A.A. Adaptivnaja strategija ustojchivogo razvitija sel'skogo hozjajstva Rossii v XXI veke. Teorija i praktika. T. 1 i 2. M.: Agrorus. 2009-2011. 816 i 624 s.

3. Zaharenko V.A. Fitosanitarnyj monitoring agrojekosistem i ego nauchno-metodicheskoe obespechenie v Rossii. // M.: Pochv. in-t im. V.V. Dokuchaeva, 2010. S. 124 – 138.

4. Kochetov I.S. Agrolandshaftnoe zemledelie i jerozija pochv v Central'nom Nechernozem'e. M.: Kolos,1999. 222 s.

5. Loshakov V.G. Sideracija kak faktor biologizacii i prirodopodobnyh tehnologij v zemledelii // Biogeosistemnye tehnologii, 2015. T. 4. №6. S. 374 – 395.

6. Loshakov V.G. Sevooborot i plodorodie pochvy / Pod red. V.G.Sycheva. M.: Izd. VNIIA, 2012. 512 s.

7. Loshakov V.G. Jekologicheskie problemy sovremennyh agrolandshaftov // Jekologija i kul'tura: ot proshlogo k budushhemu. Jaroslavl' – Borok: NII biologii vnutrennih vod im. Papanina RAN, 2013. S. 13 – 19.

8. Loshakov V.G. Ppomezhutochnye kul'tupy - faktop jekologicheski chistogo zemledelija // Agpapnaja nauka, 1994. N6. S. 24 – 26.

9. Loshakov V.G. Zelenoe udobrenie v zemledelii Rossii / Pod red. V.G. Sycheva. M.: Izd. VNIIA, 2015. 300 s.

10. Loshakov V.G. Nauchnye osnovy zernovoj specializacii sevooborotov // Izv. TSHA, 2006. Vyp. 4.S. 3 – 22.

11. Popov S.Ja., Dorozhkina L.A., Kalinin V.A. Osnovy himicheskoj zashhity rastenij / Pod red. S.Ja. Popova. M.: Art-Lion, 2003. 208 s.

12. Prjanishnikov D.N. Izbrannye sochinenija v 3 tomah. M.: Sel'hozgiz, 1965.

Loshakov V.G., Doctor Agricultural Sciences (AdvancedDoctor), Professor,
Federal State Budgetary Scientific Institution All-Russian
Research Institute of Agrochemistry named after D.N. Pryanishnikov

ECOLOGICAL AND PHYTO-SANITARY FUNCTIONS OF GREEN MANURE.

Abstract: the work points out the importance of scientific and technological progress in the development of world and Russian agriculture and at the same time shows the dark side of man-made technologies, which have become one of the causes of environmental problems. Given the multilateral agro-technical, phyto-sanitary and ecological evaluation of green manure as a constantly renewable source of energy in adaptive-landscape agriculture, ensuring environmental sustainability of modern agro-ecosystems and the production of environmentally friendly products.

Keywords: ecology, green fertilizer, green manuring, soil fertility, humus, agro-ecosystem, soil erosion, crop culture, environmental agriculture

Магарамов Б.Г., кандидат сельскохозяйственных наук,
Дагестанский государственный аграрный
университет им. М.М. Джамбулатова,
Куркиев К.У., доктор биологических наук,
Дагестанская опытная станция ФГБНУ ФИЦ Всероссийский
институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова

ПРОДУКТИВНАЯ КУСТИСТОСТЬ СОРТООБРАЗЦОВ ГОЛОЗЕРНЫХ И ПЛЕНЧАТЫХ ФОРМ ОВСА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СРОКОВ ПОСЕВА И УСЛОВИЙ ВЫРАЩИВАНИЯ

Аннотация: проведено изучение влияния сроков посева, условий выращивания и сортовых особенностей на кустистость голозерных и пленчатых сортов овса. Опыты закладывались в контрастных почвенно-климатических условиях Республики Дагестан: низменность (орошение и богара) и предгорная зона (богара). Материалом исследования служили 4 сортообразца голозерного овса и 2 пленчатого. В результате работы было выявлено, что продуктивная кустистость растений снижается от раннего срока посева к позднему. Наиболее оптимальными сроками посева для всех форм овса являются: на низменности при орошении – 5 октября, на богаре – 25 сентября и в предгорье – 15 сентября. Наилучшими для развития продуктивного стеблестоя являются условия при выращивании на низменности при орошении. Голозерные формы более кустистые по сравнению с пленчатыми. Наилучшими показателями во всех почвенно-климатических условиях выделился сорт из Кемеровской области Левша.

Ключевые слова: овес, сроки посева, орошение, пленчатые, кустистость

Введение.

К числу признаков, определяющих продуктивность овса можно отнести кустистость, которая зависит от продуктивного стеблестоя на единицу площади. Высокий урожай сельскохозяйственной культуры должен сопровождаться хорошим развитием всех растений, их устойчивостью к полеганию, и густым продуктивным стеблестоем, являющимся оптимальным для данной местности и сорта. По данным исследователей показатель густоты продуктивного стеблестоя влияет до 50% на уровень урожайности, далее следуют такие факторы как количество зерен в колосе (до 25%) и крупнозерность (до 25%). Одним из главных показателей густоты продуктивного стеблестоя считается продуктивная кустистость. На образование продуктивных стеблей оказывает влияние множества факторов, в том числе и сроки посева.

Интенсивные технологии выращивания зерновых культур направлены на получение максимальной прибыли от сельскохозяйственной продукции при минимуме затрат. В интенсивном земледелии очень важно использовать не только различные агроприемы, но и современные сорта. Исследование продуктивности у сортоообразцов овса интенсивного и полуинтенсивного типов при различных сроках посева в этой связи особенно актуально.

Ранее нами были проведены работы по изучению морфобиологических признаков у пленчатых форм овса [1-2], без учета норм высева и условий выращивания. Голозерные овсы в этом отношении мало изучены.

В связи с этим проведено изучение влияния сроков посева, условий выращивания и сортовых особенностей на кустистость голозерных и пленчатых сортов овса.

Материал и методы

Изучение было произведено в контрастных почвенно-климатических условиях Республики Дагестан: низменность (орошение; Дербентский район и г. Махачкала (богара, опытное поле учебного хозяйства Дагестанского ГАУ)), и предгорная зона (богара, Сулейман-Стальский р-он).

Материалом исследования служили 4 сортообразца голозерного овса и 2 пленчатого (таблица 1). Работа проводилась в соответствии методическим рекомендациям по изучению зерновых культур ВИР и с методическими указаниями по возделыванию зерновых культур в Дагестане.

Таблица 1

Сортообразцы голозерных форм овса, привлеченные в исследование

№ каталога ВИР	Происхождение	Название	Разновидность
15014	Россия, Кемеровская обл.	Левша	A.sativa L. v. inermis
15132	Франция	PI 40 1772	A.sativa L. v. inermis
15120	Белорусь	Гоша	A.sativa L. v. inermis
15115	Кемеровская обл.	Алдан	A.sativa L. v. inermis
11256	Марокко	B.V.Z. Precoce P4 Moroc N 095	A. byzantina C.Koch
13559	Россия, Республика Адыгея	Подгорный	A. sativa L v.mutica, grisea

У привлеченных в исследование сортов проведено изучение числа продуктивных стеблей с единицы площади в зависимости от почвенно-климатических условий выращивания и сроков посева. Сроки посева зависели от места проведения исследования. Кустистость мы определяли подсчетом количества продуктивных стеблей с единицы площади (1м^2).

Для математической обработки полученных экспериментальных данных применяли описательные методы статистики [3]. Статистическая обработка экспериментальных данных проведена с применением пакета статистических программ (MS Exel).

Результаты и обсуждение

Продуктивная кустистость растений имеет большое значение при формировании потенциального урожая сорта. Сорта имеющие хорошо озерненные метелки и высокую продуктивную кустистость формируют повышенный урожай. Сорта, отличающиеся хорошей продуктивной кустистостью, имеют низкую норму посева, что позволяет существенно экономить при приобретении семенного материала. Продуктивная кустистость зависит не только от сорта, но также от почвенно-климатических условий и агротехнических приемов, используемых хозяйственниками.

Показатель продуктивной кустистости показывает потенциал сорта при формировании урожая. В оптимальных для произрастания условиях преимущество получают растения не с одной мощной метелкой, а с несколькими пусть и менее развитыми, что к тому же способствует предотвращению полегания.

Самые подходящие для развития продуктивной кустистости у голозерных форм овса являются условия на низменности при орошении. Лучшие показатели у сорта Левша (515,5 шт/м^2) при посеве 5 октября (табл. 2). При более поздних сроках посева кустистость снижается до 364,5 шт/м^2. Далее следуют сорта Алдан (503,4 шт/м^2) и PI 40 1772 (497,7 шт/м^2). Наименьшие значения кустистости у сорта Гоша (481,0 шт/м^2). У всех сортов отмечено уменьшение признака при более поздних сроках посева.

Зависимость числа стеблей с единицы площади от сроков посева отмечена и при выращивании голозерных сортов на низменности в условиях богары. Здесь также выделился сорт Левша (485,2 шт/м^2), за ним следуют PI 40 1772, Алдан, Гоша 470,6, 464,5, 455,2 шт/м^{2}соответственно). Наиболее оптимальным сроком посева на богаре является 25 сентября.

Таблица 2

Кустистость сортов овса в зависимости от сроков посева и условий выращивания

Сортообразцы	Срок посева			Средняя по сорту
Низменность богара				
	25IX	15X	5XI	
голозерные				
Левша	485,2	395,1	345,3	408,5
PI 40 1772	470,6	401,4	326,7	399,6
Гоша	455,2	399,6	357,6	404,1
Алдан	464,5	392,7	359,9	405,7

Продолжение таблицы 2

пленчатые				
к. 11256	411,7	371,8	307,7	363,7
Подгорный	424,4	393,5	340,5	386,1
Средняя по срокам	***451,9***	***392,4***	***339,6***	***394,6***
Низменность орошение				
	5X	**25X**	**15XI**	
голозерные				
Левша	515,5	415,7	364,5	431,9
PI 40 1772	497,7	401,5	343,7	414,3
Гоша	481,0	423,2	377,6	427,3
Алдан	503,4	419,3	379,4	434,0
пленчатые				
к.11256	433,5	417,8	358,8	403,4
Подгорный	441,1	393,9	326,7	387,2
Средняя по срокам посева	***478,7***	***411,9***	***358,5***	***385,2***
Предгорье				
	15IX	**5X**	**25X**	
голозерные				
Левша	467,7	390,7	337,2	398,5
PI 40 1772	449,4	374,5	319,5	381,1
Гоша	431,7	396,1	346,2	391,3
Алдан	452,3	391,6	352,7	398,9
пленчатые				
к.11256	405,1	389,7	334,2	376,3
Подгорный	396,2	368,1	301,7	355,3
Средняя по срокам посева	***433,7***	***385,1***	***331,9***	***383,6***

Самые низкие значения продуктивной кустистости при различных сроках посева отмечены у голозерных сортов в предгорье. Наилучшие показатели отмечены у сорт а Левша (467,7 шт/м^2), далее следуют сорта Алдан, PI 40 1772, Гоша (452,3, 449,4. 431,7 шт/м^2 соответственно). У всех сортов отмечено снижение кустистости при более поздних сроках посева. Наиболее оптимальным в предгорье является посев 15 сентября.

У пленчатых сортов самые высокие показатели признака отмечены на низменности орошение при посеве 5 октября.

Немного меньшая продуктивная кустистость отмечена в условиях богары и наименьшая в предгорье. В целом, так же как и у голозерных форм, у пленчатых отмечено уменьшение признака при более поздних сроках посева.

Таким образом, изучение продуктивной кустистости у различных сортообразцов овса показало, что общая кустистость растений снижается от раннего срока посева к позднему. Наилучшими для развития продуктивного стеблестоя являются условия при выращивании на низменности при орошении.

Наиболее оптимальными сроками посева для всех форм овса являются: на низменности при орошении – 5 октября, на богаре – 25 сентября и в предгорье – 15 сентября.

Голозерные формы более кустистые по сравнению с пленчатыми.

Высокими показателями во всех почвенно-климатических условиях выделился сорт из Кемеровской области Левша.

Литература

1. Альдеров А.А., Магарамов Б.Г. Внутривидовое разнообразие и селекционная ценность культурных видов овса Avena sativa L., Avena byzantina C.Koch. по продолжительности вегетационного периода // Доклады РАСХН, №6 2005. С. 3 – 4.
2. Альдеров А.А., Магарамов Б.Г. Изменьчивость основных элементов продуктивности у культурных видов овса Avena sativa L., Avena byzantina C. Koch. разного эколого-географического происхождения в условиях Дагестана // Сельскохозяйственная биология. 2008. №5.
3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос. 1979. 416 с.

References

1. Al'derov A.A., Magaramov B.G. Vnutrividovoe raznoobrazie i selekcionnaja cennost' kul'turnyh vidov ovsa Avena sativa L., Avena byzantina C.Koch. po prodolzhitel'nosti vegetacionnogo perioda // Doklady RASHN, №6 2005. C. 3 – 4.
2. Al'derov A.A., Magaramov B.G. Izmen'chivost' osnovnyh jelementov produktivnosti u kul'turnyh vidov ovsa Avena sativa L., Avena byzantina C. Koch. raznogo jekologo-geograficheskogo proishozhdenija v uslovijah Dagestana // Sel'skohozjajstvennaja biologija. 2008. №5.
3. Dospehov B.A. Metodika polevogo opyta. M.: Kolos. 1979. 416 s.

Magaramov B.G., Candidate of Agricultural Sciences (Ph.D.),
The Dagestan State Agricultural University named after M.M. Dzhambulatov,
Kurkiev K.U., Doctor of Biological Sciences (Advanced Doctor),
Dagestan Experimental Station of the FGBNU
Federal Research Center of All-Russian Institute of
Genetic Resources Plants named after N.I. Vavilov

PRODUCTIVE DENSITY OF VARIETY AND FILM SHAPE COLLECTED FORMS OF VARIETY DEPENDING ON TIME OF SOWING AND GROWING CONDITIONS

Abstract: the study of the influence of the sowing time, growing conditions and varietal features on the bushiness of holer and foil varieties of oats was carried out. The experiments were laid in the contrasting soil and climatic conditions of the Republic of Dagestan: lowland (irrigation and the bog) and the foothill zone (the Bogar). The material of the study was 4 varieties of holo-oats and 2 film-like. As a result of the work, it was revealed that the productive bushiness of plants decreases from the early sowing period to the late one. The best time for sowing for all forms of oats is: on the lowland with irrigation - on October 5, on the bog – on September 25 and on the foothills – on September 15. The best conditions for the development of productive stems are the conditions when growing in the lowland with irrigation. Holozern forms are more bushy in comparison with filmy ones. The best indicator in all soil and climate conditions was a variety from the Kemerovo region Lefty.

Keywords: oats, sowing terms, irrigation, filmy, bushy

Мамедова Н.Х., кандидат биологических наук, доцент,
Шихлинский Г.М., доктор биологических наук, доцент,
Назарова А.Б., докторант,
Институт генетических ресурсов НАН Азербайджана

ВЫЯВЛЕНИЕ ХОЗЯЙСТВЕННО ЦЕННЫХ ПРИЗНАКОВ У УСТОЙЧИВЫХ К ВИЛТУ ОБРАЗЦОВ ХЛОПЧАТНИКА ГЕНОФОНДНОЙ КОЛЛЕКЦИИ ИНСТИТУТА

Аннотация: было изучено 160 перспективных коллекционных сортов, мутантов и гибридных линий хлопчатника, генофонда Института Генетических Ресурсов НАН Азербайджана. На искусственно-зараженном инфекционном фоне проводилась, сравнительная фитопатологическая оценка устойчивости гибридных форм хлопчатника вида *G.hirsutum* L. и *G.barbadense* L. к вертициллезному вилту в условиях Апшерона. Выделенные нами, устойчивые к биотическим факторам среды сорта хлопчатника, были изучены и по хозяйственным показателям. В результате исследования были отобраны образцы хлопчатника с комплексно-положительными признаками: устойчивыми к вилту и хозяйственно-ценными показателями, которые могут быть использованы в дальнейших селекционных программах.

Ключевые слова: хлопчатник, *G.hirsutum* L., *G.barbadense* L., волокно, вилт, урожайность

Сельское хозяйство, как никакая другая отрасль, оказывает непосредственное воздействие на экологическую среду. Во многом это обусловлено тем, что достаточно внушительные территории уходят под занятие данным видом деятельности. Вследствие этого проходят изменения в ландшафте планеты. Именно поэтому, находящиеся рядом территории со временем теряют свои отличительные природные характеристики. Наиболее сильное влияние на окружающую среду оказывает непосредственно земледелие. Вследствие воздействия негативных факторов, почва теряет свои качественные характеристики.

Из возделываемых сельскохозяйственных технических культур к группе прядильных придается очень важное значение. Они являются источником получения натурального растительного волокна, которые используются для выработки различных текстильных тканей и многих других изделий.

Повышение урожайности и увеличение валовых сборов прядильных культур основывается на внедрении в производство новых, более урожайных сортов. Одним из важных технических культур является хлопчатник, но для получения высоких и устойчивых урожаев хлопчатника немало трудностей. Одна из них поражение растений вредителями и болезнями. Наиболее распространенными болезнями хлопчатника являются корневая гниль, гоммоз, вилт, антракноз и другие. Самой вредоносной болезнью хлопчатника является вилт или увядание *Verticillium dahliae* Kleb. В зависимости от характера проявления болезни и ее возбудителя, увядание хлопчатника делят на вертициллезное и фузариозное [2].

Вертициллезное увядание распространено почти во всех хлопкосеющих районах, но чаще обнаруживается на посевах средневолокнистого хлопчатника. Вертициллезное увядание вызывается грибом *Verticillium dahliae* Klebahn, который относится к несовершенным грибам. Это почвенный организм – полифаг с несложным циклом развития, который поражает около 700 видов растений, относящихся к различным семействам. В почве гриб развивается на мертвых остатках растений. На его бесцветной, многократно разветвленной грибнице образуется конидиальное спороношение и микросклероции. В полевых условиях болезнь обычно проявляется в фазе бутонизации или в начале цветения сначала на нижних, а позже на верхних листьях в виде округлых или угловатых, светло-зеленых, а затем желтых пятен. Располагаются они по краям листа и между жилками, а нередко сливаются и охватывают всю листовую пластинку. Нормальная зеленая окраска листа сохраняется только в виде небольших узких полосок вдоль жилок. Пораженная ткань буреет, листья засыхают и постепенно опадают. Нередко при длительном течении болезни наблюдается полное оголение растений. Коробочек на таких растениях формируется немного, к тому же они преждевременно подсыхают раскрываются. Иногда на растении вместо опавших листьев из спящих почек появляются новые, очень мелкие листья, что приводит к еще большему истощению растений и ослаблению плодообразования [4].

Цель данного исследования – выявить среди коллекционных образцов хлопчатника, формы для селекционных программ, обладающих как высокой устойчивостью к вертициллезному вилту, так и комплексом хозяйственно-ценных признаков.

Все сорта в условиях сильного распространения болезни восприимчивы к вилту в той или иной мере. Большую роль в проявлении заболевания играют эколого-географические факторы определяющие распространение и агрессивность патогена.

При сравнительном анализе сортов, образцы хлопчатника сгруппировали по степени устойчивости к вилту.

В данной работе на искусственно-зараженном инфекционном фоне проводилась, сравнительная фитопатологическая оценка устойчивости гибридных форм хлопчатника вида *G.hirsutum* L. и *G.barbadense* L. к вертициллезному вилту в условиях Апшерона. Фитопатологическая оценка устойчивости к болезни проводилась по установленной Войтеноком Ф.В. методике, то есть пятибальной шкале [1].

В настоящее время в сельскохозяйственной науке придается большое значение генетическим исследованиям, в частности практическому использованию достижений генетики в селекционной работе. Важное место в этих исследованиях занимает генетика иммунитета растений к инфекционным заболеваниям. Селекция растений на устойчивость к заболеваниям уже давно признана наиболее рациональным способом их защиты. Среди большого разнообразия имеющихся сортов и видов хлопчатника имеется заметное различие по степени устойчивости к заболеванию. При рассмотрении вопроса о механизме вилтоустойчивости хлопчатника большое внимание обычно отводится выяснению анатомического барьера, посредством которого устойчивые сорта могли бы противостоять проникновению из почвы в их корневую систему гриба-паразита. Однако исследования показывают, что нет существенной разницы в проникновении и расселении патогена по проводящим сосудам как у восприимчивых, так и устойчивых разновидностей хлопчатника. При заражении вертициллезом различных сортов гриб-паразит в течение сравнительно короткого времени достигает проводящих сосудов ксилемы и распространяет по ним споры, прорастание которых зависит от состояния растения-хозяина.

Распространившись по проводящим сосудам растений восприимчивых сортов, гриб быстро вызывает ответную реакцию со стороны хозяина по линии смещения обмена веществ в направлении усиления гидролитических процессов и образования фенольных соединений. Наряду с этим увеличивается накопление гриба в проводящих сосудах, что вызывает еще большее воздействие его на растение-хозяина, в результате которого усиливается нарушение обмена веществ, наступает увядание и гибель растения.

Иная картина наблюдается при поражении вертициллезом устойчивых разновидностей хлопчатника. В данном случае проникновение гриба в проводящие сосуды может не вызвать заметного нарушения в растении обмена веществ. При этом распространившиеся споры гриба по проводящим сосудам хозяина в основном остаются непроросшими, в результате чего количественное накопление паразита в сосудах выражено очень слабо. Следовательно, болезнь у растений остается в угнетенной форме из-за того, что паразит не в состоянии резко нарушить характерные процессы обмена веществ растения-хозяина [3].

Изучение сортов хлопчатника показало, что устойчивость к вертициллезному вилту некоторых сортобразцов сочетается с другими хозяйственно-ценными признаками. Исследования вилтоустойчивости хлопчатника в сочетании с хозяйственными показателями урожайности представляют определенный интерес для селекции.

Как видно из представленной таблицы, выделенные нами, устойчивые к биотическим факторам среды сорта хлопчатника, были изучены и по хозяйственным показателям. Так устойчивые к вилту сорта хлопчатника характеризуются комплексом следующих хозяйственно-ценных показателей таких, как количество коробочек, биологическая урожайность одного куста, вес хлопка-сырца, масса одной коробочки и выход волокна.

Таблица 1

Продуктивность сортов хлопчатника с повышенной устойчивостью к вилту

Название сорта	Устойчивость к вилту	Количество коробочек	Биологическая урожайность 1-го куста	Вес хлопка-сырца	Масса одной коробочки	Выход волокна
Линия GAA 091	0	11,0	59,4	135,2	5,4	37,4
Линия GAA 0920	0	16,0	84,8	134,2	5,3	35,6
Линия GAA 0927	0	11,2	58,2	130,4	5,2	35,5
Азербайджан 7/6	0	8,0	36,0	135,2	4,5	37,4

Продолжение таблицы 1

Сорт GAA-0981	0	10,6	54,0	127,8	5,1	38,1
Линия GAA-09102	0	8,2	38,5	119,2	4,7	33,8
Ашхабад-25	0	12,0	62,4	131,8	5,2	36,0
504-v	0	11,5	62,1	162,8	5,4	38,2
S-6022	0	7,0	41,3	177,2	5,9	39,0
S-8017	0	9,8	49,0	150,3	5,0	38,2
Ap-154	0	7,5	39,0	158,8	5,2	38,1
Pima-32	0	7,2	22,3	78,4	3,1	33,3
Tadlo-8	0	6,2	21,0	86,4	3,4	32,8
Arcot-2-1	0	5,0	24,5	124,9	4,9	34,1
153-f	0	8.5	41.6	124,9	4.9	33,8

Сравнительная оценка устойчивости к вилту сортов хлопчатника, относящихся к видам *G.hirsutum* L. и *G.barbadense* L. показала, что болезнь очень широко распространяется на сортах хлопчатника вида *G.hirsutum* L., которые имеют наибольшее значение в хлопководстве. В меньшей степени болеют сорта вида *G.barbadense* L., среди которых много высокоустойчивых к заболеванию вертициллезом.

Это можно объяснить тем, что возбудитель вилта – грибки *V.dahliae* Klebahn не паразитируют на видах *G.barbadense* L., то есть этот вид имеет устойчивый ген против вилта. Но продуктивность у сортов вида *G.hirsutum* L. выше, чем у вида *G.barbadense* L.

Например вилтоустойчивый сортообразец вида *G.hirsutum* L. Линия GAA 0920 характеризуется следующими показателями хозяйственных параметров: количество коробочек 16,0; биологическая урожайность 1-го куста 84,8%; вес хлопка-сырца 134,2 г.; масса одной коробочки 5,3 г. А вилтоустойчивый сорт Ашхабад-25, относящийся к виду *G.barbadense* L. имеет следующие хозяйственные показатели: количество коробочек 12,0; биологическая урожайность 1-го куста 62,4%; вес хлопка-сырца 131,8 г.; масса одной коробочки 5,2 г.

Таким образом, нами были выделены устойчивые к вертициллезному вилту сорта, которые имели высокие показатели хозяйственных признаков. Эти сорта, отличающиеся комплексом хозяйственно-полезных признаков, могут быть использованы в селекции в качестве исходного материала как доноры устойчивости к вилту при создании новых сортов хлопчатника с хозяйственно-ценными показателями.

Литература

1. Войтенок Ф.В. Методика долгосрочного прогноза вертициллезного вилта хлопчатника. М.: Колос.1970. 15 с.
2. Губанов Я.В. Технические культуры. М.: Агропромиздат, 1986. С. 181.
3. Мирпулатова Н.С., Камилова М.Х. Мероприятия по сохранению устойчивости хлопчатника к вертициллезному вилту. М., 1973. С. 8.
4. Пересыпкин В.Ф. Сельскохозяйственная фитопатология. М.: Агропромиздат. 1989. 480 с.

References

1. Vojtenok F.V. Metodika dolgosrochnogo prognoza verticilleznogo vilta hlopchatnika. M.: Ko-los.1970. 15 s.
2. Gubanov Ja.V. Tehnicheskie kul'tury. M.: Agropromizdat, 1986. S. 181.
3. Mirpulatova N.S., Kamilova M.H. Meroprijatija po sohraneniju ustojchivosti hlopchatnika k verticilleznomu viltu. M., 1973. S. 8.
4. Peresypkin V.F. Sel'skohozjajstvennaja fitopatologija. M.: Agropromizdat. 1989. 480 s.

Mamedova N.Kh., Candidate of Biology Sciences (Ph.D.), Associate Professor,
Shikhlinski H.M., Doctor of Biology Sciences (Advanced Doctor), Associate Professor,
Nazarova A.B., Doctoral Candidate,
Genetic Resources Institute of the Azerbaijan National Academy of Sciences

IDENTIFICATION OF ECONOMICALLY VALUABLE SIGNS AND WILT RESISTANT COLLECTION COTTON VARIETIES OF THE GENETIC FUND OF THE INSTITUTE

Abstract: 160 promising collection varieties, mutants and hybrid lines of cotton, genetic fund of the Genetic Resources Institute of the National Academy of Sciences of Azerbaijan were studied. On an artificially infected infectious background, a comparative phytopathological evaluation of the stability of hybrid forms of cotton of the species G.hirsutum L. and G. barbadense L. to a verticillium wilt in Absheron conditions was conducted. Isolated by us, resistant to biotic factors of the environment, cotton varieties, were studied and economic indicators.

As a result of the study, samples of cotton with complex positive signs were selected: resistant to wilt and economically valuable indicators, which can be used in further breeding programs.

Keywords: cotton, *G.hirsutum* L., *G.barbadense* L., lint, wilt, productivity

Маслова М.В., кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник,
Грошева Е.В., научный сотрудник,
Степанцова Л.В., доктор биологических наук, доцент, профессор,
ФГБОУ ВО Мичуринский государственный аграрный институт

ЭКОЛОГО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ МИКРОМИЦЕТОВ ПОДСТИЛОЧНО-ПОМЕТНОЙ МАССЫ, ОБРАЗУЮЩЕЙСЯ НА ПТИЦЕФАБРИКАХ, И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ФИТОСАНИТАРНОЕ СОСТОЯНИЕ ПРИЛЕГАЮЩИХ ТЕРРИТОРИЙ

Аннотация: оценка химических свойств подстилочно-пометной массы, накапливающейся на птицефабриках, показала ее питательность для микроорганизмов. Анализ состава микробиоты позволил выявить наличие патогенных и сапротрофных микромицетов. На различных моделях «хозяин-паразит» доказана способность выделенных штаммов *Fusarium* Link. и *Cladosporium* Link. вызывать различные болезни растений, в связи с чем их накопление создает неблагоприятную фитосанитарную обстановку на территориях, прилегающих к птицефабрикам. Рекомендовано для хранения подстилочно-пометной массы предварительно обеззараживать её методом низкотемпературного пиролиза при температуре 250°С. Это позволяет полностью избавиться от микробных клеток, а также снижает питательность субстрата для грибов и бактерий, что предотвращает повторное заражения микробиотой длительное время.

Ключевые слова: подстилочно-пометная масса птиц, фитопатогенная микробиота, фитосанитарное состояние прилегающих к птицефабрикам территорий, обеззараживание подстилочно-пометной массы

В мировом агропромышленном производстве птицеводство считается динамичной и наукоемкой отраслью. Его развитие должно быть неразрывно связано не только с приоритетами экономической стратегии государства, но и с обеспечением экологического благополучия регионов. В России в настоящее время функционирует около шестисот фабрик с клеточным содержанием птицы [8]. При этом возникает серьезная проблема утилизации отходов и загрязнения окружающей среды. Важно отметить, что птичий помёт относится к отходам III класса опасности (умеренно опасные) по воздействию его на окружающую среду, в то время как отходы других животноводческих предприятий имеют IV класс опасности (малоопасные). В связи с этим, за размещение свежей подстилочно – пометной массы (смеси помета и опилок или соломы) с птицефабрик взимается штраф в размере установленном законодательством [13].

От одной средней птицефабрики поступает в год до 40 тыс. тонн птичьего помета, свыше 500 тыс. м^3 сточных вод. Кроме этого, одним из современных методов производства мяса птицы является выращивание ее на глубокой подстилке из опилок, мелко нарезанной соломы или соломенных пеллет. При производстве 1 кг птичьего мяса образуется 3-4 кг подстилочно – пометной массы (ППМ). Отсутствие комплексных конструкторских и технологических разработок, проектных решений по утилизации подстилочно-пометной массы (ППМ) привело в конечном итоге к тому, что птичий помет накапливается вблизи птицефабрик. Жидкие стоки с таких предприятий распространяются на обширные территории и представляют для окружающей среды серьезную экологическую проблему [2, 9].

В последнее время стало происходить заметное загрязнение прилегающих к птицефабрикам почв, водоемов, лесов и пастбищ. В конечном итоге наносится серьезный экономический, экологический и социальный ущерб не только сельскохозяйственным землям, но и жителям близлежащих населенных пунктов. Все большее значение приобретают эффективные методы обработки и утилизации отходов птицеводства в целях охраны природной среды [10].

Птичий помет содержит большое количество органических веществ и является благоприятной средой для развития различных видов микробов, в том числе патогенных. Известно, что до 40% и более химической энергии питательных веществ корма не усваивается организмом птицы, соответственно, они не преобразуются в мясную или яичную продуктивность и выделяются из организма в виде помета [11].

Исследования микробиологического состава подстилочно-пометной массы, образующейся на птицефабриках и поступающей в зону хранения, показали, что в пробах выделяется как нормальная, непатогенная микрофлора, так и отдельные виды патогенной микрофлоры. Это свидетельствует об экологической опасности помета и необходимости его соответствующей переработки для предотвращения накопления болезнетворных микроорганизмов в окружающей среде [7].

По данным В. Тюрина (2009) микробиологические исследования свежего помета показали, что он содержит большое количество микроорганиз-

мов, которое колеблется в пределах от 4,1 х 10^7 до 11,3 х 10^7 КОЕ/г.

Для соблюдения норм экологической безопасности необходимо в производственном процессе добиваться обеззараживания пометных масс от возбудителей инфекционных заболеваний [1, 3]. Птицеводство должно рассматриваться как социально-эколого-производственная система, где вопрос экологизации обеспечивает ее максимальную жизнеспособность и функциональность [4].

Решение проблемы утилизации всех видов птичьего помета должно лежать в его переработке при соблюдении следующих условий: полное и гарантированное обеззараживание помета, минимизация затрат энергии и времени на данный процесс. Это может быть реализовано в случае обработки исходного птичьего помета в процессе низкотемпературного пиролиза (torrefaction) (процесс термической обработки биомассы при температуре от 200 до 300°С в среде с низким содержанием кислорода). Получение на выходе практически сухого (содержание влаги до 4%), обеззараженного птичьего помета, обеспечивает удобство его хранения, транспортировки и утилизации [14 – 16].

Таким образом, исследования микробиологического состава подстилочно-пометной массы птиц с последующей оценкой влияния выделившейся микробиоты на фитосанитарное состояние территорий, прилегающих к птицефабрикам, а также поиск высокоэффектвных технологий переработки отходов животноводства приобретают особую актуальность в связи с реализацией государственной программы от 15 апреля 2014 года №326 «Охрана окружающей среды».

Данная работа выполнена в рамках договора б/н от 17 декабря 2015 года между ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ и ОАО «Продмаш» и договора №02.25.31.0185 от 27 апреля 2016 года, заключенным между ОАО «Продмаш» и Министерством образования и науки РФ на выполнение НИОКТР по теме «Разработка технологии и комплекса оборудования для производства экологически чистого органического удобрения из обеззараженного помета, образующегося на птицефабриках».

Исследования проводили на базе лаборатории физики и химии почв и лаборатории биофотоники ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ.

Исходная подстилочно-пометная масса была получена от ООО «Инжавинская птицефабрика», Инжавинский район, Тамбовской области. Необработанные гранулы из ППМ и подвергнутые обеззараживанию методом глубокой сушки при температуре 155°С и 250°С были предоставлены ООО «Вефа – Грин», Ленинградская область.

Общее содержание органического углерода (С) определяли по методу Тюрина в модификации Симакова; азота (N) – по методу Кьельдаля; нитратов (NO_3^-) – фотометрически с гидразином; аммонийного азота (NH_4^+) – по методу Кьельдаля; общего фосфора (P_2O_5) – фотометрически; общего калия (K_2O) – пламенно-фотометрически, кальция (Ca^{2+}) и магния (Mg^{2+}) – титрометрически.

Качественный состав микробных сообществ ППМ выявляли методом влажных камер с последующим пересевом на твердые питательные среды и идентификацией, выделившихся грибов.

Частоту тестирования микроорганизмов выявляли методом прямого посева навески испытуемых образцов на агаризированные питательные среды.

Расчет эффективности различных режимов обеззараживания ППМ проводили по формуле:

$$\text{эффективность} = 100 - \frac{\text{По x 100}}{\text{Пк}},$$

где По – частота тестирования микроорганизмов в опытном варианте; Пк – частота тестирования микроорганизмов в контроле.

Общее микробное число (ОМЧ) определяли путем посева суспензированного образца ППМ на твердые питательные среды с последующим пересчетом на 1 г образца.

Для оценки характера влияния выделившихся микромицетов на модельные растения грибы культивировали на твердой питательной картофельно-глюкозной среде при температуре +24…+26°С в течение месяца. Конидии смывали с поверхности колоний стерильной водой. Обработку семян огурца проводили инокулюмом с плотностью 50-60 клеток в поле зрения микроскопа при увеличении х 600. О степени проявления патогенных свойств грибов судили по всхожести семян и состоянию проростков после воздействия данного биотического стрессора.

Химические свойства отходов, накапливающихся в пометохранилищах птицефабрик, обуславливают состав обитающего в них микробного сообщества. В ППМ содержится достаточное количество органического углерода, соединений азота, фосфора и других специфических веществ, которые могут использовать для питания патогенные и условно-патогенные микроорганизмы.

Содержание органического вещества в пересчете на углерод в исходной подстилочно-пометной массе составляет 33-34%. Органическое вещество легкоразлагаемое и очень подвижное, до 15% от общего углерода переходит в водную вытяжку. Высокое содержание лабильного органического вещества является одним из факторов, повышающих опасность заражения субстрата микроорганизмами.

Общее содержание азота в исходном сырье составляет 8-9%, при этом 10-15% из них находится в легкоразлагаемой водорастворимой форме (в форме нитратов и аммония). Высокое содержание легкоразлагаемых азотосодержащих соединений в курином помете является одним из негативных факторов, осложняющих их утилизацию, так как дисбаланс элементов в сторону переизбытка азота вызывает опасность загрязнения нитратами и солями аммония окружающей среды.

В водную вытяжку из золы ППМ переходит почти все количество калия и магния. Об этом свидетельствует равное содержание их валовых и водорастворимых форм. В связи с чем, данные элементы становятся доступными для питания микроорганизмов. Водорастворимых форм фосфора значительно меньше: из 3% фосфора только 0,3% находится в подвижной водорастворимой форме. Практически не переходит в водную вытяжку кальций.

Таким образом, значительное количество водорастворимых питательных веществ для микроорганизмов в ППМ птиц способствует их вымыванию и проникновению в окружающую среду, что создает опасную экологическую проблему, в связи с возможностью распространения вредоносных биотических агентов на обширные территории и возможностью сохранения их в активном состоянии длительное время.

С целью диагностики и прогнозирования фитосанитарной обстановки территорий в зоне пометохранилищ птицефабрик проводили определение качественного состава микробиоты в ППМ. Установлено, что в исследуемом материале содержатся грибы родов *Fusarium* Link., *Cladosporium* Link., *Penicillium* Link., *Aspergillus* Mich., *Mucor* Fresen., *Trichoderma* Pers.

Важно отметить, что большинство представителей рода *Fusarium* являются фитотрофными организмами и поражают растения различных семейств, вызывая самые разнообразные патологические явления – гнили корней, семян, плодов, общее угнетение растений, трахеомикозное увядание и усыхание. Кроме того, фузариумы способствуют инвазии так называемыми «сахарными грибами», быстро использующими доступные углеводы (сахар, крахмал). К данной группе грибов относятся *Aspergillus, Penicillium*, характеризующиеся быстрым ростом, способные захватывать большие пространства за короткий срок. Данные грибы принадлежат к одним из самых сильных токсинообразователей в почве и на органических субстратах [5, 6]. Поэтому наличие грибов родов *Fusarium, Aspergillus, Penicillium* в окружающей среде способствует развитию различных болезней растений и нарушает экологическое равновесие в биоценозах.

Изучение фитопатогенных свойств микроорганизмов, выделившихся из ППМ, проводили на различных моделях «хозяин-паразит». Оценка характера влияния представителей родов *Fusarium, Cladosporium, Penicillium, Aspergillus, Mucor, Trichoderma* на прорастание семян пшеницы показала, что в наибольшей степени фитотоксичность выражена у *Fusarium* и *Cladosporium*. Процент проростков с признаками хлороза и некроза на 10 сутки инкубирования был равен 67,3% и 59,5% соответственно. Данный показатель в вариантах с использованием суспензии клеток грибов родов *Penicillium, Aspergillus* составил 22,4% и 19,6% соответственно. Это свидетельствует о том, что данные микроорганизмы не обладают выраженным патогенным свойством. Обработка семян пшеницы клетками грибов *Mucor* и *Trichoderma* не оказала существенного негативного влияния на растительные ткани, в опыте с их использованием процент пораженных проростков незначительно превышал контрольное значение (4,8%) и составил 11,7% и 5,7% соответственно.

В исследуемых образцах ППМ были обнаружены штаммы *Fusarium oxysporum* Schlecht. Оценка характера роста и развития проростков огурца в опыте (суспензия спор гриба) и в контрольном варианте (вода) показала, что *F. oxysporum* снижает скорость линейного роста корней и стеблей проростков. На 6 сутки экспозиции средняя длина корня составила 9,5 см в варианте с суспензией клеток гриба и 10,4 см в контроле. В присутствии грибного патогена наблюдалось угнетение роста стеблей проростков огурца, их средняя длина составила 5,6 см при контрольном значении этого показателя – 6,1 см.

На основе визуальной оценки состояния проростков огурца отмечено, что F. oxysporum вызывает хлороз и некроз тканей листа, а также гнили корней и корневой шейки. Развитие болезни наблюдается на 6 сутки и в дальнейшем приобретает более яркое проявление. Проведенные исследования характера влияния выделенных штаммов *F. oxysporum* на растения огурца показали, что они обладают патогенными свойствами.

Искусственное заражение листьев огурца суспензией клеток гриба *Cladosporium,* выделенного из ППМ, позволило выявить образование спороношения патогена с последующим развитием хлороза и некроза на листовых пластинках в местах его локализации. Данный эксперимент показывает, что штаммы гриба *Cladosporium,* выделенные из образцов ППМ, способны вызвать патологические изменения у растений, т.е. являются патогенными. Таким образом, среди выделенных микро-

организмов наиболее вредоносными для растительного сообщества являются грибы из родов *Fusarium* (возбудители фузариозов) и *Cladosporium* (возбудители кладоспориозов), которые способны вызывать у растений серьезные патологические изменения. Наличие в ППМ грибов *Penicillium, Aspergillus* также нежелательно, так как данные микроорганизмы могут усугублять состояние пораженных или поврежденных растений. Грибы рода *Mucor и Trichoderma* являются сапротрофами и не оказывали существенного негативного влияния на рост и развитие растений. В связи с тем, что анализ качественного состава микробиоты испытуемых образцов ППМ показал наличие различных микроорганизмов, в том числе обладающих фитопатогенными свойствами (*Fusarium, Cladosporium, Penicillium, Aspergillus*), необходимым условием сохранения растительных ресурсов и экологического равновесия биоценозов на территориях, прилегающих к птицефабрикам, является обеззараживание ППМ для дальнейшего хранения или утилизации.

Проводилась оценка эффективности различных способов обеззараживания ППМ: гранулирование с предварительным высушиванием, термическая обработка гранул при температуре 155°С и 250°С.

Гранулирование ППМ проводилось в 4 стадии:

1) предварительная сушка (при влажности сырья более 20%);

2) измельчение (процесс измельчения заканчивается, когда сырье принимает необходимые для дальнейшей работы размеры 0,5-5 мм);

3) прессование, охлаждение и рассев произведенных гранул для отделения негранулированной массы, возврате ее на повторное гранулирование.

Полученные гранулы подвергали термической обработке методом пиролиза. Низкотемпературный пиролиз произведенных гранул из ППМ протекает в среде с низким содержанием кислорода (содержание кислорода в зоне пиролиза не должно превышать 6%). Тепловая обработка в бескислородной среде ведет к обугливанию органического вещества и резкому снижению его подвижности (в водную вытяжку переходит только 3-4% от общего углерода). Несмотря на то, что при тепловой обработке часть органического вещества теряется, общее содержание органического вещества в конечном продукте возрастает с увеличением интенсивности и продолжительности пиролиза. При тепловой обработке с температурой 250°С содержание углерода достигает 40%, цвет гранул при этом становится черным.

У гранулированных образцов без пиролиза потери азота составили до 8-9%. Тепловая обработка в бескислородной среде при температуре 155°С не снижает общего содержания азота в исследуемых образцах, но при этом нитраты в водной вытяжке отсутствуют и на порядок уменьшается содержание аммонийного азота, что свидетельствует о процессах полимеризации органических соединений. Однако при этом неприятный запах у гранул сохраняется и в водной вытяжке присутствует аммоний. Гранулы из обеззараженного помета, прошедшие стадию пиролиза при температуре 250°С не имеют неприятного запаха, а в водной вытяжке отсутствуют как нитраты, так и аммонийные ионы, что свидетельствует о минимальной подвижности азота и снижение его способности перехода в почву в избыточном количестве при хранении гранул.

Тепловая обработка при температуре 155°С немного изменяет подвижность фосфора. За счет частичного разложения фосфорорганических соединений содержание водорастворимых форм фосфора возрастает с 0,3 до 0,5%. После тепловой обработки при температуре 250°С несколько снижается подвижность калия (в водный раствор переходит 70-80% от валового содержания, против 100% в исходном сырье).

Сочетание гранулирования и тепловой обработки при температуре 250°С за счет цементации пор выделяющимися при данной температуре смолами позволяет снизить влияние окружающей среды, так как материал приобретает в результате гидрофобные свойства. Это практически исключает риск вторичного заражения. При этом подвижность азота и фосфора снижается, за счет сгорания наиболее легкоразлагаемых азотосодержащих и разрушения части фосфорорганических соединений. Это предотвращает накопление нитратов и солей аммония, что способствует снижению питательности субстрата для микроорганизмов.

Важное значение для характеристики применяемых технологий обеззараживания помета имеет показатель изменения частоты тестирования микроорганизмов и микробной обсемененности (общего микробного числа) в ППМ после обработки. Особое внимание следует уделять данным показателям в отношении фитопатогенных микромицетов (табл. 1, 2).

В результате проведения исследований эффективности различных режимов обработки птичьего помета в целях обеззараживания было установлено, что по сравнению с исходной массой в обработанных образцах наблюдается снижение уровня микробной обсемененности микромицетами: на 47,0% после гранулирования, на 66,9% после обжига гранул при температуре 155°С и на 100% после обжига гранул при температуре 250°С. Данные режимы обеззараживания позволили снизить частоту тестирования патогенных микроорганизмов на 44,2%, 83,5% и 100% соответственно.

Таблица 1

Влияние различных режимов обработки образцов ППМ на уровень их обсемененности микроорганизмами

Режимы	*Mucor* (КОЕ в 1г образца)	*Penicillium* (КОЕ в 1г образца)	*Aspergillus* (КОЕ в 1г образца)	*Cladosporium* (КОЕ в 1г образца)	*Fusarium* (КОЕ в 1г образца)	*Trichoderma* (КОЕ в 1г образца)
Исходная ППМ	5,0 x10^5	12,5 x10^5	9 x10^5	32,5 x10^5	1,0 x10^5	3,35 x10^5
Гранулированная ППМ	1,65 x10^5	0	2,5 x10^5	27,5 x10^5	1,0 x10^5	5,0 x10^5
Обжиг гранулированной ППМ при 155°С	3,75 x10^5	4,3 x10^5	3,1 x10^5	1,9 x10^5	0	1,65 x10^5
Обжиг гранулированной ППМ при 250°С	0	0	0	0	0	0

Таблица 2

Влияние различных режимов обработки куриной ППМ на частоту тестирования патогенных микроорганизмов

Режим обеззараживания	Исходная ППМ	Гранулированная ППМ	Обжиг гранулированной ППМ при 155°С	Обжиг гранулированной ППМ при 250°С
частота тестирования патогенных грибов	27,7±3,4	15,5±2,9	4,53±0,9	0

Избавиться от всех микробных клеток оказалось возможным с использованием тепловой обработки гранулированной ППМ птиц при температуре 250оС. Кроме того, низкий уровень влажности вариантов, полученных при использовании данного режима, обеспечивает пролонгированный характер эффекта полученного при стерилизации.

Оценка эффективности обеззараживания ППМ при использовании различных технологий утилизации отходов птицефабрик выявила метод термической обработки гранулированной биомассы при температуре 250°С в среде с низким содержанием кислорода как наиболее перспективный. Его применение позволяет добиться эффекта полного обеспложивания исходной ППМ птиц.

Исходная ППМ содержит большое количество как патогенных, так и сапротрофных микроорганизмов, поэтому пометохранилища птицефабрик на территориях, прилегающих к ним, создают опасную фитосанитарную обстановку, что ставит под угрозу сохранность растительных ресурсов и экологическое равновесие окружающего ландшафта.

В связи с этим, для дальнейшего хранения и утилизации ППМ необходимо проводить их обеззараживание. Высокий уровень эффективности показала технология низкотемпературного пиролиза при 250°С. Применение данного способа позволяет не только полностью избавиться от микроорганизмов, но и снижает питательность субстрата для грибов и бактерий, что позволяет избежать повторного заражения микробиотой длительное время.

Литература

1. Афанасьев В.Н., Афанасьев А.В. Обоснование метода утилизации сельскохозяйственных отходов // Вестник ВНИИМЖ. 2012. Т. 4. №8. С. 21.

2. Баранников В.Д., Кириллов Н.К. Экологическая безопасность сельскохозяйственной продукции. М.: Колос. 2006. 352 с.

3. Белюченко И.С. Роль живых организмов в развитии сложного компоста // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. Краснодар: КубГАУ 2014. №. 96. Режим доступа. URL: http://ej.kubagro.ru (дата обращения: 02.12.2016)

4. Глазун В.В. Механизм эффективного развития птицеводства на основе экологизации // Вісник Сумського національного аграрного університету Серія «Економіка і менеджмент». 2014. Вип. 8 (61). С. 208 – 211.

5. Домрачева Л.И., Широких И.Г., Фокина А.И. Антифузариозное действие цианобактерий и актиномицетов в почве и ризосфере // Микология и фитопатология. 2009. Т. 43. Вып. 2. С. 157 – 165.

6. Жизнь растений. В 6-ти т. Т.2. Грибы / под ред. проф. М.В.Горленко. М.: Просвещение, 1976. 479 с.

7. Запевалов М.В., Бердышев А.М., Запевалов С.М. Обезвоживание птичьего помета перед его переработкой // Аграрный вестник Урала. 2013. №1 (107). С. 43 – 44.

8. Клеточное содержание птицы. Режим доступа к журн. URL: http://ptica-ru.ru (дата обращения: 12.06.2016)

9. Лысенко В.П. Экологические и экономические проблемы промышленного птицеводства - пути решения // Птицы и птицепродукты. 2009. №4. С. 19 – 20.

10. Родионова Н.В., Правкина С.Д., Игошина К.А. Эффективность вермикомпостирования птичьего помета на различных субстратах. Режим доступа. URL: http://fermer.ru/sovet/udobreniya (дата обращения: 25.11.2016)

11. Седых В.А., Норовсурен Ж., Филиппова А.В. Особенности использования птичьего помёта при применении в агроценозах // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2011. Т. 4. № 32-1. С. 283 – 285.

12. Тюрин В. Ветеринарно-санитарная оценка помета // Птицеводство. 2009. №7. С 46.

13. Федеральный классификационный каталог отходов от 18.07.2014 №445. Москва. Режим доступа. URL: http://docs.cntd.ru/document/420209965 (дата обращения: 15.04.2016)

14. Bridgeman T.G., Jones J.M., Shield I., Williams P.T. Torrefaction of reed canary grass, wheat straw and willow to enhance solid fuel qualities and combustion properties // Fuel. 2008. V. 87. P. 844 – 836.

15. Gilbe C., Othman M., Lindstrom E., Bostrom D., Backman R., Samuelsson R., Burvail J. Slagging Characteristics during Residential Combustion of Biomass Pellets // Energy and Fuel. 2008. V. 22. P. 3536 – 3543.

16. Romeo J.C.; Gil J. Evaluation of Torrefaction + Pelletization Process to Transform Biomass in a Biofuel Suitable for Co – combustion // Proceeding on 16th European Biomass Conference, Valencia, Spain. 2008. P. 157 – 169.

References

1. Afanas'ev V.N., Afanas'ev A.V. Obosnovanie metoda utilizacii sel'skohozjajstvennyh othodov // Vestnik VNIIMZh. 2012. T. 4. №8. S. 21.

2. Barannikov V.D., Kirillov N.K. Jekologicheskaja bezopasnost' sel'skohozjajstvennoj produkcii. M.: Kolos. 2006. 352 s.

3. Beljuchenko I.S. Rol' zhivyh organizmov v razvitii slozhnogo komposta // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. Krasnodar: KubGAU 2014. №. 96. Rezhim dostupa. URL: http://ej.kubagro.ru (data obrashhenija: 02.12.2016)

4. Glazun V.V. Mehanizm jeffektivnogo razvitija pticevodstva na osnove jekologizacii // Visnik Sums'kogo nacional'nogo agrarnogo universitetu Serija «Ekonomika i menedzhment». 2014. Vip. 8 (61). S. 208 – 211.

5. Domracheva L.I., Shirokih I.G., Fokina A.I. Antifuzarioznoe dejstvie cianobakterij i aktinomicetov v pochve i rizosfere // Mikologija i fitopatologija. 2009. T. 43. Vyp. 2. C. 157 – 165.

6. Zhizn' rastenij. V 6-ti t. T.2. Griby / pod red. prof. M.V.Gorlenko. M.: Prosveshhenie, 1976. 479 s.

7. Zapevalov M.V., Berdyshev A.M., Zapevalov S.M. Obezvozhivanie ptich'ego pometa pered ego pererabotkoj // Agrarnyj vestnik Urala. 2013. №1 (107). S. 43 – 44.

8. Kletochnoe soderzhanie pticy. Rezhim dostupa k zhurn. URL: http://ptica-ru.ru (data obrashhenija: 12.06.2016)

9. Lysenko V.P. Jekologicheskie i jekonomicheskie problemy promyshlennogo pticevodstva - puti reshenija // Pticy i pticeprodukty. 2009. №4. S. 19 – 20.

10. Rodionova N.V., Pravkina S.D., Igoshina K.A. Jeffektivnost' vermikompostirovanija ptich'ego pometa na razlichnyh substratah. Rezhim dostupa. URL: http://fermer.ru/sovet/udobreniya (data obrashhenija: 25.11.2016)

11. Sedyh V.A., Norovsuren Zh., Filippova A.V. Osobennosti ispol'zovanija ptich'ego pomjota pri primenenii v agrocenozah // Izvestija Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2011. T. 4. № 32-1. S. 283 – 285.

12. Tjurin V. Veterinarno-sanitarnaja ocenka pometa // Pticevodstvo. 2009. №7. S 46.

13. Federal'nyj klassifikacionnyj katalog othodov ot 18.07.2014 №445. Moskva. Rezhim dostupa. URL: http://docs.cntd.ru/document/420209965 (data obrashhenija: 15.04.2016)

14. Bridgeman T.G., Jones J.M., Shield I., Williams P.T. Torrefaction of reed canary grass, wheat straw and willow to enhance solid fuel qualities and combustion properties // Fuel. 2008. V. 87. R. 844 – 836.

15. Gilbe C., Othman M., Lindstrom E., Bostrom D., Backman R., Samuelsson R., Burvail J. Slagging Characteristics during Residential Combustion of Biomass Pellets // Energy and Fuel. 2008. V. 22. P. 3536 – 3543.

16. Romeo J.C.; Gil J. Evaluation of Torrefaction + Pelletization Process to Transform Biomass in a Biofuel Suitable for Co – combustion // Proceeding on 16th European Biomass Conference, Valencia, Spain. 2008. R. 157 – 169.

Maslova M.V., Candidate of Agricultural Sciences (Ph.D.), Senior Research Officer,
Grosheva E.V., Research Officer,
Stepantsova L.V., Doctor of Biological Sciences (Advanced Doctor),
Associate Professor, Professor,
Federal State Budgetary Educational Institution
of Higher Education Michurinsk State Agrarian University

ECOLOGICAL AND PHYSIOLOGICAL DIVERSITY OF MICROMYCETES LITTER MASS FORMED ON POULTRY FARMS, AND THEIR IMPACT ON PHYTOSANITARY CONDITION OF ADJACENT TERRITORIES

Abstract: the evaluation of the chemical properties of the litter mass accumulating at poultry farms showed its nutritional value for microorganisms. Analysis of the microbiota composition revealed the presence of pathogenic and saprotrophic micromycetes. On various models of the "host-parasite", the ability of isolated strains of *Fusarium Link.* has been demonstrated and *Cladosporium Link.* Cause various plant diseases, and therefore their accumulation creates an unfavorable phytosanitary situation in the areas adjacent to poultry farms. It is recommended for storing the litter mass to be disinfected by low-temperature pyrolysis at a temperature of 250°C. This allows you to completely get rid of microbial cells, and also reduces substrate nutrient for fungi and bacteria, which prevents repeated infection of microbiota for a long time.

Keywords: litter mass of birds, phytopathogenic microbiota, phytosanitary condition of territories adjacent to poultry farms, disinfection of litter-litter mass

Мелешина О.В., кандидат сельскохозяйственных наук,
Мелешин А.А., кандидат сельскохозяйственных наук,
ФГБНУ Всероссийский научно исследовательский
институт картофельного хозяйства им. А.Г. Лорха

СОЗДАНИЕ КАРТОФЕЛЯ С ПОВЫШЕННОЙ АНТИОКСИДАНТНОЙ АКТИВНОСТЬЮ – НОВОЕ НАПРАВЛЕНИЕ В СЕЛЕКЦИИ СОВРЕМЕННЫХ СОРТОВ

Аннотация: в статье рассмотрены сравнительные характеристики антиоксидантной активности клубней сортов картофеля, как исходного материала для селекции, представлены первые результаты селекционной работы в направлении создания образцов с высоким уровнем антоцианинов в мякоти клубней.

Ключевые слова: новые сорта картофеля, антиоксиданты, антоцианины

Одним из новых направлений использования картофеля является применение его, как пищевого продукта с выраженными антиоксидантными свойствами, что является немаловажным, учитывая экологические вызовы, в условиях которых живёт современных человек.

Благодаря содержанию в мякоти некоторых форм и сортов повышенного уровня каротиноидов группы ксантофиллов (лютеин, зеаксантин, виолаксантин) и особенно антоцианинов флавоноидной природы (катехин, эпи-катехин, гликозидов: пионидина, петунидина и др.) картофель может быть использован и в ряде стран уже используется, как ценный источник природных антиоксидантов в том числе в лечебном питании [1, 2, 5].

Наличие оригинального цвета мякоти уже сейчас позволяет расширять спектр продуктов из картофеля (окрашенные фри, хрустящий картофель, пюре, появилось салатное направление – сырой картофель, как диетический продукт).

Пигменты флавоноидной природы – природные красители для пищевой и химической промышленности [1, 3].

Необычная окраска продуктов из картофеля – прекрасный стимул увеличения спроса, брендфактор, особенно в условиях недостатка сырьевой базы.

Предполагается, что формы с высоким уровнем пигментации мякоти появились на Европейском континенте практически одновременно с обычными и к 19 веку были созданы ряд сортов, известных и возделываемых по сей день: Hinghland Burgundy Red, Salad blue, Scotland black, Vitelotte, Blue Congo, Purple Peruvianum, Negresse и т.п.

По данным биохимических исследований суммарная антиоксидантная активность таких форм превосходит обычные сорта в 2-7 раз [1, 4, 5]. Корреляция между насыщенностью окраски мякоти и способностью противостоять окислению под воздействием свободных радикалов в случае антоцианинов очень высока и лидером среди первых сортов по данному признаку является сорт Vitelotte.

С конца прошлого века активная селекционная работа по направлению создания сортов с высокой антиоксидантной активностью в сочетании с яркими и оригинальными цветовыми решениями позволила создать новую гамму сортов картофеля такого типа: All red, All blue, Purple Majic, Majestic blue, Valfi, Blaue St. Galler [2, 6].

В Российской Федерации к целенаправленному созданию таких форм приступили в начале 21 века. Основные центры исследовательских работ сконцентрированы в ВИРе им. Н.И. Вавилова и ВНИИКХ им. А.Г. Лорха.

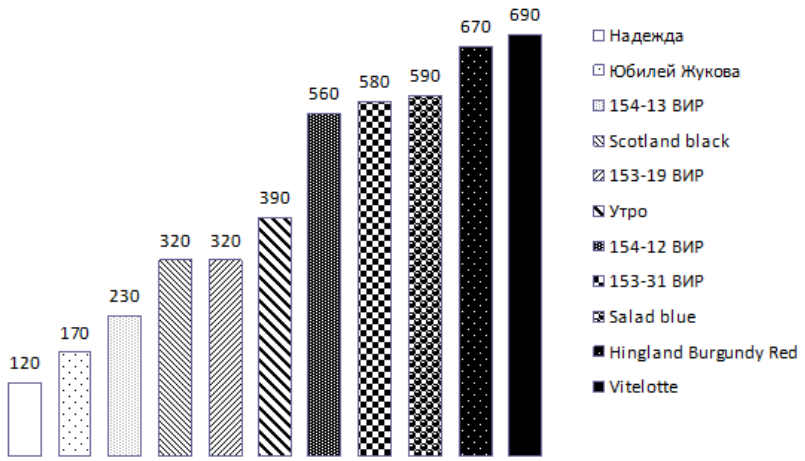
Учитывая особенности пищевого рациона россиян, для которых картофель является «вторым хлебом», введения санкционных ограничений на импорт товарного картофеля – возможность качественного улучшения структуры питания – приоритетная задача современной селекции и сельхозпроизводства.

Благодаря сотрудничеству с Всероссийским институтом Растениеводства им. Н.И.Вавилова, Международным Центром по картофелю (CIP, Peru) в нашем институте была сформирована коллекция исходных форм картофеля с различными вариантами пигментации мякоти, в том числе гибридами межвидового происхождения от S. phureja, S.stenotomum, S. andigenum

Предварительное исследование исходных родительских форм показало, что образцы, вовлечённые нами в селекционный процесс действительно обладают высокими характеристиками по суммарному содержанию анти-оксидантов и антирадикальной активности причём, чем выше индекс пиг-ментации формы, тем более высокую антиоксидантную активность она проявляет.

Диаграмма 1

Результаты оценки суммарного содержания антиоксидантов мг/кг в образцах Родительского питомника, имеющих пигментированную мякоть. Прибор ЦВЕТЯУЗА -001А.

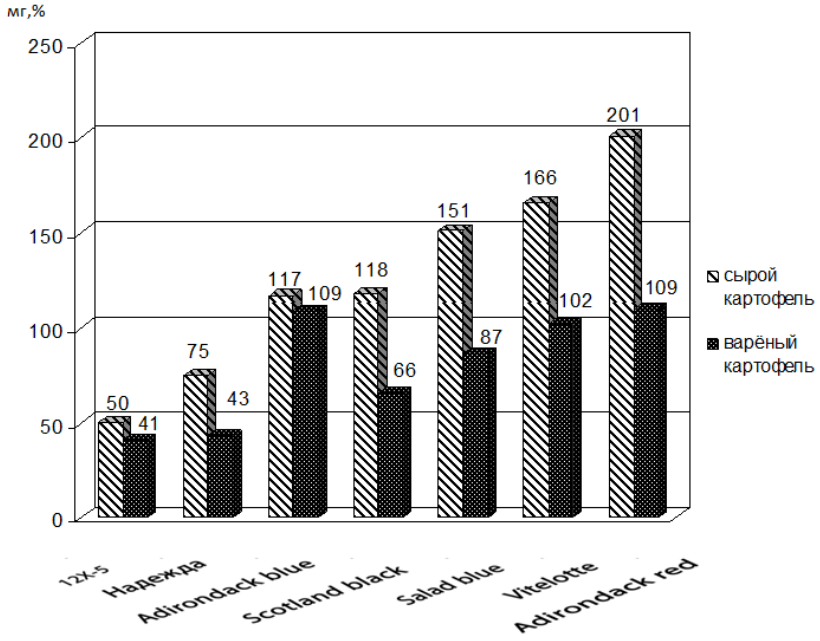


Как видно из представленной диаграммы, сорта, имеющие наибольший индекс пигментации содержат в пять раз больше антиоксидантов по сравнению с обычными (беломякотными) сортами, а сорт Утро, имеющий жёлтый цвет мякоти также в три раза богаче антиоксидантами, чем сорта с белой мякотью.

Для того, чтобы оценить способность различных по окраске мякоти форм картофеля противостоять окислению в режиме воздействия свободных радикалов и изменению антиоксидантной активности материала после термической обработки, что немаловажно, т.к. картофель употребляется в большинстве случаев после воздействия высоких температур, был поставлен сравнительный опыт, где свежий картофельный сок и сок после выдержки на водяной бане в течение получаса при температуре 100°С, выступал буфером при оценке скорости окисления метилолеата.

Диаграмма 2

Определение антиоксидантной активности образцов в режиме инициированного окисления – окисление метилолеата в водно-мицеллярном растворе в присутствии радикального азоинициатора АРН (2,2'-азо-бис-(2-метилпропионамидин) дигидрохлорид (АРН, Acros Organics)

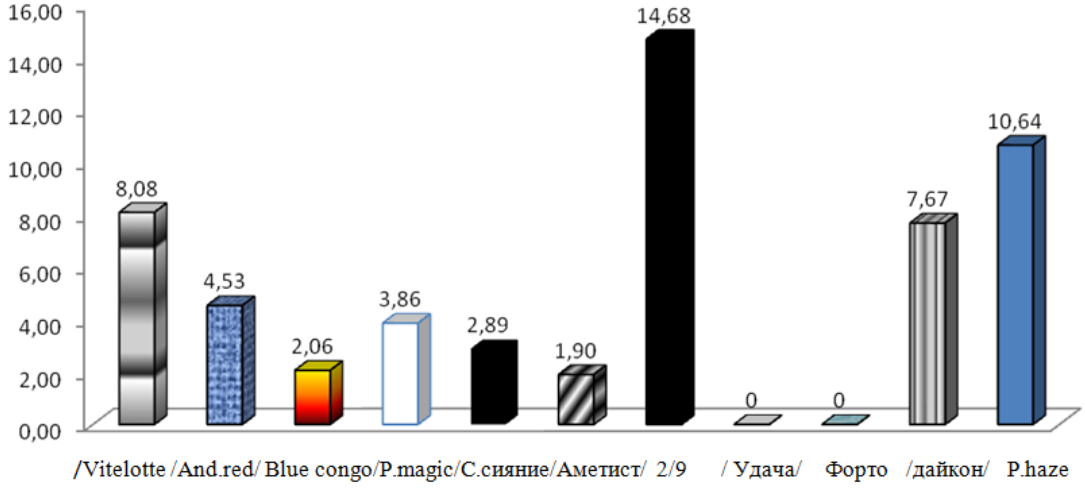


Сравнительное определение способности противостоять окислению у свежего и термически обработанного сока картофеля показало, что наиболее высокие результаты отмечены у форм Vitelotte, Adirondack red и Adirondack blue, характеризующиеся также наиболее интенсивно-пигментированной мякотью. По всем формам после термической обработки наблюдалось снижение антиоксидантной активности, но её уровень всё равно превышал таковой у сортов с белой мякотью по лучшим образцам более чем в два раза.

Помимо картофеля значительным антиоксидантным статусом обладают и ряд сортов, например, таких культур, как: батат, дайкон, морковь и учитывая, что эти культуры также используются для приготовления салатов (в сыром виде) мы провели сравненительный анализ сортов картофеля и сортов этих культур, имеющих интенсивную пигментацию мякоти, определяемую антоцианинами. В нашем опыте в качестве богатых антоцианинами сортов овощей были использованы сорт дайкона Розовый блеск Мисато и гибрид фиолетовоокрашенной моркови Purple Haze F1, как стандартный сорт моркови – сорт Форто, батат: Тайнунг 65, Рубин Каролины, Пурпурный, Жень-Шень.

Диаграмма 3

Суммарное содержание антиоксидантов в пересчёте на сырое вещество,%

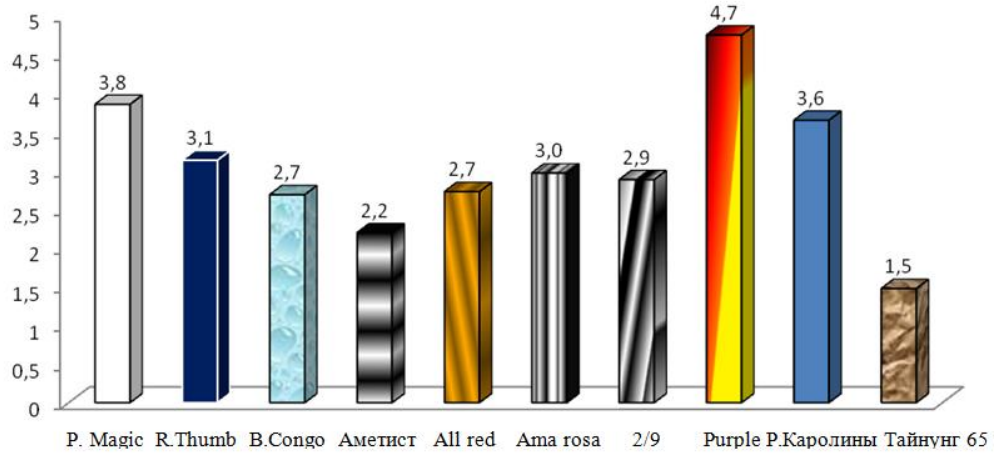


В результате исследования было показано, что в группе образцов с высокими характеристиками по антиоксидантной активности наряду с признанными стандартами (Vitelotte, Purple Magic и т.п.) выделяется гибрид семьи 2/9, полученной с участием в качестве отцовской формы сорта Andirondack blue кроме того, лучшие образцы картофеля не уступают лучшим (по содержанию пигментов флавоноидной природы) сортам таких культур, как морковь, дайкон и батат (по показателю содержания антоцианинов в пересчёте на сырое вещество) (диаграмма 3, 4).

Аналогичное сравнение образцов картофеля с сортами батата позволило сделать вывод, что уровни антиоксидантной активности у этих культур в зависимости от индекса пигментации различаются, но показатели антиоксидантной активности у наиболее интенсивно окрашенных сортов находятся на сопоставимом уровне. К сожалению, культура батата распространена в более южных регионах и не конкурентноспособна по отношению к производству картофеля в Центральном регионе, что делает эти виды неравнозначными по ценности для умеренного климата нашей зоны.

Диаграмма 4

Антиоксидантная активность образцов в пересчёте на сырое вещество мг/г у образцов картофеля и батата в пересчёте на кверцетин



Пополнение и поддержание, а также всестороннее изучение образцов коллекции позволило нам использовать лучшие формы в селекционном процессе по направлению создания отечественных сортов с высоким анти-оксидантным потенциалом. Были получены гибридные семена и проведена оценка исходных форм по потомству, в том числе по комплексному проценту отбора (табл. 1) и количеству гибридов с высоким индексом пигментации в семьях. Также показана высокая эффективность отбора гибридов с пигментированной мякотью на основе окраски верхушечной розетки листьев, начиная с момента пикировки сеянцев с дивергенцией по окраске мякоти (вероятность более 92%).

К настоящему времени в конкурсном и основном испытании сосредоточено более двух десятков гибридов, характерной особенностью которых является мякоть с баллом пигментации не менее 5, все они прошли предварительное испытание на устойчивость к раку картофеля, ряд обладает устойчивостью к Ro-1 патотипу золотистой цистообразующей картофельной нематоды.

Таблица 1

Гибридные комбинации, полученные с участием доноров высокой антиоксидантной активности и имеющие лучший процент отбора по комплексу хозяйственно-ценных признаков за пять лет

происхождение	сеянцы, число гибридов	одноклубнёвки, число гибридов	гибриды 2 года, число гибридов	Предварительное испытание, число гибридов	Основное испытание, число гибридов	% отбора
12Х-5 х Adirondack blue	500	184	83	24	13	2,6
Purple Peruvian x DR Norland	1000	316	152	18	11	1,1
Salad blue x 05-43*	410	214	42	13	8	2,0
Hingland Burgundy Red x 05-43*	180	41	25	9	2	1,1
154-13* х Латона	114	64	21	5	1	0,9
Salad blue x Теща	263	58	17	2	1	0,4
Vitelotte x Белляроза	**815**	**318**	**51**	**16**	**6**	**0,7**
Vitelotte x Красавчик	115	101	27	20	2	1,7
Salad blue x Жуковский ранний	110	54	18	6	1	0,9
Hingland Burgundy Red x Salad blue	51	48	13	8	1	2,0
154-13* х Белляроза	187	113	15	3	2	1,1
Удача x Bora valley	210	184	34	26	4	1,9
153-19* x Salad blue	**89**	**64**	**23**	**15**	**1**	**1,1**

* – гибриды, полученные из ВИР им. Н.И. Вавилова

В 2014 году два гибрида из семей: Vitelotte x Белляроза – сорт Северное сияние, и 153-19* x Salad blue – сорт Аметист были переданы на Государственное сортоиспытание.

Сравнительное испытание этих образцов с сортами стандартами показало, что они не уступают им по антиоксидантному статусу, а кроме того имеют ряд преимуществ по комплексу хозяйственно-ценных признаков, в частности они устойчивы к Далемскому патотипу рака картофеля, Северное сияние является нематодоустойчивым. Эти критерии являются обязательными, а в случае золотистой картофельной нематоды желательным для районирования на территории РФ. Сорт Северное сияние является пригодным для производства хрустящего картофеля, а учитывая тот факт, что антоцианины являются плохо растворимыми в жирных кислотах – окраска продукта остаётся такой же яркой, как и в свежем виде.

Диаграмма 5

Суммарное содержание антиоксидантов мг/г в единицах галловой кислоты

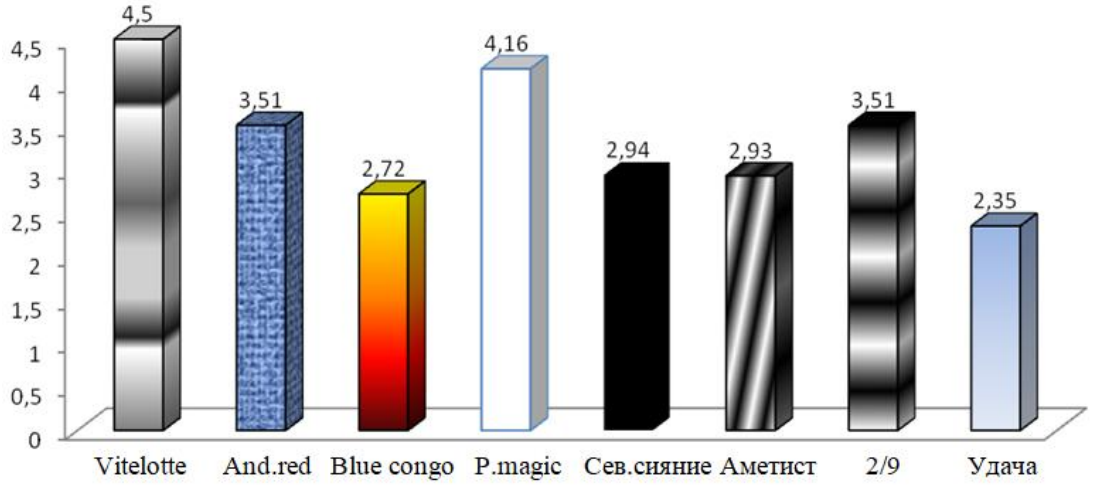
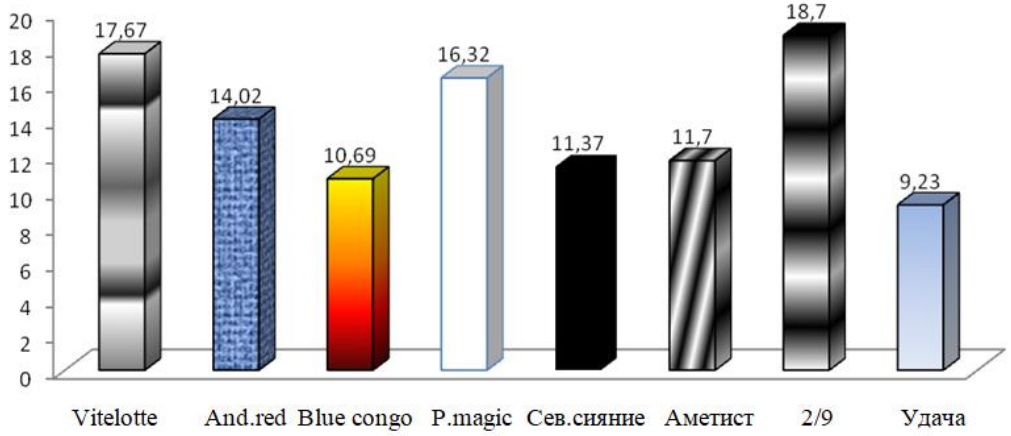


Диаграмма 6

Суммарное содержание антиоксидантов в единицах аскорбиновой кислоты. мг/г



Надеемся, что со временем такие сорта найдут широкое применение в пищевом рационе россиян и не только.

Литература

1. Киру С.Д. «Генетические ресурсы картофеля для новых направлений селекции» ГНУ ГНЦ ВНИИР (ВИР) им. Н.И. Вавилова,190000. Санк- Петербург, ул Б. Морская 44.,e-mail: s.kiru@vir.nw.ru

2. Joe A.Vinson, Cheryil A. Demkosky, Duroy A. Navarre, Melissa A.Smyda «High-Antioxidant Potatoes: Acute in Vivo Antioxidant Source and Hypotensive Agent in Humans after Supplementation to Hypertensive Subjects»J. Agric. Food Chem., 2012, 60 (27), pp 6749–6754 ,DOI: 10.1021/jf2045262,Publication Date (Web): January 5, 2012.

3. «Atocianin», http://biosupplements.blogspot.com/

4. John Jemison, Mary Camire, and Michael Dougherty «Research Reveals Potato as Antioxidant Powerhouse» http://extension.umaine.edu/

5. Brown, C.R., Wrolstad, R., Clevidence, B.A. “Genetic variation in potato with high levels of red and blue antocyanins’’. American journal of potato research. 78:146. 2001.
6. Oregon state university// oregonstate.edu, Cornell university ithaca //cornell.edu

References

1. Kiru S.D. «Geneticheskie resursy kartofelja dlja novyh napravlenij selekcii» GNU GNC VNIIR (VIR) im. N.I. Vavilova,190000. Sank- Peterburg, ul B. Morskaja 44.,e-mail: s.kiru@vir.nw.ru
2. Joe A.Vinson, Cheryil A. Demkosky, Duroy A. Navarre, Melissa A.Smyda «High-Antioxidant Potatoes: Acute in Vivo Antioxidant Source and Hypotensive Agent in Humans after Supplementation to Hypertensive Subjects»J. Agric. Food Chem., 2012, 60 (27), pp 6749–6754 ,DOI: 10.1021/jf2045262,Publication Date (Web): January 5, 2012.
3. «Atocianin», http://biosupplements.blogspot.com/
4. John Jemison, Mary Camire, and Michael Dougherty «Research Reveals Potato as Antioxidant Power-house» http://extension.umaine.edu/
5. Brown, C.R., Wrolstad, R., Clevidence, B.A. “Genetic variation in potato with high levels of red and blue antocyanins’’. American journal of potato research. 78:146. 2001.
6. Oregon state university// oregonstate.edu, Cornell university ithaca //cornell.edu

Meleshina O.V., Candidate of Agricultural Sciences (Ph.D.),
Meleshin A.A., Candidate of Agricultural Sciences (Ph.D.),
Lorch Potato Research Institute

CREATION OF THE POTATO WITH RAISED ANTIOXIDANT ACTIVITY – THE NEW DIRECTION IN SELECTION OF MODERN GRADES

Abstract: in clause comparative characteristics antioxidant activity of tubers of grades of a potato as an initial material for selection, the first results of selection work in a direction of creation of samples with a high level antocianin in pulp of tubers are presented are considered.

Keywords: new grades of a potato, antioxidants, antocianin

Мельниченко Т.А., художник, архитектор, дизайнер, педагог,
Музей головных уборов МиуссЭ,
Хлесткина Е.К., доктор биологических наук, профессор РАН,
Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики
Сибирского отделения Российской академии наук

СРЕДСТВА ВЫРАЗИТЕЛЬНОСТИ В СОВРЕМЕННОМ ДЕКОРАТИВНО-ПРИКЛАДНОМ ИСКУССТВЕ: ПЕРСПЕКТИВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДОСТИЖЕНИЙ СОВРЕМЕННОЙ ГЕНЕТИКИ РАСТЕНИЙ

Аннотация: в статье рассматриваются направления обогащения средств выразительности и повышения эстетического потенциала колористических и пластических решений в инновационных высокохудожественных современных изделиях декоративно-прикладного искусства. В частности, обсуждаются декоративные качества соломки злаковых растений как источника материала одного из древнейших декоративно-прикладных направлений народного творчества. Описываются современные направления развития искусства создания современных инновационных изделий из натуральной соломки. Приводятся данные о современных знаниях, касающихся генетических и почвенно-климатических факторов, влияющих на природную окраску соломины злаковых растений, которые можно учитывать при подготовке материала для высокохудожественных творческих работ, отличающегося разнообразием естественной окраски. Достоинством соломки, окрашенной природными соединениями, является их экологическая безопасность, что особенно важно при обучении искусству создания изделий из соломки детей дошкольного и младшего школьного возраста.

Ключевые слова: генетика злаков, гены окраски, декоративно-прикладное искусство, Музей головных уборов МиуссЭ, обучение искусству создания изделий из экосоломки, пигментация зерновки, пигментация соломины, пшеница, селекция злаков, ячмень

Введение

В декоративно-прикладном искусстве вопросы цветового решения и формообразования непосредственно связаны с требованиями эстетики к изделию, которые определяют содержание и форму этого изделия. Требования эти связаны с художественными качествами изделия, а также его полезными функциями для человека.

В процессе принятия решений по цвету и пластическому формообразованию изделия декоративно-прикладного искусства должна выделяться цель, которую ставил художник при его создании. Замысел и назначение предмета должны воплотиться в его форме и колористическому воздействию на потребителя. Если в форме предмета наиболее полно выразятся цель и содержание вещи, то она воспринимается как произведение искусства.

Каждый материал представляет в эстетическом и художественно-техническом отношении комплекс свойств, качеств и конструктивных возможностей. В содержание материала входят как физические свойства, воспринимаемые нашим зрением, так и его эмоционально-психическое воздействие, которое он производит на нас. И его колористическое решение и физическая конструкция, даже эстетически осмысленная, иногда не совпадает с художественной. Критерием является наше собственное, подчас весьма субъективное и не всегда совпадающее с действительностью, представление об эстетическом потенциале пластических решений, цветовых и конструктивных возможностях рассматриваемого материала. Наблюдая один и тот же материал в монументальной интерьерной вещи и в малой объёмной пластике, удаётся проследить динамику изменения содержания и оказываемого эстетического впечатления на потребителя.

Природный материал, рассматриваемый нами в данном исследовании, это ныне возрождаемый (незаслуженно подзабытый), один из древнейших используемых в декоративно-прикладном народном искусстве материалов – соломка злаковых растений.

Как показали исследования, этот природный материал может быть весьма разнообразным и неожиданно очень активным. Он может по-своему даже направлять отбор содержания для создаваемого произведения искусства. И именно в силу своей нюансной природной колористической и пластической выразительности, этот процесс представляет интерес. Такие, казалось бы, несочетаемые качества соломки, как неподатливость и сопротивляемость любому физическому воздействию сухих соломенных стеблей (в зрелом и перезрелом состоянии) и невероятная пластика стебля злаковых (в глубинно-влажном состоянии в стадии созревания, особенно, в так называемой, «восковой спелости зерна»), а, также, пластичность стеблей, (уже сплетённых мастером из разного

количества и разными способами в «плетешки» – архаичное народное название) и особых соломенных лент, открывают перед мастером декоративно-прикладного искусства большие творческие возможности.

Одним из основных декоративных качеств соломки наряду с фактурой является её цвет. Природные цвета соломки чаще всего бывают от зеленовато-белёсого до насыщенного тёмно-золотистого. Цвет и равномерность зависят от состава и свойств почвы, условий произрастания (температура, влажность, поражение растений фитопатогенами), условий сушки (выбеливание на ярком солнце или сушка под навесом в дождливую погоду). Качество материала также зависит от прочности соломины и устойчивости растений к полеганию. Отбелив соломку, при окрашивании можно добиться большого цветового разнообразия и множества нюансных оттенков, достигая максимальной эстетической выразительности творческого замысла художника. Природные красители, испокон веков использующиеся народом – это ореховая скорлупа, бузина, молодые листья берёзы, кора и шишки ольхи, морковь, свекла, черника и др. Красота её золотистого цвета, светоносность и блеск – сродни солнечному свету и цвету драгоценных металлов – так всегда считали настоящие мастера, которые выбрали этот материал для своего творчества и самовыражения. Без высокой эстетической оценки соломки, как декоративного материала, невозможно было бы рождение древнего искусства соломоплетения, в той или иной степени развитого у всех народов, занимающихся аграрными культурами. Возрождение этого искусства, новые современные его направления рассматриваются далее в главе «Направления развития современного этапа искусства плетения из соломки».

Параллельно с накоплением практического опыта мастеров декоративно-прикладного направления, применяющих в качестве основного материала злаковые растения, на протяжении последнего столетия совершенствовались и наши знания о причинах изменчивости признаков злаковых растений. Благодаря развитию научных работ, направленных на изучение, сохранение и расширение генетического разнообразия злаковых растений, появились новые формы культурных растений, в том числе с необычным окрасом соломины. Применение знаний и достижений генетики злаков (далее кратко изложенных в главе «влияние генетических факторов и факторов окружающей среды на окраску соломины злаков») в практике современного этапа искусства плетения из соломки может дать качественно новый материал и создать новые направления в этой области декоративно-прикладного искусства.

Направления развития современного этапа искусства создания изделий из соломки.

Отечественные современные художники в полной мере продолжают и развивают традиции плетения из соломки, используя её огромный эстетический потенциал для создания инновационных произведений декоративно-прикладного искусства.

На рис. 1 представлены изделия из коллекции современных интерьерных зеркал в рамах из соломки ржи, которую можно было увидеть на международной выставке PRO LOGO (Италия, г. Мачерата, где коллекция получила Большую золотую медаль за продолжение отечественных народных традиций).

Рис. 1. Образцы из коллекции современных интерьерных зеркал: слева зеркало «Утро», справа – «Микрокосм». Автор – архитектор, дизайнер, член Союза художников, мастер декоративно-прикладного искусства Татьяна МиуссЭ

Художественно-образное решение этих произведений искусства пришло во время этнографических экспедиций по нашей стране и непосредственного общения с настоящими народными мастерами из глубинки, их рассказов о старинных техниках, народных традициях и поверьях, связанных с соломкой. Осмыслив и адаптировав это традиционное народное искусство, взглянув на него сквозь призму современности, добавив нестандартное видение форм и определив интерьерный масштаб замысла, художнику удалось воплотить задуманное.

Рис. 2. Панель стены интерьера загородного дома в Подмосковье. Автор Татьяна МиуссЭ

Соломка рассматривается и как современный декоративный отделочный материал: стеновые панели (рис. 2), украшенные соломенными пластами, в которых соломенные ленты выклеены в разных направлениях и могут иметь сплошную узорную поверхность, создают удивительные переливы и световые эффекты в интерьере, кроме того являются экологически чистыми и экономически целесообразными

Наряду со всем вышеперечисленным, также, одними из наиболее интересных и распространённых предметов, конечно же, являются традиционные головные уборы из натуральной соломки. Исторически это и древнегреческий «петасос» путешественников и паломников, и шляпы крестьян, изящные и нежные тонкие детские и дамские шляпки с разнообразным декором и пр. Некоторые современные полезные, удобные и красивые образцы из экспозиции «Музея головных уборов МиуссЭ» представлены на рис. 3.

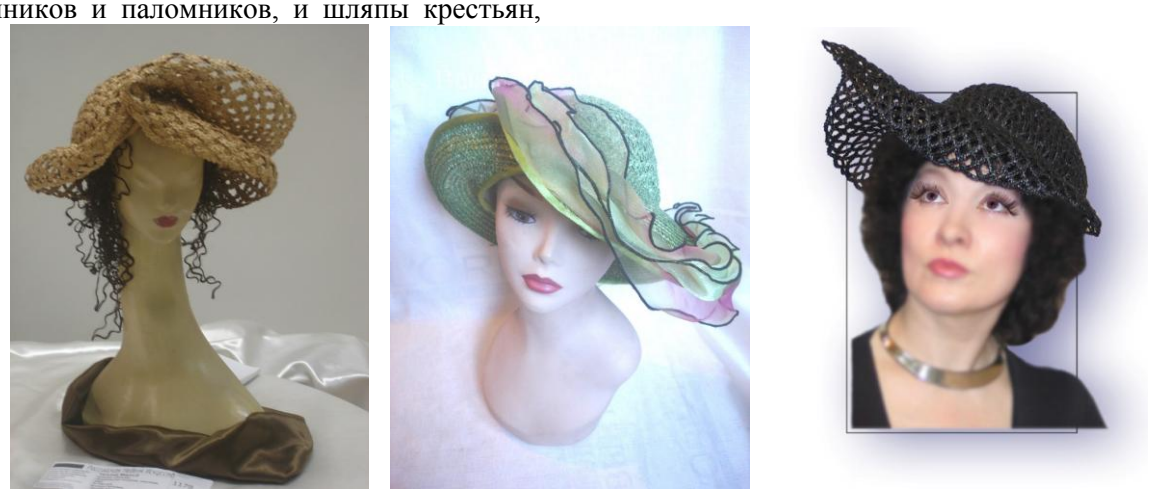


Рис. 3. Инновационные головные уборы из соломки. Экспозиция «Музея головных уборов МиуссЭ»

Влияние генетических факторов и факторов окружающей среды на окраску соломины злаков

Фундамент исследований, направленных на изучение, сохранение и расширение генетического разнообразия растений заложил в своё время ещё Николай Иванович Вавилов, всемирно известный российский и советский учёный-генетик, ботаник, селекционер, географ и общественный деятель, основатель учения об иммунитете растений и учения о центрах происхождения культурных растений. Н.И. Вавилов начал свою научную деятельность с изучения сортов культурных пшениц, устойчивых к грибным болезням. Вавилов предлагал выявлять природные устойчивые сорта и скрещивать их с культурными, высокопродуктивными

растениями. Сегодня известны десятки генов устойчивости к различным ржавчинным болезням. Многие из этих генов привнесены в геном пшеницы от дикорастущих сородичей путем межвидовых и межродовых скрещиваний (Shumny et al., 2016). Разработаны методы ускоренного создания сортов, обладающих стабильной комплексной устойчивостью к грибным болезням, в том числе к стеблевой ржавчине, и методы диагностики генов устойчивости в сортах (Леонова, 2013). Таким образом, с точки практического применения, эти знания помогут как сохранить урожай, так и сориентировать современных художников, соломка каких сортов пшеницы будет гарантированно иметь высокое качество, независимо эпифитотий, возникающих год от года.

Использование методов расширения генетического разнообразия культурных растений как на основе отдаленной гибридизации с дикорастущими сородичами, так и с помощью мутагенеза, привело к появлению новых форм окраски у культурных злаков. Например, у ячменя соломина может иметь фиолетовую оранжевую, белую или зеленую окраску (рис. 4). Фиолетовая окраска связана синтезом природных пигментов антоцианов, этот процесс регулируется геном *Anthocyaninless-1/HvMpc1*, который расположен в хромосоме 7H ячменя (Shoeva et al., 2015). Белая окраска связана с плейотропным действием гена *Albino lemma*, мутация которого приводит к нарушению синтеза хлорофилла в отдельных частях растения (Shmakov et al., 2016). Оранжевая окраска обусловлена плейотропным действием гена *Orange lemma*, биохимическая природа этой окраски до конца не ясна, предположительно такой тип пигментации возникает вследствие нарушения синтеза лигнина (Аджиева и др., 2015).

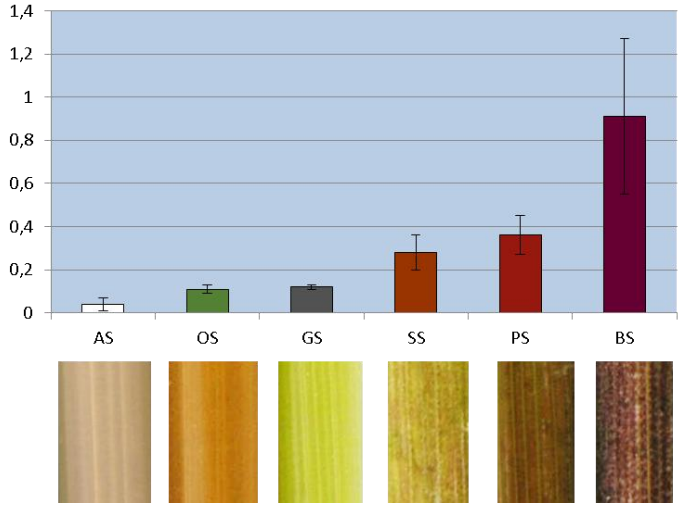


Рис. 4. Внизу приведены образцы соломины линий ячменя, отличающихся по генам *Albino lemma*, *Orange lemma* и *Anthocyaninless-1*. В верхней части рисунка приведены величины оптической плотности экстрактов при длине волны 530 нм, отражающие относительное содержание пигментов антоцианов в соломине

У пшеницы известны 3 гена, контролирующие антоциановую окраску соломины *Pc-A1*, *Pc-B1* и *Pc-D1* (*Pc* – purple culm, фиолетовая соломина), расположенные в хромосомах 7A, 7B и 7D, соответственно. Известно, что гены *Pc-A1* и *Pc-B1* обеспечивают слабую антоциановую окраску, тогда как *Pc-D1* – сильный ген (Хлесткина, 2012).

Этот ген встречается, например, у такого известного сорта пшеницы как Новосибирская 67 (рис. 5), а также у изогенных линий сорта Саратовская 29 (сам сорт Саратовская 29 несет только «слабый ген» *Pc-A1*). «Сильный» ген, *Pc-S1* встречается также у сородича пшеницы *Aegilops speltoides*, ген от этого вида также был привнесен в мягкую пшеницу (Tereshchenko et al., 2012).

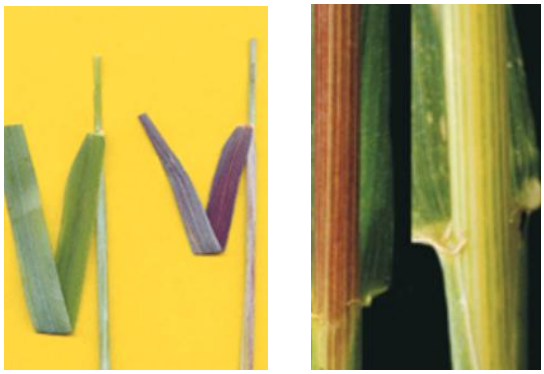


Рис. 5. Образцы соломины мягкой пшеницы. Справа Сорт Новосибирская 67 (несет «сильный» ген *Pc-D1*). Слева: изогенная линия сорта Саратовская 29 (несет комбинацию генов *Pc-A1* от Сартаовской 29 и *Pc-D1* от донора фиолетовой окраски)

Однако известно, что проявление даже «сильного» гена антоциановой окраски зависит от почвенно-климатических условий. Основное предназначение антоцианов – защитить растения от избыточного УФ-излучения, поэтому работа генов *Pc* настроена таким образом, что интенсивность их экспрессии положительно коррелирует со степенью инсоляции. Также известна защитная роль антоцианов в условиях засухи, засоления почвы и недостатка в ней фосфора (Khlestkina, 2013; Shoeva et al., 2017). Стимулируют образование антоцианов и низкие ночные температуры. Дождливым теплым летом даже у сорта с «сильным» геном *Pc* окраска проявится слабо. Наилучшей экспрессии генов *Pc* удавалось достичь в условиях солнечного лета с низкой влагообеспеченностью и контрастных ночных и дневных температурах. Такие эксперименты на пшенице ставила отечественный цитогенетик Ольга Ивановна Майстренко (1923-1999), ставившая свои эксперименты в Новосибирской области и в Казахстане. Именно эксперименты, проводимые в Казахстане и позволили ей впервые локализовать ген *Pc-D1* (первоначальное его название *Pc2*; Майстренко, 1992).

С точки зрения практического применения требуется отработка методов сбора и сушки пигментированной соломины, с тем чтобы пигментные соединения не разрушались. Достоинством соломки, окрашенной этими природными соединениями, является их экологическая безопасность (что особенно важно при обучении искусству создания изделий из соломки детей дошкольного и младшего школьного возраста). Те же самые пигменты окрашивают, чернику и смородину, которые мы употребляем в пищу.

Таким образом соломка природного фиолетового цвета имеет перспективу использования в творческих занятиях по различным реабилитационным программам по эстетическому воспитанию молодёжи.

Литература

1. Молотова В.Н. Декоративно-прикладное искусство: учеб. Пособие. М.: ФОРУМ, 2007. 272 с.

2. Вакуленко Е.Г. Народное декоративно-прикладное творчество: теория, история, практика: учеб. пособие. Ростов-на-Дону: Феникс, 2007. 380 с.:ил.

3. Лобачевская О.А. Плетение из соломки: техника, приемы, изделия: энциклопедия. М.: АСТ-ПРЕСС КНИГА, 152 с.: ил.

4. Некрасова М. А. Народное искусство России. Народное творчество как мир целостности. Альбом. М.: «Советская Россия», 1981. 218 с.:ил.

5. Аджиева В.Ф., Бабак О.Г., Шоева О.Ю., Кильчевский А.В., Хлесткина Е.К.. 2015. Молекулярно-генетические механизмы формирования окраски плодов и семян растений. Вавиловский журнал генетики и селекции. 19(5): 561-573.

6. Леонова И.Н.. 2013. Молекулярные маркеры: использование в селекции зерновых культур для идентификации, интрогрессии и пирамидирования генов. Вавиловский журнал генетики и селекции. 17 (2): 314-325.

7. Майстренко О.И. 1992. Использование цитогенетических методов в исследовании онтогенеза мягкой пшеницы. Онтогенетика высших растений: сб. тр. конф. Кишинев: Штиинца, 1992. С. 98 – 113.

8. Хлесткина Е.К. 2012. Гены, детерминирующие окраску различных органов пшеницы. Вавиловский журнал генетики и селекции. 16 (1):202-216.

9. Khlestkina E.K. 2013. The adaptive role of flavonoids: emphasis on cereals. Cereal Res Commun. 41: 185-198

10. Shmakov N.A., Vasiliev G.V., Shatskaya N.V., Doroshkov A.V., Gordeeva E.I., Afonnikov D.A., Khlestkina E.K. 2016. Identification of nuclear genes controlling chlorophyll synthesis in barley by RNA-seq. BMC Plant Biology. 16 (Suppl 3):245.

11. Shoeva O.Yu., Kukoeva T.V., Börner A., Khlestkina E.K. 2015. Barley Ant1 is a homolog of maize C1 and its product is part of the regulatory machinery governing anthocyanin synthesis in the leaf sheath. Plant Breeding. 134: 400-405.

12. Shoeva O.Y., Gordeeva E.I., Arbuzova V.S., Khlestkina E.K. 2017. Anthocyanins participate in protection of wheat seedlings from osmotic stress. Cereal Res Commun. 45: 47-56

13. Shumny V.K., Khlestkina E.K., Leonova I.N., Salina E.A. 2016. Broadening the Genetic Diversity of Bread Wheat Using Alien Germplasm: Emphasis on Disease Resistance. In: Genetics, Evolution and Radiation: Crossing Borders, The Interdisciplinary Legacy of Nikolay W. Timofeeff-Ressovsky / Eds: V.Korogodina, C.Mothersill, S.Inge-Vechtomov, C. Seymour. The Springer, Dordrecht. 2016. P. 107-120. ISBN 978-3-319-48837-0

14. Tereshchenko O.Y., Pshenichnikova T.A., Salina E.A., Khlestkina E.K. 2012. Development and molecular characterization of a novel wheat genotype having purple grain colour. Cereal Res Commun 40: 210-214.

References

1. Molotova V.N. Dekorativno-prikladnoe iskusstvo: ucheb. Posobie. M.: FORUM, 2007. 272 s.

2. Vakulenko E.G. Narodnoe dekorativno-prikladnoe tvorchestvo: teorija, istorija, praktika: ucheb. posobie. Rostov-na-Donu: Feniks, 2007. 380 s.:il.

3. Lobachevskaja O.A. Pletenie iz solomki: tehnika, priemy, izdelija: jenciklopedija. M.: AST-PRESS KNIGA, 152 s.: il.

4. Nekrasova M. A. Narodnoe iskusstvo Rossii. Narodnoe tvorchestvo kak mir celostnosti. Al'bom. M.: «Sovetskaja Rossija», 1981. 218 s.:il.

5. Adzhieva V.F., Babak O.G., Shoeva O.Ju., Kil'chevskij A.V., Hlestkina E.K.. 2015. Molekuljarno-geneticheskie mehanizmy formirovanija okraski plodov i semjan rastenij. Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii. 19(5): 561-573.

6. Leonova I.N.. 2013. Molekuljarnye markery: ispol'zovanie v selekcii zernovyh kul'tur dlja identifikacii, introgressii i piramidirovanija genov. Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii. 17 (2): 314-325.

7. Majstrenko O.I. 1992. Ispol'zovanie citogeneticheskih metodov v issledovanii ontogeneza mjagkoj pshenicy. Ontogenetika vysshih rastenij: cb. tr. konf. Kishinev: Shtiinca, 1992. C. 98 – 113.

8. Hlestkina E.K. 2012. Geny, determinirujushhie okrasku razlichnyh organov pshenicy. Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii. 16 (1):202-216.

9. Khlestkina E.K. 2013. The adaptive role of flavonoids: emphasis on cereals. Cereal Res Commun. 41: 185-198

10. Shmakov N.A., Vasiliev G.V., Shatskaya N.V., Doroshkov A.V., Gordeeva E.I., Afonnikov D.A., Khlestkina E.K. 2016. Identification of nuclear genes controlling chlorophyll synthesis in barley by RNA-seq. BMC Plant Biology. 16 (Suppl 3):245.

11. Shoeva O.Yu., Kukoeva T.V., Börner A., Khlestkina E.K. 2015. Barley Ant1 is a homolog of maize C1 and its product is part of the regulatory machinery governing anthocyanin synthesis in the leaf sheath. Plant Breeding. 134: 400-405.

12. Shoeva O.Y., Gordeeva E.I., Arbuzova V.S., Khlestkina E.K. 2017. Anthocyanins participate in protection of wheat seedlings from osmotic stress. Cereal Res Commun. 45: 47-56

13. Shumny V.K., Khlestkina E.K., Leonova I.N., Salina E.A. 2016. Broadening the Genetic Diversity of Bread Wheat Using Alien Germplasm: Emphasis on Disease Resistance. In: Genetics, Evolution and Radiation: Crossing Borders, The Interdisciplinary Legacy of Nikolay W. Timofeeff-Ressovsky / Eds: V.Korogodina, C.Mothersill, S.Inge-Vechtomov, C. Seymour. The Springer, Dordrecht. 2016. P. 107-120. ISBN 978-3-319-48837-0

14. Tereshchenko O.Y., Pshenichnikova T.A., Salina E.A., Khlestkina E.K. 2012. Development and molecular characterization of a novel wheat genotype having purple grain colour. Cereal Res Commun 40: 210-214.

Melnichenko T.A., Artist, Architect, Designer, Teacher,
Museum of Headdresses MiussE,
Hlestkina E.K., Doctor of Biological Sciences (Advanced Doctor), Professor of RAS,
Federal Research Institute of Cytology and Genetics Center
Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences

MEANS OF EXPRESSIVENESS IN THE MODERN ARTS AND CRAFTS: PERSPECTIVE OF USE OF ACHIEVEMENTS OF THE MODERN GENETICS OF PLANTS

Abstract: the directions of enrichment of means of expressiveness and increase in esthetic potential of coloristic and plastic decisions in innovative highly artistic modern products of arts and crafts are considered in the article. In particular, decorative qualities of straws of cereals as source of material of one of the most ancient arts and crafts directions of folk art are discussed. The modern directions of development of art of creation of the modern innovative products from natural straws are described. Data on the modern knowledge concerning the genetic and soil and climatic factors influencing a natural painting of a culm of cereals which can be considered by preparation of the material for highly artistic creative operations differing in variety of natural color are provided. The advantage of the straws colored by natural connections is their ecological safety that is especially important when training in art of creation of products from straws of children of a preschool and low school age.

Keywords: genetics of cereals, painting genes, arts and crafts, the Museum of headdresses MiussE, training in art of creation of products from ecostraws, pigmentation of a zernovka, pigmentation of a culm, wheat, selection of cereals, barley

Молчан И.М., доктор биологических наук,
Лезжова Т.В., кандидат сельскохозяйственных наук,
Бывшее Московское отделение ВИР им. Н.И. Вавилова,
Темирбекова С.К., доктор биологических наук, профессор,
Бывшее Московское отделение ВИР им. Н.И. Вавилова,
ФГБНУ «ВНИИ Фитопатологии»,
Овсянкина А.В., кандидат биологических наук,
ФГБНУ «ВНИИ Фитопатологии»

ГЕНЕТИКО-ФИЗИОЛОГО-ИММУНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ МОДЕЛИ ТЕХНОГЕННОУСТОЙЧИВОГО СОРТА

Аннотация: представлены результаты изучения образцов из мировой коллекции ВИР, а также районированных и перспективных сортов в загрязненной радионуклидами зоне ЧАЭС. Выделены источники минимального и максимального накопления радионуклидов. Также проведено изучение выделенных источников на инфекционном и естественном фоне на устойчивость к снежной плесени, корневым гнилям и энзимо-микозному истощению семян. Представлена генетико-физиолого-иммунологическое обоснование модели техногенноустойчивого сорта и предложены рекомендации для селекционно-семеноводческой практики.

Ключевые слова: Чернобыльская авария, радионуклиды, мировая коллекция, иммунитет

В условиях антропогенной деятельности при усиленном химическом воздействии человека на окружающую среду происходит постоянное разрушение экологических ниш, распад геномов и исчезновение многих видов. Дестабилизация окружающей среды реально угрожает разрушению генома и существованию самого человека. Радиоактивное загрязнение представляет глобальную экологическую проблему, а именно: испытания ядерного оружия, аварии на АЭС, локальные выпадения радиоактивных осадков после инцидентов на предприятиях ядерно-топливного цикла привели к тому, что загрязнена значительная часть нашей планеты. Основным источником загрязнения остается почва территорий, пострадавших в результате ряда аварий – ПО «Маяк» Челябинской области (1957 г.) и в Виндскейл – на атомном комплексе «Селлафилд» (Великобритания, 1957 г.), на Чернобыльской АЭС (1986 г.), АЭС «Фукусима Даичи» (Япония, 2011 г.) и других. Анализ причин этих аварий показал, что исключить их в будущем невозможно (Молчан, 2007, Алексахин и др. 2015).

Авария на Чернобыльской АЭС вошла в историю развития мировой цивилизации как беспрецедентная техногенная катастрофа. В Российской Федерации произошло радиоактивное загрязнение 17 областей, и радиационная обстановка на некоторых территориях до сих пор остается сложной и определяется наличием долгоживущих радионуклидов цезия-137 и стронция-90 (Израэль и др, 2014). Бесконтрольное отношение к качеству продукции зерновых, овощных культур и картофеля при неблагоприятной радиационной обстановке часто приводит к ряду нежелательных последствий, в результате чего полученные продукты из-за избытка радионуклидов могут принести человеку не пользу а вред (Борисов, 2003). В этих условиях перед селекцией возникают новые задачи по созданию и использованию (в системе экологически безопасных технологий) сортов, обеспечивающих получение экологически чистой растениеводческой продукции.

Цель наших исследований заключалась в изучении генофонда культурных и дикорастущих растений, в выявлении источников и доноров, накапливающих минимальное количество загрязнителей в товарной части урожая, в выявлении биологических особенностей сортов, накапливающих максимальное и минимальное количество загрязнителей, в выявлении сортов, обладающих толерантностью к абиотическим и биотическим факторам среды (на инфекционном и естественном фоне), в разработке принципов отбора генотипов и создания сортов, накапливающих минимальное количество загрязнителей.

Материалы и методы исследований

Полевые исследования проводились в 1987-1993 гг. в колхозе «Комсомолец» Новозыбковского района Брянской области. Плотность загрязненного опытного участка цезием-137 составляла 65,5 кюри на квадратный километр.

По степени радиоактивного загрязнения опытное поле, находящееся около деревни Бабаки (в соответствии с распоряжением Совета Министров – Правительство Российской Федерации от 5 апреля 1993 г. №557-Р) относится к зоне отчуждения агропромышленного производства и в настоящее время засажено лесом. В соответствии с постановлением Правительства РФ от 25.12.1992 №1008 в зоне отчуждения запрещается постоянное проживание населения. Жители деревни Бабаки, нахо-

дящиеся неподалеку от опытного поля, после аварии на ЧАЭС в 1986 г. были эвакуированы.

Лабораторные исследования проводились в отделе иммунитета бывшего МОВИР, а также некоторые исследования по устойчивости на некоторые болезни по нашей просьбе проводили во ВНИИ фитопатологии.

В целом исследования проводились по озимой пшенице, озимой ржи, ячменю, овсу, люпину, вике, гороху, гречихе, картофелю, клеверу, люцерне, амаранту, горчице, вайде, горцу, редьке, мальве, рапсу, еже, овсянице. В качестве материала для исследования были взяты сорта, районированные и перспективные для возделывания в условиях Брянской области, а также другие сортообразцы и гибриды из Мировой коллекции ВИР и селекцентров, различающиеся по происхождению, урожайности, высоте растений, длине вегетационного периода, систематическим признакам, пластичности, устойчивости и толерантности к абиотическим и биотическим стрессовым факторам, качеству зерна, охватывая в основном возможные пределы варьирования культуры по этим признакам.

Почва участка дерново-подзолистая, песчаная, глубина пахотного слоя 25 см. Общая агрохимическая характеристика опытного поля: pHH2O-4,95; pHKCI – 3,90; P2O5 по Кирсанову – 14мг/100 г; K2O по Кирсанову – 9 мг/100 г; гидролитическая кислотность Н – 2,33 мг-экв/100 г; гумус – 1,33%.

Гидротермические условия в годы проведения исследований в загрязненной зоне различались между собой. 1989 и 1991 гг. были теплые и влажные в течение роста и формирования вегетативных и генеративных органов, однако были засушливыми на завершающих этапах формирования зерна. 1992 г. был теплым и сухим, 1990 и 1993 гг. – прохладными и влажными. 1989 г. оказался наиболее благоприятным для роста, развития и формирования урожайности (свыше 5,5 т/га зерна у пшеницы, ржи и ячменя).

Размер делянки при выращивании зерновых и зернобобовых культур – 5 $м^2$, многолетних трав и кормовых культур – 2$м^2$, повторность четырехкратная. Норма высева зерновых культур из расчета 5 млн. всхожих зерен на 1 га. После уборки, очистки и сушки образцы зерна или надземной массы для определения активности цезия-137 передавались в ВНИПТИХИМ или Новозыбковскую межрайонную радиологическую лабораторию.

Исследования на устойчивость к энзимомикозному истощению семян проводили оригинальными методами (Темирбекова, 1996).

В полевых условиях на искусственном инфекционном фоне проводили иммунологическую оценку сортов ржи к возбудителю снежной плесени *(Microdochium nivale (Fries))* по интенсивности поражения листовой поверхности, на естественном фоне проведена оценка сортов озимой пшеницы и озимой тритикале. Для наработки и создания инфекционного фона отбирали наиболее патогенный и токсиногенный штамм гриба *M. nivale.* Инфекционный биоматериал для полевых опытов нарабатывали методом твердофазного культивирования на стерильном обрушенном зерне пшеницы и вносили в почву одновременно с посевом семян изучаемых сортов из расчета 100 г/$м^2$. Оценку сортообразцов проводили на жестком инфекционном фоне по проценту выпревания и интенсивности поражения листовой поверхности.

Результаты исследований

На основании проведённых исследований в загрязнённой зоне ЧАЭС по выделению сортов, накапливающих минимальное и максимальное количество радиоцезия, а также выявлению морфобиологических различий между ними, обозначились различные генетико-физиологические системы признаков, на которые следует обратить внимание при обосновании модели техно-генноустойчивого сорта. Приведённые в таблице данные свидетельствуют о том, что снижение радиоактивного загрязнения в товарной части урожая может быть достигнуто разными путями.

Основное внимание при изучении генетики минерального питания и создании модели агрохимически активных сортов предлагается уделять физиолого-генетическим системам корней [1]. Быстрорастущая глубокопроникающая корневая система, обеспечивая поступление в растение питательных веществ из менее загрязнённых радионуклидами нижних слоёв почвы, отличает сорта с минимальным накоплением радиоцезия [2]. Важнейшее значение для степени накопления радионуклида в растении является время поступления радионуклидов из почвы и функционирования корневой системы. Вот почему среди изученных нами сортов пшеницы, ржи, ячменя, овса, люпина, клевера, картофеля с минимальным накоплением радиоцезия, чаще встречаются скороспелые формы (табл.).

Функциональная активность корневой системы в избирательном поглощении элементов минерального питания обусловлена не только генотипом отдельного растения культуры, но и эффектом взаимодействия корневых систем разных генотипов [1], а также деятельностью бактерий в зоне корневой системы [3]. А это значит, что селекционная работа по изменению признаков корневой системы требует биоценогенетического подхода, учитывающего эффекты взаимодействия культуры и сопутствующих ей видов [4].

Снижением поступления загрязнителей через корневую систему в растение не ограничиваются

задачи селекции при создании техногенноустойчивых сортов. Генетико-физиологические системы поглощения и усвоения элементов питания корней и надземных органов связаны между собой [1]. При поступлении поллютантов в надземную массу значительно уменьшить загрязнения с.-х. продукции оказывается возможным путем локализации загрязнителей в органах растения, которые в меньшей степени используются для производства кормов. Корни способны удерживать значительное количество поглощенных загрязнителей и тем самым предотвращать их передвижение в побеги. Именно поэтому отмечается локализация радионуклидов главным образом в корнях, а затем (в порядке убывания) в листьях, стебле, колосе, бобах, створках бобов, плёнках зерна и меньше всего в зерне и семенах [5, 12]. Локализация поглощенных растением радионуклидов в процессе онтогенеза изменяется вследствие функционирования генетико-физиологических систем аттракции и микрораспределителей аттрагированной пластики [6]. Для более стабильной локализации в системе растения радионуклидов и уменьшения их перехода из вегетативных в генеративные органы следует обратить внимание на образцы с хорошим развитием ассимиляционного аппарата, продолжительным функционированием листьев, особенно верхних ярусов; выполненным развитым стеблем. Именно такой тип растения обеспечивает слабую реутилизацию накопленных ранее запасных и конституциональных веществ [7].

При попадании загрязнителей в товарную часть урожая важное значение для чистоты продукции приобретает уменьшение концентрации ("разбавление") поллютантов путём увеличения общей биомассы растения или отдельных хозяйственно-ценных органов. Не случайно сорта, слабо накапливающие цезий-137, чаще характеризуются высокой эффективностью использования элементов питания при создании единицы продукции, большей урожайностью, повышенной крупностью зерна (табл. 1). Низкие значения высоты амилограммы и числа падения, прорастание зерна на корню и поражаемость ЭМИС ведёт к потере сухого вещества, щуплости и повышению концентрации радиоцезия в зерне (табл.). Повышение щуплости зерна и концентрации радионуклидов отмечено также в условиях засухи (табл. 1).

Неблагоприятные последствия радиоактивного загрязнения растениеводческой продукции связаны с концентрацией в растении не только радионуклидов, но и их химических аналогов с метаболизмом всего организма. Не случайно отдельные образцы, выделившиеся в наших опытах по слабому накоплению цезия, характеризуются интенсивным поглощением калия (табл. 1). Виды растений с высоким содержанием калия (при равной концентрации радионуклида), обеспечивая благоприятные возможности для дискриминации радионуклида, даёт более чистую животноводческую продукцию. Защитное действие калия более четко проявляется в условиях сбалансированности метаболизма при оптимальном содержании в организме микро- и макроэлементов [8]. Оптимизация метаболизма ведёт к снижению в растениях не только радионуклидов, но и токсичных ионов, в условиях засоления [9], почвенной кислотности [1], использования гербицидов [10] и других антропогенных факторов [11]. Стрессовые факторы, ведущие к дисбалансу метаболизма, способствуют накоплению в растениях различных загрязнителей [1]. А это значит, что уровень содержания в растениях загрязнителей – показатель не только степени загрязнения среды, но и степени сбалансированности генетико-физиолого-иммунологических систем организма, популяции, фитоценоза и биоценоза. Поэтому селекция на минимальное накопление загрязнителей в товарной части урожая органически связана с селекцией на комплексную неспецифическую полевую толерантность к различным абиотическим и биотическим стрессовым факторам. Вот почему среди сортообразцов со слабым накоплением радиоцезия чаще встречаются пластичные и устойчивые к болезням сорта (табл. 1).

Важнейшим приоритетным направлением в решении рассматриваемой проблемы является выполнение исследований по выявлению сходных механизмов снижения качества растениеводческой продукции при действии различных абиотических и биотических стрессовых факторов с целью разработки модели сорта различных сельскохозяйственных культур, обеспечивающего получение экологически безопасной продукции с минимальным содержанием загрязнителей (радионуклиды, тяжёлые металлы, нитраты, остатки пестицидов и т.д.) и способствующего выведению загрязнителей из организма животных и человека.

Таблица 1

Генетико-физиологические системы признаков, обеспечивающие получение экологически чистой продукции в зоне радиоактивного загрязнения

Система, отличительный признак сорта, выделившегося по минимальному накоплению радиоцезия в товарной части урожая	Культура, на которой выявилась значимость признака
1. Вегетационный период	
• Скороспелость	• Пшеница, рожь, ячмень, картофель, овес, люпин, клевер,
• Быстрый рост на первых этапах онтогенеза	• Рожь, ячмень, овес, люпин, гречиха, клевер
• Ускоренное формирование репродуктивных органов и зерна	• Ячмень
• Наличие четко выраженного периода физиологического покоя семян	• Пшеница, рожь
2. Корневая система	
• Быстрый рост на первых этапах онтогенеза	• Рожь, овес
• Глубокое проникновение корней в почву	• Овес
• Интенсивное поглощение и накопление калия	• Пшеница, картофель
• Активные микробиологические взаимодействия в зоне деятельности корней	• Люпин
3. Морфотип растения, структура урожая, локализация и перераспределение пластических веществ	
• Высокая урожайность	• Пшеница, ячмень, гречиха, картофель
• Высокая эффективность использования элементов питания	• Пшеница, ячмень
Антоциановая окраска растения, высокая эффективность аккумуляции тепла солнца	• Люпин, клевер
• Короткостебельность	• Пшеница, ячмень, овес
• Высокая масса зерна	• Пшеница, рожь, ячмень, овес
• Наличие боковых ветвей	• Люпин
• Среднеплотный тип зерна	• Овес
• Низкая пленчатость зерна	• Ячмень, овес, гречиха
• Тонкие створки бобов	• Люпин
• Устойчивость к прорастанию и потере сухого вещества зерна на корню (ЭМИС)	• Пшеница, рожь
• Высокие значения амилограммы	• Пшеница, рожь
• Высокие значения числа падения	• Рожь
• Высокая нитратредуктазная активность	• Ячмень
4. Адаптивность, пластичность сорта	
• Стабильность метаболизма, урожайности и качества продукции	• Рожь, пшеница, ячмень, овес
• Выровненный суточный ход ростовых колебаний	• Овес, ячмень
• Толерантность к ЭМИС	• Пшеница, рожь

Продолжение таблицы 1

• Толерантность к снежной плесени	• Пшеница, рожь
• Толерантность к загущению	• Ячмень
• Толерантность к засухе	• Пшеница, рожь, ячмень, овес
• Толерантность к кислым почвам	• Ячмень
• Гетерогенность сортовой популяции	• Рожь
• Регенерационная способность	• Рожь, клевер

РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СЕЛЕКЦИОННО-СЕМЕНОВОДЧЕСКОЙ ПРАКТИКИ

В связи с постоянно растущим загрязнением почв и сельскохозяйственной продукции возникло новое научное направление в селекции по созданию и использованию (в системе экологически безопасных технологий возделывания культур) сортов с минимальным накоплением загрязнителей. Подбор культур и сортов с минимальным накоплением радионуклидов является наиболее простым и дешёвым приёмом снижения радиоактивного загрязнения растениеводческой продукции при ликвидации последствий на Чернобыльской АЭС.

Исследования по изучению активности цезия-137 в товарной части урожая сельскохозяйственных растений, проведённые в 1987-1993 гг. в загрязнённой зоне Новозыбковского района Брянской области, показали, что максимальная степень различий между культурами по накоплению радиоцезия (в условиях одного года и поля) могут достигать в зерне 176,6 раза и в сухой массе у кормовых культур – 14,1 раза. В порядке возрастания накопления цезия-137 в зерне изученные зерновые и зернобобовые культуры распределились следующим образом: пшеница озимая, ячмень, рожь озимая, овёс, гречиха, люпин узколистный, люпин жёлтый. В порядке возрастания радиоцезия в товарной части урожая (клубни или надземная масса) кормовые и овощные культуры образовали следующий ряд: картофель, овсяница луговая, ежа сборная, укроп, кострец безостый, тимофеевка луговая, рапс яровой, мальва, топинамбур, козлятник восточный, нигелла, редька масличная, горец забайкальский, фенкель, люцерна изменчивая, клевер гибридный, вайда красильная, горчица белая, амарант, люцерна жёлтая, клевер луговой. Как видно, наиболее высокая активность радиоцезия среди возделываемых в Брянской области сельскохозяйственных культур отмечена у гречихи люцерны, клевера и люпина. Высокая концентрация радионуклидов в товарной части урожая у гречихи и зернобобовых культур обусловила резкое сокращение площадей под этими культурами. После аварии на ЧАЭС посевы гречихи в Брянской области к 1990 г. сократились более чем на 80 %, а зернобобовых более чем на 56%, при этом в ряде районов посевы этих культур к 1988-1989 гг. были ликвидированы [13].

Максимальная кратность различий между сортами с наибольшим и наименьшим значениями активности радиоцезия колебалась в пределах культуры в разные годы: у озимой пшеницы от 2,5 до 8,2 раза, у ячменя – от 2,7 до 4,8, у озимой ржи – от 3,1 до 6,3, у овса – от 2,1 до 3,6, у гречихи – от 2,1 до 4,9; у узколистного люпина – от 2,3 до 4,0; у желтого люпина – от 1,6 до 9,2 раза.

По минимальному накоплению цезия-137 в товарной части урожая выделились сорта: у озимой пшеницы – Донская безостая, Ростовчанка, Одесская 51, Одесская 95, Галина, Заря, Московская 39, Московская 56, Немчиновская 57, Памяти Федина; у озимой ржи – Фея (Брянская обл.), Саратовская 5 (Саратовская обл.), Харьковская 60, Харьковская 88, Харьковская 78 (Украина), Пурга, Крона (Московский НИИСХ «Немчиновка»), Новозыбковская 150 (Брянская обл.), к-10188, к-10194, к-8491, к-10069 (Болгария), Кировская 89, Вятка 2, Дымка (НИИСХ Северо-Востока), Короткостебельная 69, Сибирская крупнозернистая (Новосибирская обл.), Безенчукская 88 (Поволжский НИИСХ), Таловская 29 (Воронежская обл.), Шатиловская тетра (Орловская обл.), Волхова, Ильмень (Ленинградская обл.), сортообразцы озимой ржи из мировой коллекции ВИР: Rerus-(ГДР), 10953 (Финляндия), Feniks (Бельгия), 11385 (Югославия), Белта тетра (Беларусь).

Следует отметить, что стрессовые факторы, ведущие к дисбалансу метаболизма у источников устойчивости к снежной плесени, выделенные на инфекционном фоне: Пурга, Крона (Московский НИИСХ «Немчиновка»), Новозыбковская 150, к-10188, к-10194, к-8491, к-10069 (Болгария), Кировская 89, Вятка 2, Дымка (НИИСХ Северо-Востока), Короткостебельная 69, Сибирская крупнозернистая (Новосибирская обл.), Безенчукская 88 (Поволжский НИИСХ), Таловская 29 (Воронежская обл.), Шатиловская тетра (Орловская обл.), Волхова, Ильмень (Ленинградская обл.), а также сортообразцы озимой ржи из мировой коллекции ВИР: Rerus (ГДР), 10953 (Финляндия), Feniks (Бельгия), 11385 (Югославия), Белта тетра (Беларусь) и энзимо-микозному истощению семян: Донская безостая, Ростовчанка, Одесская 51,

Одесская 95, Галина, Заря, Московская 39, Московская 56, Немчиновская 57, Памяти Федина (озимая пшеница, прошла дополнительное изучение на инфекционном фоне. Сорт Заря эталон устойчивости к твердой головне), Харьковская 60, Харьковская 88, Харьковская 78 (Украина), Пурга, Крона (Московский НИИСХ «Немчиновка»), к-10188, к-10194, к-8491, к-10069 (Болгария), Короткостебельная 69, Сибирская крупнозернистая (Новосибирская обл.), 10953 (Финляндия), Белта тетра (Беларусь) (озимая рожь) способствуют лишь минимальному накоплению в растениях различных загрязнителей типа цезия-137. Это свидетельствует о том, что селекция должна быть направлена на комплексную, неспецифическую устойчивость и полевую толерантность к различным стрессовым факторам.

По минимальному накоплению цезия-137 в товарной части урожая выделились сорта: у ячменя – Носовский 9, Надя, Риск, Эколог, Баратинский, Московский 121, Севесо 6723, Novosadski 292, Novosadski 294, Ca 33785, Urania; у овса – Сибиряк, Гамбо, Кассия, Кубанский, Олимпийский 80, Перона, Надёжный, Камбулинский; у гречихи – Солянская, Климовка, Космея, Чишминская 3, Жалейка, Вилия, Р-45/90 Р-20/90, Р-17/90, Р-3/90, Р-2/90, Г-309/90, к-647, к-3992, к-4510, к-3468; у узколистного люпина – Тимирязевский 2, Тимирязевский 3, Лад, Северный 3, Диния 9; у желтого люпина – Нестерка, Жемчуг, Ленинец 3, Жодинский 2; у клевера лугового – Лиепсна, дикорастущий из Краснодарского края (к-43719), Florex, Branisko, Perenta; у картофеля – 12.469.13, Изобилие, Детскосельский, Buesa.

Следует отметить высокую пластичность, устойчивость к энзимо-микозному истощению семян и корневым гнилям сортов ячменя и овса: Носовский 9, Севесо 6723 (ячмень), Скакун, Гамбо, Перона, Надёжный, Чишминская 3 (овес).

Выделенные сорта могут быть использованы в качестве исходного материала при изучении генетики минерального питания, при разработке методов селекции и создания сортов зерновых и кормовых культур, накапливающих минимальное количество радионуклидов и других загрязнителей.

Выделенные сорта заслуживают внимания агропромышленного производства. Между тем, районирование сортов в зонах радиоактивного загрязнения проводится без учета сортовых особенностей по накоплению радинуклидов, сортоучастки эвакуируются из загрязнённых районов. В Брянской области Новозыбковский сортоучасток ликвидирован. Вот почему новейшей и срочной задачей является организация Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур в загрязнённых районах в результате аварии на Чернобыльской АЭС.

Выделение и использование в производстве сортов с минимальным накоплением радионуклидов необходимо не только для получения экологически безопасной продукции, но и для сохранения генетической структуры сортовых популяций, выращиваемых на загрязнённых территориях. Значимость проблемы сохранения типичности сортов в загрязнённых зонах связана с тем, что непригодные для возделывания культур на продовольственные и кормовые цели сильно загрязнённые почвы предполагается использовать для производства семян [14]. Опыты показали, что пересев семян с высоким уровнем радиоактивного загрязнения в чистой зоне обеспечивает получение практически чистого по радионуклидам зерна. Поэтому с позиций требований органов здравоохранения о соблюдении норм предельно допустимого содержания радиоактивных веществ в сельскохозяйственной продукции рекомендации об организации семеноводческих хозяйств в зонах радиоактивного загрязнения не вызывают возражений. Вместе с тем, следует учитывать возможность генетических изменений растений на высоком фоне радиоактивного загрязнения. Вот почему организация семеноводства на загрязнённых территориях предполагает не столько радиационный контроль получаемых семян [14], сколько цитогенетический и морфобиологичекий контроль возделываемых растений.

По максимальному накопления цезия-137 в сельско-хозяйственно ценной части урожая выделились сорта: у озимой пшеницы – Урожайная, Sv 01751, Sv 01744, Helge, Hildur (Швеция), Boeguian (Бельгия); у озимой ржи – Чулпан, Чулпан 3 (Башкортастан), Восход 1, Восход 2 (Московский НИИСХ «Немчиновка»), местные формы из Финляндии (к-10954) и Югославии (к-9479 и к-9472); у ячменя – Московский 2, Ауксиняй 3, Генотроф 1, Криничный, Дина, Жодинский 3, Кобзарь, Ca 714408; у овса – Немчиновский 2, Золотой дождь, Льговский 78, Новосибирский, Саксо, Фаленский 2, Геркулес, Астор; у гречихи – Казанская, Большевик 4, Сокуровская, Г-801/90, Г-101/90, Г-102/90, к-4135, к-1093, к-237, к-2940; у узколистного люпина –Селена, Гелена, Ладный, Немчиновский 846, Немчиновский 97, Дикаф 14, Дикаф 2; у желтого люпина – Пружанский, ВСХА-382, Крок, Кастричник, Дукач; у клевера лугового – местный из Московской области, Кировский 159, Тимирязевец, WWW-23, Тега (Швеция).

Если пути использования в агропромышленном производстве культур и сортов, накапливающих минимальное количество радионуклидов, не вызывает сомнений, то по поводу производственной

значимости накопителей радионуклидов существуют разные мнения. Отдельные ученые [15] рекомендуют выращивать растения, накапливающие максимальное количество радионуклидов на загрязнённых территориях для фитодезактивации почвы. Между тем, этот биологический способ очистки почвы от радиоактивного загрязнения не может быть использован в производстве, так как вынос радионуклидов с урожаем растений за один вегетационный период составляет десятые и даже сотые доли процента от всего количества, находящегося в почве [14].

При определении места использования культур и сортов с максимальным накоплением радионуклидов следует обратить внимание на высокое содержание у этих растений не только радиоцезия и радиостронция, но также калия и кальция, выполняющих защитную функцию и способствующих выведению радионуклидов из организма животных и человека. Разработка проблемы выведения загрязнителей из организма – актуальная задача предстоящих исследований в условиях загрязнения окружающей среды.

Литература

1. Климашевский Э.Л. Генетический аспект минерального питания растений. М., 1991.
2. Корнеев Н.А., Сироткин А.Н., Корнеева Н.В. Снижение радиоактивности в растениях и продуктах животноводства. М., 1977.
3. Дебалый Г.А. Зернобобовые культуры в Нечерноземье. М., 1985.
4. Молчан И.М. Биоценогенетические принципы создания пластичного сорта в процессах селекции и семеноводства. С.-х. биология, 1987. 2: 87-96.
5. Алексахин Р.М., Васильев А.В., Дикарев В.Г. и др. Сельскохозяйственная радиобиология. М., 1991.
6. Драгавцев В.А. Алгоритмы эколого-генетической инвентаризации генофонда и методы конструирования сортов с.-х. растений по урожайности, устойчивости и качеству. С.П., 1994.
7. Кумаков В.А. Физиологическое обоснование моделей сортов пшеницы. М., 1985.
8. Пристер Б.С. Основы сельскохозяйственной радиологии. Киев. 1991.
9. Новиков В.А. Влияние интенсивности света на солеустойчивость хлопчатника. Тр. ин-та физиол. растений АН СССР, 1949. 6,2: 194-198.
10. Постнов И.Е. Детоксикация остатков гербицидов в почве. В кн.: Мониторинг загрязнения почв ксенобиотиками и адсорбционные методы дектоксикации. Краснодар,1993:103-106.
11. Садыков О.Ф. Прикладные аспекты теоретического наследия С.С. Шварца. В кн.: Развитие идей академика С.С. Шварца в современной экологии. М., 1991: 143-213.
12. Результаты интродукции и «осеверения» новой масличной культуры сафлор красильный в Российской Федерации / С.К. Темирбекова, Ю.В. Афанасьева, С.Н. Коновалов, Д.А. Постников, Г.В. Метлина, С.А. Васильченко, М.С. Норов // Продовольственная безопасность сельского хозяйства России в XXI веке. Жученковские чтения II: сборник научных трудов, выпуск 11 (59) / ФГБНУ «ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса». М.; ООО «Угрешская типография», 2016. С. 55 – 68.
13. Бакалова О.Н., Ильева А.И. Сокращение посевных площадей и изменение их структуры в хозяйствах юго-западных районов Брянской области в результате аварии на ЧАЭС. В кн.: Всес. конфер. "Проблемы ликвидации последствий аварии на ЧАЭС в агропром. произв. 5 лет спустя": Тез. докл. Обнинск, 1991, 2: 14.
14. Анненков Б.Н., Юдинцева Е.В. Основы сельскохозяйственной радиологии. М., 1991.
15. Романовский В.В. Болотов Б.В. Фитодезактивация почвы и экстракция зеленой массы растений – механизм утилизации радионуклидов. В кн.: Всес. конф. "Проблемы ЛПА на ЧАЭС в агропромпроизв. 5 лет спустя": Тез. докл. Обнинск. 1991, 1: 130-131.

References

1. Klimashevskij Je.L. Geneticheskij aspekt mineral'nogo pitanija rastenij. M., 1991.
2. Korneev N.A., Sirotkin A.N., Korneeva N.V. Snizhenie radioaktivnosti v rastenijah i produktah zhivotnovodstva. M., 1977.
3. Debalyj G.A. Zernobobovye kul'tury v Nechernozem'e. M., 1985.
4. Molchan I.M. Biocenogeneticheskie principy sozdanija plastichnogo sorta v processah selekcii i semenovodstva. S.-h. biologija, 1987. 2: 87-96.
5. Aleksahin P.M., Vasil'ev A.V., Dikarev V.G. i dr. Sel'skohozjajstvennaja radiobiologija. M., 1991.
6. Dragavcev V.A. Algoritmy jekologo-geneticheskoj inventarizacii genofonda i metody konstruirovanija sortov s.-h. rastenij po urozhajnosti, ustojchivosti i kachestvu. S.P., 1994.
7. Kumakov V.A. Fiziologicheskoe obosnovanie modelej sortov pshenicy. M., 1985.

8. Prister B.S. Osnovy sel'skohozjajstvennoj radiologii. Kiev. 1991.
9. Novikov V.A. Vlijanie intensivnosti sveta na soleustojchivost' hlopchatnika. Tr. in-ta fiziol. rastenij AN SSSR, 1949. 6,2: 194-198.
10. Postnov I.E. Detoksikacija ostatkov gerbicidov v pochve. V kn.: Monitoring zagrjaznenija pochv ksenobiotikami i adsorbcionnye metody dektoksikacii. Krasnodar,1993:103-106.
11. Sadykov O.F. Prikladnye aspekty teoreticheskogo nasledija S.S. Shvarca. V kn.: Razvitie idej akademika S.S. Shvarca v sovremennoj jekologii. M., 1991: 143-213.
12. Rezul'taty introdukcii i «oseverenija» novoj maslichnoj kul'tury saflor krasil'nyj v Rossijskoj Federacii / S.K. Temirbekova, Ju.V. Afanas'eva, S.N. Konovalov, D.A. Postnikov, G.V. Metlina, S.A. Vasil'chenko, M.S. Norov // Prodovol'stvennaja bezopasnost' sel'skogo hozjajstva Ros-sii v XXI veke. Zhuchenkovskie chtenija II: sbornik nauchnyh trudov, vypusk 11 (59) / FGBNU «VNII kormov im. V.R. Vil'jamsa». M.; OOO «Ugreshskaja tipografija», 2016. S. 55 – 68.
13. Bakalova O.N., Il'eva A.I. Sokrashhenie posevnyh ploshhadej i izmenenie ih struktury v hozjajstvah jugo-zapadnyh rajonov Brjanskoj oblasti v rezul'tate avarii na ChAJeS. V kn.: Vses. konfer. "Problemy likvidacii posledstvij avarii na ChAJeS v agroprom. proizv. 5 let spustja": Tez. dokl. Obninsk, 1991, 2: 14.
14. Annenkov B.N., Judinceva E.V. Osnovy sel'skohozjajstvennoj radiologii. M., 1991.
15. Romanovskij V.V. Bolotov B.V. Fitodezaktivacija pochvy i jekstrakcija zelenoj massy rastenij – mehanizm utilizacii radionuklidov. V kn.: Vses. konf. "Problemy LPA na ChAJeS v agropromproizv. 5 let spustja": Tez. dokl. Obninsk. 1991, 1: 130-131.

Molchan I.M., Doctor of Biological Sciences (Advanced Doctor),
Lezzhova T.V., Candidate of Agricultural Sciences (Ph.D.),
Former Moscow branch of VIR named after N.I. Vavilov,
Temirbekova S.K., Doctor of Biological Sciences (Advanced Doctor), Professor,
Former Moscow branch of VIR named after N.I. Vavilov,
FGBNU "VNII Phytopathology",
Ovsyankina A.V., Candidate of Biological Sciences (Ph.D.),
FGBNU "VNII Phytopathology"

GENETIC-PHYSIOLOGICAL-IMMUNOLOGICAL SUBSTANTIATION OF THE MODEL OF TECHNOGENIC-RESISTANT VARIETYS

Abstract: the results of the study of samples from the world collection of VIR, as well as zoned and promising varieties in the Chernobyl contaminated zone are presented. The sources of the minimum and maximum accumulation of radionuclides are singled out. Also, a study of isolated sources on an infectious and natural background on resistance to snow mold, root rot and enzyme-mycosis seed depletion was conducted. The genetic-physiological-immunological substantiation of the model of technogenic-resistant variety is presented and recommendations for selection-seed-growing practice are offered.

Keywords: Chernobyl accident, radionuclides, world collection, immunity

Мороховец В.Н., кандидат биологических наук,
Мороховец Т.В., кандидат сельскохозяйственных наук,
Штерболова Т.В., младший научный сотрудник,
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Дальневосточный научно-исследовательский институт защиты растений»

СОРТОВАЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ СОИ К ГЕРБИЦИДУ ХАРМОНИ КЛАССИК

Аннотация: в 2015 году на опытной базе ФГБНУ ДВНИИЗР в условиях вегетационного домика с использованием общепринятых методов изучена реакция 21 сорта сои дальневосточной селекции на применение гербицида Хармони Классик в нормах 0,04 и 0,05 кг/га с Трендом 90 (0,2 л/га). Обработку сои гербицидом провели в фазу двух тройчатых листьев, после чего были зафиксированы различные симптомы повреждения растений. О негативном действии Хармони Классика также судили по угнетению роста и снижению надземной биомассы опытных растений сои в сравнении с необработанным контролем. По уровню угнетения растений, по совокупности признаков повреждения и степени их проявления выделилась группа наиболее чувствительных к гербициду сортов: Даурия, Викинг, Тата. Наиболее устойчивыми оказались сорта Былина, Приморская 81, Приморская 86. Реакция растений остальных испытанных сортов носила промежуточный характер.

Ключевые слова: соя, сорта, Хармони Классик, фитотоксичность, чувствительность

Введение. Значение сои в мировом земледелии трудно переоценить. В семенах современных сортов содержится до 35-45% сбалансированного по аминокислотному составу белка, 17-27% – жира и до 35-45% – углеводов, что делает сою ценнейшей продовольственной и кормовой культурой [1]. В мировом сельском хозяйстве посевные площади сои превышают 100 млн. га и продолжают увеличиваться [2]. В России площадь посевов этой культуры в 2016 г. составила 2184 тыс. га, что при средней урожайности 15,6 ц/га позволило собрать 3141 тыс. т семян [3].

Для российского Дальнего Востока соя является важнейшей, стратегической культурой. Повышение эффективности производства сои в Дальневосточном регионе зависит от правильного подбора сортов с учетом почвенно-климатических условий [4]. Известно, что сорт – один из мощных рычагов научно-технического прогресса в сельскохозяйственном производстве. Сорт эффективно реализует свои потенциальные возможности при определенных агротехнических условиях возделывания. Поэтому подбор сортов имеет первостепенное значение, а технология их возделывания требует уточнения применительно к конкретному сорту [5]. В настоящее время реестр селекционных достижений включает 41сорт, которые допущены к использованию в дальневосточном регионе, в том числе – 33 сорта местной селекции. Только за последние пять лет в реестр включено 11 сортов с потенциальной урожайностью 3-4 т/га; в Амурской области – Гармония, Лидия, Лазурная и др.; в Хабаровском крае – Маринаата, Иван Караманов; в Приморском крае – Приморская 4, Приморская 96 и др. [6].

В последнее время землепользователи предъявляют к селективным гербицидам все более жесткие требования, поскольку наряду с целевым действием на сорные растения, в ряде случаев они могут вызвать угнетение защищаемой культуры. Так, многолетними экспериментами на базе отдела гербологии ВНИИФ в условиях Московской области и ДВНИИЗР в условиях Приморья установлено, что после обработки гороха и сои гербицидами Пульсар (д. в. имазамокс) и Пивот (д. в. имазетапир) наблюдаются ожоги, осветление листьев и временное торможение роста культур, которые нивелируются в течение последующих 10-14 суток. Помимо этого были установлены существенные различия в чувствительности сортов сои, кормовых бобов, люпина и гороха к Пульсару и Пивоту [7].

Имеются литературные данные о сортовых отличиях в реакции одних и тех же культур к гербицидам на основе 2,4-Д, пропанила, далапона, дикурана, бентазона, ацифлуорфена, трифлуралина, пендиметалина, алахлора, хлорамбена и других действующих веществ. Например, сотрудниками ДВНИИЗР было доказано наличие сортовых различий сои к гербициду Лазурит (д. в. метрибузин). Максимальную восприимчивость к гербициду проявил сорт Приморская 69, наиболее устойчивыми оказались сорта Венера и Приморская 301 [8]. Введение в практику новых гербицидов определяет необходимость изучения реакции на их применение со стороны изменяющегося набора районированных сортов сельскохозяйственных культур.

В 2010 г. в России был зарегистрирован гербицид Хармони Классик, ВДГ, содержащий два действующих вещества (тифенсульфурон-метил 187,5

г/кг + хлоримурон-этил 187,5 г/кг), эффективный против большинства видов однолетних и ряда многолетних двудольных сорняков в посевах сои [9]. Целью представленного исследования, проведённого в 2015 году на опытной базе ФГБНУ ДВНИИЗР, стало изучение сортовой чувствительности сои к данному гербицидному препарату.

Материалы, условия и методы исследований. Была использована соя (всего 21 сорт селекции ВНИИ сои, Приморского НИИСХ, Дальневосточного НИИСХ) из перечня районированных сортов и перспективных для возделывания на юге Дальнего Востока [5, 10-12].

Опыт проведён в условиях вегетационного домика с использованием методики, изложенной в «Методическом руководстве по изучению гербицидов, применяемых в растениеводстве» [13]. Перед посевом сои почву (лугово-бурая оподзоленная, по механическому составу – средняя глина, содержание гумуса 3,8%, $pH_{сол.}$ – 5,3) и перегной, просеянные через сито 5 мм, смешивали в соотношении 2:1 и помещали в бумажные стаканы емкостью 500 $см^3$. В каждый сосуд высевали по 4 семени сои. После появления всходов оставляли по два растения в каждом сосуде. Через 21-22 суток после посева, в фазу двух тройчатых листьев провели обработку растений сои гербицидными растворами с применением опрыскивателя ОЛ-5 конструкции ВНИИФ [14]. Хармони Классик применяли в рекомендованных нормах расхода 0,04 и 0,05 кг/га с добавлением ПАВ Тренд 90, Ж (0,2 л/га). Повторность опыта – десятикратная. Продолжительность опыта 46-49 суток от посева сои. В течение проведения опыта регулярно осуществляли визуальные наблюдения за растениями сои. Через 24-27 суток после обработки растения срезали. О действии гербицида на тестируемые сорта сои судили по наличию визуально заметных симптомов угнетения и повреждения растений, изменению их высоты и массы надземных органов в сравнении с контролем (без обработки гербицидом).

Результаты и обсуждения. В течение двух недель после применения гербицида на растениях сои проявились и развились следующие визуально заметные признаки фитотоксичности: осветление-хлороз и деформирование (гофрированность) листовых пластинок; побурение (некроз) жилок на нижней стороне листовых пластинок; отмирание отдельных, сильно повреждённых тройчатых листьев. Бурые четко очерченные некротические пятна и/или перетяжки отмечались на стеблях и черешках листьев. Также наблюдалось торможение роста обработанных растений за счет угнетения (повреждения) верхних точек роста.

Разнообразие симптомов повреждения растений и степень проявления фитотоксического действия гербицида на культуру были неодинаковы на разных сортах. Максимально были повреждены растения сортов Даурия, Гармония, Лидия, Былина, Викинг, Марината, МК-100, которые страдали даже от применения гербицида в норме 0,04 кг/га. На сортах Приморская 86, Приморская 301, Приморская 4, Приморская 51, Лазурная, Соната, Тата, Приморская 13, Приморская 69, Венера, Приморская 81, Ходсон, Приморская 28 и Приморская 529 внешние признаки повреждения и угнетения растений были отчетливо выражены только в варианте с применением гербицида в максимальной норме.

В ходе проведения опыта, тройчатые листья, сформировавшиеся после обработки гербицидом на опытных растениях всех сортов, не имели каких либо признаков повреждения. На растениях с поврежденной верхней точкой роста наблюдалось усиленное образование боковых побегов. Динамика угнетения роста растений сои всех сортов была отрицательной, то есть со временем разница в росте опытных и контрольных растений становилась менее значительной.

Применение Хармони Классика не вызвало заметного отставания сои в развитии. К срезке как контрольные, так и опытные растения сои, в зависимости от продолжительности вегетации оцениваемых сортов, находились в стадии от завершающегося цветения до разного уровня развития плодов и семян. По результатам взвешивания растений сои установлено, что использование Хармони Классика в обеих нормах с Трендом 90 (0,2 л/га) привело к существенному (P = 95%) снижению сырой массы надземных органов только у сортов сои Даурия, Тата и при применении в норме 0,05 кг/га – у сорта Викинг (табл. 1).

Таблица 1

Влияние Хармони Классика на массу надземных органов растений сои

Сорт	Контроль, г	Хармони Классик 0,04 кг/га		Хармони Классик 0,05 кг/га		$НСР_{05}$
		г	% снижения	г	% снижения	
Даурия	9,82	8,00	18	7,41	24	1,61
Тата	8,71	7,42	15	7,48	14	1,21
Маринада	9,65	8,50	12	8,00	17	1,82
Викинг	10,90	9,84	10	8,70	20	1,50
МК-100	10,45	9,45	10	8,77	16	1,80
Лазурная	9,64	8,89	8	8,24	14	1,89
Былина	12,50	11,50	8	10,9	13	2,15
Лидия	10,11	9,40	7	8,80	13	2,38
Приморская 4	8,42	7,97	5	7,65	9	1,72
Соната	8,81	8,47	4	8,25	6	0,78
Приморская 69	8,19	7,89	4	7,90	4	0,64
Приморская 529	9,85	9,60	2	9,58	3	1,52
Приморская 81	9,54	9,35	2	9,40	2	2,35
Приморская 301	8,36	8,20	2	8,30	1	1,89
Гармония	8,66	8,61	1	7,00	19	1,78
Приморская 28	8,73	9,07	+4	8,15	7	2,30
Приморская 86	8,80	9,24	+5	8,74	1	1,26
Венера	8,78	8,87	+1	8,97	+2	1,09
Приморская 13	7,80	8,35	+7	7,96	+2	0,74
Приморская 51	7,15	7,71	+8	8,45	+18	1,72
Ходсон	9,33	10,60	+14	10,53	+13	2,10

Чувствительность сои к действию Хармони Классика оказалась максимальна, а сортовые различия – наиболее выражены по признаку угнетения роста растений. Так через 24-27 суток после обработки гербицидом в нормах 0,04 и 0,05 кг/га с Трендом 90 отмечено существенное снижение высоты растений сортов Лидия, Ходсон, Лазурная, Даурия, Викинг, Приморская 4, Маринада, Приморская 69, Приморская 28, Приморская 529; в норме 0,05 кг/га – сои сортов МК-100, Приморская 301, Соната, Тата, Приморская 13, Венера, Гармония, Приморская 51. Использование Хармони Классика даже в максимальной норме не привело к существенному угнетению роста сои сортов Былина, Приморская 81 и Приморская 86 (табл. 2).

Таблица 2

Влияние Хармони Классика на высоту растений сои

Сорт	Контроль, см	Хармони Классик 0,04 кг/га		Хармони Классик 0,05 кг/га		$НСР_{05}$
		см	% снижения	см	% снижения	
Лидия	52,63	34,20	35	36,08	31	10,76
Лазурная	68,00	51,58	24	45,38	33	13,57
Даурия	46,60	36,45	22	32,00	31	6,52
Викинг	52,40	42,44	19	32,33	38	8,31
Приморская 4	53,18	43,22	19	37,94	29	7,34
Маринада	45,50	38,00	16	30,20	34	6,48
Приморская 69	75,20	64,97	14	58,98	22	9,95
Ходсон	76,90	66,8	13	57,80	25	12,60
Приморская 28	47,33	41,47	12	36,58	23	5,23
Приморская 529	65,48	58,25	11	53,50	18	7,01
МК-100	50,15	45,15	10	41,27	18	6,62
Приморская 301	41,25	37,47	9	33,67	18	4,51

Продолжение таблицы 2

Соната	84,25	76,25	9	73,93	12	9,32
Тата	53,36	49,00	8	44,63	16	6,73
Приморская 13	57,45	53,15	7	49,55	14	6,58
Венера	53,50	51,53	4	44,17	17	4,39
Гармония	27,70	26,86	3	20,11	27	4,77
Приморская 51	37,40	37,61	+1	33,92	9	3,44
Былина	43,20	37,80	12	37,10	14	7,30
Приморская 81	37,00	38,95	+5	34,63	6	3,58
Приморская 86	31,53	36,70	+16	33,71	+7	2,30

Выводы. В результате исследований, проведённых в условиях вегетационного домика, установлено наличие у сои сортовых различий в реакции на обработку в фазу двух тройчатых листьев гербицидом Хармони Классик в нормах расхода 0,04 и 0,05 кг/га в сочетании с Трендом 90 0,2 л/га. В опыте наиболее заметным следствием негативного действия гербицида на сою оказалось частичное повреждение растений (обесцвечивание и деформирование листовых пластинок, локальные некрозы, потеря отдельных листьев), а также – угнетение их роста и накопления биомассы в течение определенного времени после обработки. В значительной мере данные проявления фитотоксичности носили обратимый характер. Вновь образующиеся на обработанных гербицидом растениях листья не имели каких-либо признаков повреждения, а значительное подавление верхушечных точек роста компенсировалось усиленным образованием боковых побегов. Обработанные гербицидом растения не отставали от контрольных в развитии, а торможение роста сои большинства сортов значительно ослабло к концу эксперимента.

По разнообразию признаков повреждения и степени их проявления, по уровню угнетения роста и массы растений выделилась группа наиболее чувствительных сортов: Даурия, Викинг, Тата. Наиболее устойчивыми оказались сорта Былина, Приморская 81, Приморская 86. Реакция растений остальных испытанных сортов на обработку гербицидом носила промежуточный характер.

Литература

1. Енкин В.Б. Соя. М.: Сельхозгиз, 1959. 622 с.

2. Титаренко А. Первая половина 2013/14 МГ на Российском рынке соевых бобов. [www. Oilworld. ru]. ИА «АПК – Информ», 26.11.2013.

3. Сбор сои в России обновил рекорд [Электронный ресурс] // Агроинвестор.URL : http: // www. Agroinvestor.ru / markets / news / 25245-sbor-soi-v-rossii-obnovil-rekord / (дата обращения: 13.02.2017)

4. Ващенко А.П. Экологическое изучение некоторых сортов Дальневосточной селекции // Пути повышения ресурсного потенциала сельскохозяйственного производства Дальнего Востока: Сб. науч. тр. Владивосток: Дальнаука, 2007. С. 141-145.

5. Адаптивные и прогрессивные технологии возделывания сои и кукурузы на Дальнем Востоке: Метод. рекомендации. п. Тимирязевский, Дальневосточный научный центр / Под ред. А.К. Чайка. Владивосток: Дальнаука, 2009. 122 с.

6. Чайка А.К. Приоритетные направления исследований в растениеводстве Дальнего Востока. // Вестник Российской сельскохозяйственной науки. 2015. №3. С. 6 – 7.

7. Захаров С.А. Фазовая и сортовая чувствительность сои, гороха, бобов и люпина к имидазолиновым гербицидам. // Агро XXI. 2001. №12. С. 4 – 6.

8. Басай З.В. Адаптивные основы выращивания сои в Приморском крае с применением эффективных гербицидов: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.09. п. Тимирязевский, 2008. 24 с.

9. Дополнение к Государственному Каталогу // Защита и карантин растений. 2010. № 12. С. 45-47.

10. Каталог сортов сои селекции Всероссийского НИИ сои. Благовещенск: ФГБНУ ВНИИ сои, 2015. 96 с.

11. Каталог сортов полевых, овощных и плодово-ягодных культур, возделываемых в Приморском крае. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2005. 244 с.

12. Каталог сортов полевых, кормовых, овощных культур и картофеля селекции ФГБНУ «Приморский НИИСХ», возделываемых в Приморском крае. Владивосток: Дальнаука, 2016. 52 с.

13. Спиридонов Ю.Я., Ларина Г.Е., Шестаков В.Г. Методическое руководство по изучению гербицидов, применяемых в растениеводстве. М.: Печатный город, 2009. 253 с.

14. Никитин Н.В., Спиридонов Ю.Я., Шестаков В.Г. Научн-практические аспекты технологии применения современных гербицидов в растениеводстве. М.: Печатный город, 2010. 200 с.

References

1. Enkin V.B. Soja. M.: Sel'hozgiz, 1959. 622 s.

2. Titarenko A. Pervaja polovina 2013/14 MG na Rossijskom rynke soevyh bobov. [www. Oilworld. ru]. IA «APK – Inform», 26.11.2013.

3. Sbor soi v Rossii obnovil rekord [Jelektronnyj resurs] // Agroinvestor.URL : http: // www. Agroinvestor.ru / markets / news / 25245-sbor-soi-v-rossii-obnovil-rekord / (data obrashhenija: 13.02.2017)

4. Vashhenko A.P. Jekologicheskoe izuchenie nekotoryh sortov Dal'nevostochnoj selekcii // Puti povyshenija resursnogo potenciala sel'skohozjajstvennogo proizvodstva Dal'nego Vostoka: Sb. nauch. tr. Vladivostok: Dal'nauka, 2007. S. 141-145.

5. Adaptivnye i progressivnye tehnologii vozdelyvanija soi i kukuruzy na Dal'nem Vostoke: Metod. rekomendacii. p. Timirjazevskij, Dal'nevostochnyj nauchnyj centr / Pod red. A.K. Chajka. Vladivostok: Dal'nauka, 2009. 122 s.

6. Chajka A.K. Prioritetnye napravlenija issledovanij v rastenievodstve Dal'nego Vostoka. // Vestnik Rossijskoj sel'skohozjajstvennoj nauki. 2015. №3. S. 6 – 7.

7. Zaharov S.A. Fazovaja i sortovaja chuvstvitel'nost' soi, goroha, bobov i ljupina k imidazolinovym gerbicidam. // Agro XXI. 2001. №12. S. 4 – 6.

8. Basaj Z.V. Adaptivnye osnovy vyrashhivanija soi v Primorskom krae s primeneniem jeffektivnyh gerbicidov: avtoref. dis. ... kand. s.-h. nauk: 06.01.09. p. Timirjazevskij, 2008. 24 s.

9. Dopolnenie k Gosudarstvennomu Katalogu // Zashhita i karantin rastenij. 2010. № 12. S. 45-47.

10. Katalog sortov soi selekcii Vserossijskogo NII soi. Blagoveshhensk: FGBNU VNII soi, 2015. 96 s.

11. Katalog sortov polevyh, ovoshhnyh i plodovo-jagodnyh kul'tur, vozdelyvaemyh v Primorskom krae. M.: FGNU «Rosinformagroteh», 2005. 244 s.

12. Katalog sortov polevyh, kormovyh, ovoshhnyh kul'tur i kartofelja selekcii FGBNU «Primorskij NIISH», vozdelyvaemyh v Primorskom krae. Vladivostok: Dal'nauka, 2016. 52 s.

13. Spiridonov Ju.Ja., Larina G.E., Shestakov V.G. Metodicheskoe rukovodstvo po izucheniju gerbicidov, primenjaemyh v rastenievodstve. M.: Pechatnyj gorod, 2009. 253 s.

14. Nikitin N.V., Spiridonov Ju.Ja., Shestakov V.G. Nauchn-prakticheskie aspekty tehnologii primenenija sovremennyh gerbicidov v rastenievodstve. M.: Pechatnyj gorod, 2010. 200 s

Morokhovets V.N., Candidate of Biological Sciences (Ph.D.),
Morokhovets T.V., Candidate of Biological Sciences (Ph.D.),
Shterbolova T.V., Research Assistant,
Federal State-Funded Institution of Science
"Far Eastern Scientific Research Institute for Plant Protection"

SOYBEAN VARIETY SENSITIVITY TO HERBICIDE HARMONY CLASSIC

Abstract: in 2015, on the experimental basis of the FSBSI FESRIPP in the conditions of the vegetation house, with the usage of generally accepted methods, the response of the 21 varieties of soybean of the Far-Eastern selection was studied under usage of Harmony Classic in the norms of 0.04 and 0.05 kg/ha together with the Trend 90 (0.2 litre/ha). The herbicide treatment of the soybeans was carried out at the stage of two ternate leaves, when various symptoms of plant damage were recorded. The negative effect of Harmony Classic was also judged by the repression of the growth and lowering of the high-ground biomass of soybean experimental plants compared to the untreated control. According to the level of plants oppression, to the set of features of damage and level of their expression there was identified a group of varieties the most sensitive to the herbicide Dauria, Viking, Tata. The most resistant varieties were the following: Bylina, Primorskaya 81, Primorskaya 86. The reaction of the rest tested varieties was intermediate.

Keywords: soybean, variety, Harmony Classic, phytotoxicity, sensitivity

Мухин В.М., доктор технических наук, профессор,
ОАО «Электростальское НПО «Неорганика»,
Спиридонов Ю.Я., доктор биологических наук,
профессор, академик РАН,
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский
институт фитопатологии»,
Воропаева Н.Л., доктор химических наук, профессор,
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рапса»

УГЛЕАДСОРБЦИОННАЯ ДЕТОКСИКАЦИЯ ПОЧВ И КОМБИКОРМОВ

Аннотация: разработка технологии детоксикации почв от остатков пестицидов является важным аспектом экологизации ратениеводства. Целью работы явилась разработка активных углей для детоксикации почв седьхозугодий от остатков пестицидов. Получены активные угли на основе различных типов исходного сырья и оценена их эффективность в вегетационных опытах при выращивании различных овощных культур и подсолнечника. Показано, что применение активных углей в дозах 100-200 кг/га позволяет повысить урожайность на загрязненных остатками пестицидов сельскохозяйственных угодьях в среднем на 20-80% в зависимости от вида возделываемых культур и обеспечить возможность получения урожая диетической кондиции.

В развитии применения углеадсорбционных технологий в сельском хозяйстве выполнены исследования по детоксикации кормов и комбикормов на птицеводческих фабриках. Установлено, что включение в рацион птицы 0,5-1,0% масс. активного угля марки «Птицесорб» способствовало снижению на 30-40% производственных затрат, обусловленных негативным действием микотоксинов корма и, кроме того, на 6% повысилась сохранность поголовья птицы.

Ключевые слова: экологические угрозы, активный уголь, пестициды, детоксикация почв, растениеводство, птицеводство, детоксикация комбикормов

Прогрессирующее загрязнение окружающей среды сделало экологическую безопасность важной составляющей национальной безопасности в целом.

Сегодня практически вся планета и, особенно, районы массового проживания людей подвержены серьезным экологическим угрозам, главными из которых являются: радиационное заражение территорий, угнетение почв кислотными дождями, загрязнение почв химическими веществами и пестицидами, разливы нефти на суше и море и разрушение атмосферы. Загрязнение биосферы резко снижает качество жизни людей; так, по данным ВОЗ (2002 г.), факторы, влияющие на здоровье человека, зависят от: питания и образа жизни – 51%, экологии – 39%, медицины – 10% [1].

В свете вышесказанного особое внимание должно быть уделено экологической безопасности аграрного комплекса, обеспечивающего население продовольствием, т.к. почв сельхозугодий на планете всего 6% от общей территории суши, а число жителей в конце XXI века составит 10 млрд.

Проблемы глобального загрязнения окружающей среды поднимались еще раньше российским ученым, профессором МХТИ им. Д.И. Менделеева Н.В. Кельцевым, предложившим магистральный путь разрешения ситуации. Он писал: «В настоящее время, когда вопрос жизни и смерти стоит уже не только перед армией, но и перед всем человечеством, обеспокоенным катастрофическим загрязнением биосферы, настало время вновь обратиться за помощью к адсорбции – одному из самых эффективных методов защиты окружающей среды от загрязнений» [2].

В силу своих физико-химических свойств углеродные адсорбенты (активные угли) являются уникальными и идеальными сорбционными материалами, которые позволяют решать большой круг вопросов обеспечения химической и биологической безопасности человека, окружающей среды и инфраструктуры.

Активные угли (АУ) – это высокопористые материалы, получаемые в виде зерен или порошка на основе различного углеродосодержащего сырья, обладающие развитой внутренней поверхностью (до 2500 $м^2$/г) и имеющие высокие поглотительные характеристики по примесям, находящимся в очищаемых средах (в воздухе, газах, воде и других жидкостях, почве).

В качестве исходного сырья для получения таких АУ могут использоваться различные углеродсодержащие материалы, такие как: каменные угли, торф, древесина, скорлупа орехов и косточки плодов, различные отходы растениеводства (солома различных сельхозкультур и др.).

Широкомасштабное использование в мировой сельскохозяйственной практике разнообразных химикатов, в том числе пестицидов, обострило

медико-экологические проблемы, обусловленные загрязнением продуктов растениеводства, животноводства и биосферы в целом. В настоящее время ассортимент применяемых в различных странах мира ядохимикатов насчитывает около тысячи наименований (по действующим веществам), при этом широко используют около трехсот [3].

При решении экологических задач агропромышленного комплекса (АПК) активные угли характеризуют такие преимущества, как избирательность сорбции органических токсикантов, универсальность сорбционных свойств, высокая поглотительная способность, гидрофобность, удобная препаративная форма (зерна, порошок) и низкая стоимость.

До последнего времени, несмотря на актуальность задачи, углеродные адсорбенты для детоксикации почв не производили. Поэтому сначала были теоретически обоснованы требования к пористой структуре и препаративным формам активных углей данной ориентации (агросорбентам), а также технологии их внесения в почву. Установлено, что агросорбенты должны иметь объем микропор не менее 0,2-0,3 $см^3$/г при существенном развитии тонких пор (0,8-1,2 нм), позволяющих прочно удерживать как молекулы самих пестицидов, так и продукты их деструкции, при этом транспортная пористость должна быть так же хорошо развита для обеспечения хорошей кинетики поглощения этих веществ. На основании многочисленных теоретических и экспериментальных исследований нами был разработан активный уголь марки «Агросорб» на основе каменного угля марки СС с использованием парогазового метода активации и освоено его производство на Опытном заводе ОАО «ЭНПО «Неорганика» [4].

Представленные в табл. 1 результаты экспериментов, выполненных в лаборатории искусственного климата (ЛИК) с разными типами и концентрациями (соответствующими реальным остаточным количествам) гербицидов в почвах, свидетельствуют, что активный уголь «Агросорб» действительно является универсальным средством для восстановления плодородия загрязненных почв вне зависимости от типа и остаточного содержания гербицида, повышая урожайность на 20-100%.

Таблица 1

Эффективность восстановления плодородия почв, загрязненных остатками гербицидов, с помощью модифицированных активных углей при норме применения 100 кг/га

Остатки гербицидов в почве	Культура	Показатели сохраненного урожая тест-культур, % к загрязненному контролю
Хлорсульфорон, 0,2 г/га	Огурец	16-20
	Свекла	58-63
	Редис	23-28
Тербацил, 1,4 кг/га	Огурец	23-27
	Свекла	64-69
	Редис	30-39
Пиклорам, 2 г/га	Огурец	22-24
Симазин, 50 г/га	Томат	22-26
Хлорсульфурон, 0,4 г/га	Томат	98-100
	Свекла	98-99
	Редис	98-100

Другим важным результатом углесорбционной детоксикации почв является получение экологически чистой продукции растение- и овощеводства. В табл. 2 представлены результаты сопоставительных экспериментальных исследований на сельскохозяйственных культурах при их возделывании по обычной технологии и с использованием углеродного адсорбента. Как видно, внесение активных углей на загрязненные участки в количестве до 100 кг/га (в случае зерновой культуры ячменя до 200 кг/га) позволяет резко снизить, а в ряде случаев и полностью исключить накопление гербицидов в продуктах растение- и овощеводства. Следовательно, применение АУ в агротехнологиях непосредственно влияет на питание и качество жизни человека.

Таблица 2

Накопление гербицидов сельскохозяйственными культурами

Доза гербицида, кг/га	Доза активного угля, кг/га	Тест-культура	Содержание гербицида в урожае, мкг/кг
Трефлан – 1	-	Томаты	28
Трефлан – 1	100	Томаты	0,6
Трефлан – 1	-	Морковь	95
Трефлан – 1	100	Морковь	не обнаружено
2,4-Д –5	-	Ячмень	220
2,4-Д –5	200	Ячмень	не обнаружено
2,4-Д – 10	-	Ячмень	670
2,4-Д – 10	200	Ячмень	не обнаружено
2,4 – дихлорфеноксиуксусная кислота			

Таким образом, использование активных углей для детоксикации почв путем фиксации находящихся в них остаточных количеств пестицидов и продуктов их полураспада имеют два важных аспекта: повышение урожайности на загрязненных сельскохозяйственных угодьях в среднем на 20-80% в зависимости от вида возделываемых культур и обеспечение возможности получения урожая диетической кондиции.

Столь очевидные положительные результаты по углеадсорбционной детоксикации почв, полученные нами на основе внесения в загрязненную остатками гербицидов почву активного угля марки «Агросорб», заставили начать разработку новых марок АУ почвенного применения.

Объемы производства зерна постепенно нарастают, поэтому растет и производство соломы (в нашей стране за год накапливается 80-100 млн. т соломы одних только злаковых и крупяных культур). Возникает необходимость рационального решения проблем послеуборочной обработки почвы и утилизации растительных отходов, поскольку в настоящее время их просто сжигают или запахивают в землю.

Для получения новых активных углей выбрали солому пшеницы, овса и рапса. Методика заключалась в следующем. Солому измельчали, загружали в стальную реторту, которую закрывали крышкой с отводами и помещали в электропечь, подавая в реторту азот для создания инертной атмосферы. Реторту нагревали со скоростью подъема температуры 1-20°С/мин до 450-500°С и выдерживали при конечной температуре карбонизации в течение 30-60 мин. После завершения процесса карбонизации реторту переводили в режим активации водяным паром при 850-870°С.

Таблица 3

Характеристика активных углей из соломы

Исход-ная солома	Насыпная плот-ность, г/дм^3	Массовая доля золы, %	Объём пор, см^3/г			Адсорбционная способность по:	
			сумм.	сорб.пор	микропор	йоду, %	МГ, мг/г
Пшеница	66,5	12,2	3,61	0,73	0,20	64	52
Овёс	72,5	28,2	3,97	0,44	0,16	50	44
Рапс	135	16,5	4,17	0,48	0,16	39	87

Как видно из данных табл. 3, все полученные активные угли характеризуются развитием суммарного объёма пор (V_{Σ}) и существенным развитием объёма сорбционного пространства (W_s), при этом объём собственно микропор ($V_{ми}$) с размером 0,8 нм достигает 0,16-0,20 см^3/г, обеспечивая достаточно хорошие показатели адсорбционной способности по йоду и метиленовому голубому (МГ).

Логично было определить эффективность полученных АУ непосредственно при детоксикации почв от остатков применяемых гербицидов. Опыты проводились в лаборатории искусственного климата (ЛИК) ГНУ ВНИИ фитопатологии РАСХН (г. Голицыно, Московская область). Для высева тест-культуры подсолнечника использовали горшки вместимостью 600 г почвы, которую загрязняли гербицидом Зингер в дозе, соответствующей 5 г/га, и вводили дозу АУ в расчёте 100 кг на 1 га. По истечении 30 суток оценивали среднюю массу тест-растения. Результаты опытов приведены в табл. 4.

Таблица 4

Влияние активных углей на фитотоксичность метсульфурон-метила (Зингер, СП) на примере растений подсолнечника (сентябрь, 2013)

Вариант	Средняя масса, г	% к контролю
Зингер, СП	1,1	73,2
Зингер, СП + АУ из соломы овса	3,9	4,9
Зингер, СП + АУ из соломы пшеницы	3,9	4,9
Зингер, СП + АУ из соломы рапса	3,2	21,9
Зингер, СП + АУ Grosafe	3,6	12,2
Контроль (без гербицидов)	4,1	-

Из табл. 4 видно, что подавление роста по отношению к чистому контролю на загрязнённых гербицидами (на примере Зингера) почвах при применении АУ из соломы пшеницы и овса составляет всего 4,9 %, в то время как у всемирно признанного активного угля почвенного назначения марки Grosafe оно достигает 12,2%. Это говорит о том, что эффективность полученных АУ из соломы в 2,5 раза выше применяемого препарата для детоксикации почв. Очевидно, это связано с высоким развитием транспортных макропор, что существенно улучшает кинетику (скорость) поглощения остатков гербицидов из почвенного раствора.

По данным ВНИИ фитопатологии, ожидаемый эколого-экономический эффект от детоксикации почв достигает 500 долларов США с га и только в Московской области может составить до 30 млн. долларов США за год. Это тем более важно, что в целом по России, по имеющимся данным, загрязнение пестицидами в дозах, вызывающих подавление роста культурных растений, отмечается на 50 млн. га пашни. При условии форсированного внедрения активных углей для этих целей в сельскохозяйственную практику в ближайшие годы потребность в них только Краснодарского края – региона интенсивного земледелия – составит 25-30 тыс. т/год.

Другим важным направлением наших исследований последних лет стала разработка и освоение промышленного выпуска сорбентов-детоксикантов для индивидуальных хозяйств, дачных и огородных участков. Так нами был разработан специальный активный уголь для индивидуальных хозяйств на основе каменноугольного сырья марки «Жизнедар» с объемом микропор 0,20-0,25 $см^3$/г и размером зерен 0,5-2,0 мм. Он с успехом может применяться для детоксикации и восстановления плодородия почв как в теплицах индивидуальных хозяйств, так и агропромышленных ферм, а также для защиты молодых плодовых деревьев и кустарников при их высаживании на участках.

Препарат получил удостоверение о государственной регистрации №13-9090 (9962-9966)-0332-1 и допускается к использованию на территории Российской Федерации. Его производство организовано в упаковках по 0,5, 1,0, 2,0, и 16,0 кг.

Таким образом, применение технологии углеадсорбционной детоксикации почв позволяет обеспечить восстановление плодородия почв и получение экологически чистой продукции растение- и овощеводства, что будет способствовать повышению качества жизни населения Российской Федерации.

Другое важное направление применения активных углей в агропромышленном секторе – это детоксикация кормов и комбикормов для различных видов животных, птицы и рыбы от токсикантов различной природы.

В последние годы мы сосредоточили свое внимание на бройлерном птицеводстве как самой динамичной отрасли производства мяса. В подавляющем большинстве случаев микотоксины и другие ксенобиотики с завидным постоянством обнаруживаются в кормовом сырье для с/х животных и птицы и даже в малых количествах наносят вполне ощутимый урон специализированным птицеводческим предприятиям [5].

Эффективность АУ марки «Птицесорб» как детоксиканта в случае применения на бройлерных птицефабриках комбикорма, загрязненного микотоксином Т-2 (поражение кормового зерна фузариозом), была подтверждена в Институте птицеводства (г. Сергиев Посад) в 1999 г. (см. табл. 6) путем добавки его в количестве 0,5% масс.

Таблица 5

Эффективность «Птицесорба» при использовании загрязненного токсином Т-2 комбикорма

Группы	Сохранность поголовья цыплят-бройлеров, %	Затраты комбикорма на 1 кг прироста готовой массы, кг
ОР + 8 мкг/кг токсина Т-2	72	2,73
ОР + 8 мкг/кг токсина Т-2 + 0,5% масс АУ	92	2,57

Примечание: *ОР – основной рацион*

Как видно из данных табл. 5, удалось повысить сохранность цыплят-бройлеров при использовании загрязненного микотоксином Т-2 комбикорма до 90-92%, в то время, как в контрольных опытах (загрязненный комбикорм без применения АУ) она составляла лишь 70-74%, и снизить затраты комбикорма на 1 кг прироста на 8%.

Однако, с другой стороны, в комбикорм вводятся и препараты, необходимые для успешного выращивания бройлеров. Учитывая это обстоятельство, в ходе эксперимента была изучена возможность применения в комбикормах для цыплят-бройлеров (предварительно протестированного и показавшего высокие результаты направленной сорбции) активного угля «Птицесорб» на основе уплотненного растительного сырья для профилактики хронических микотоксикозов у птицы.

Что такое направленная сорбция? Это подбор такого активного угля, который способен эффективно сорбировать из водных растворов микотоксины, но иметь минимальную сорбционную способность по аминокислотам и каратиноидам, вводимым в концентрат для улучшения роста птицы.

Исследования проводили в условиях вивария экспериментального хозяйства ОНО «Загорское» ЭПХ ВНИТИП на цыплятах-бройлерах современного высокопродуктивного кросса «Кобб-500», из которых по принципу аналогов было сформировано 4 группы (2 контрольные и 2 опытные) по 30 голов в каждой. Кормление птицы осуществляли вволю сухими сбалансированными комбикормами. До 5-дневного возраста цыплята всех групп получали «нулевой» рацион, с 6-дневного – опытные кормосмеси. Условия содержания птицы соответствовали принятым зоогигиеническим параметрам. Продолжительность опыта составила 5 недель (35 дней).

При включении в контаминированный трихотеценовыми микотоксинами рацион 0,5 % активного угля марки ВСК-4 существенно увеличились показатели сохранности и среднесуточного прироста живой массы цыплят-бройлеров; птицы лучше использовали питательные вещества рациона, что обусловило улучшение большинства производственных показателей при выращивании бройлеров по сравнению с птицами, потреблявшими аналогичные комбикорма без изучаемой добавки.

Включение в рацион птицы 0,5-1,0% масс. активного угля марки «Птицесорб» на основе уплотненного растительного сырья способствовало снижению на 30-40% производственных затрат, обусловленных негативным действием микотоксинов корма и, кроме того, на 6% повысилась сохранность поголовья птицы.

Есть основания полагать, что предприятия, занимающиеся кормопроизводством, при широком применении активного угля не только повысят качество выпускаемых ими кормов и комбикормов, но и будут способствовать эффективному производству экологически чистой продукции птицеводства и животноводства.

Важным аспектом проводимых нами исследований и рекомендуемых разработок («Агросорб», «Птицесорб» и др.) для сельскохозяйственного экологически чистого производства является то, что получать активные угли можно из различных первичных ежегодно возобновляемых растительных отходов и таким образом решать вопросы экологизации АПК для получения экологически чистой пищевой продукции.

Очевидная важность углеадсорбционный технологий для решения экологических проблем в сельском хозяйстве в XXI веке требует расширение производства активных углей сельскохозяйственного назначения и создание их новых производств.

Литература

1. Спиридонов Ю.Я., Мухин В.М., Воропаева Н.Л., Богданович Н.И. Углеадсорбционная детоксикация почв, загрязненных остатками пестицидов: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 85-летию со дня рождения Д.И. Чканикова «Современные проблемы гербологии и оздоровления почв» 21-23 июня 2016 г., Большие Вяземы. 2016. С. 336 – 341

2. Кельцев Н.В. Основы адсорбционной техники. М.: Химия. 1984. 215 с.

3. Мухин В.М., Клушин В.Н. Активные угли России, М.: Металлургия. 2000. 352 с.

4. Мухин В.М. Экологические аспекты применения активных углей // Экология и промышленность России. Декабрь 2014. С. 52 – 56

5. Гулюшин С.Ю., Мухин В.М. Препарат для профилактики кормовых отравлений, Комбикорма. 2007. №4. С. 72 – 73.

References

1. Spiridonov Ju.Ja., Muhin V.M., Voropaeva N.L., Bogdanovich N.I. Ugleadsorbcionnaja detoksikacija pochv, zagrjaznennyh ostatkami pesticidov: Materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii, posvjashhennoj 85-letiju so dnja rozhdenija D.I. Chkanikova «Sovremennye problemy gerbologii i ozdorovlenija pochv» 21-23 ijunja 2016 g., Bol'shie Vjazemy. 2016. S. 336 – 341
2. Kel'cev N.V. Osnovy adsorbcionnoj tehniki. M.: Himija. 1984. 215 s.
3. Muhin V.M., Klushin V.N. Aktivnye ugli Rossii, M.: Metallurgija. 2000. 352 s.
4. Muhin V.M. Jekologicheskie aspekty primenenija aktivnyh uglej // Jekologija i promyshlennost' Rossii. Dekabr' 2014. S. 52 – 56
5. Guljushin S.Ju., Muhin V.M. Preparat dlja profilaktiki kormovyh otravlenij, Kombikorma. 2007. №4. S. 72 – 73.

Mukhin V.M., Doctor of Engineering Sciences (Advanced Doctor), Professor,
JSC «Elektrostal SPE «Neorganika»,
Spiridonov Yu.Ya., Doctor of Biological Sciences(Advanced Doctor),
Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences,
Voropaeva N.L., Doctor of Chemical Sciences (Advanced Doctor), Professor,
FSBSI "All-Russian Research Institute of Rapeseed"

CARBON ADSORPTION DETOXIFICATION OF SOIL AND ANIMAL FEED

Abstract: development of technology for detoxification of soils from pesticide residues is an important aspect of greening plant growing. The aim of this work was to develop activated carbons for detoxification of soils of agricultural function from pesticide residues. Received active coals on the basis of various types of raw materials and their efficiency is estimated in pot experiments in the cultivation of various crops and sunflower. It is shown that application of active carbons in doses of 100-200 kg/ha increases the yield of contaminated agricultural land on average 20-80% depending on the species of cultivated crops and provide the possibility of obtaining a crop of dietary condition.

In the development of preadsorption technologies in agriculture carried out research on the detoxification of feed and fodder for poultry factories. It is established that the inclusion in the diet of birds at the level of 0.5-1.0% contributed to a decrease in 30-40% of production costs due to the negative effects of mycotoxins feed and, in addition, 6% increased the safety of poultry.

Keywords: environmental threats, active carbon, pesticides, detoxification of soil, crop, poultry, detoxification of animal feed

Мухин В.М., доктор технических наук, профессор,
Курилкин А.А., кандидат технических наук,
ОАО «Электростальское НПО «Неорганика»,
Воропаева Н.Л., доктор химических наук, профессор,
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рапса»
Спиридонов Ю.Я., доктор биологических наук, профессор, академик РАН,
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии»

НОВЫЕ АДСОРБЕНТЫ НА ОСНОВЕ СОЛОМЫ СЕЛЬХОЗКУЛЬТУР ДЛЯ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН

Аннотация: наличие огромного количества отходов растительного происхождения, в том числе ежегодно возобновляемых, представляет высокий инновационный ресурс для получения разнообразной полезной продукции большой и малотоннажной химии. Переработка соломы сельскохозяйственных культур в активные угли (АУ), которые с успехом применяются в различных отраслях промышленности и сельского хозяйства, – одно из возможных направлений использования отходов агропромышленного комплекса (АПК) для получения новых функциональных материалов со специфическими свойствами.

В статье приводятся вопросы, касающиеся получения данных углеродных адсорбентов. В частности, рассмотрено применение сорбентов на основе рапсовой соломы в различных агротехнологиях.

Ключевые слова: активные угли, физико-химические свойства, возобновляемое растительное сырьё, рапсовая солома, детоксикация почв

В настоящее время вопросы защиты окружающей среды и экологической безопасности во многих странах мира выходят на передовой план. Особо остро эти вопросы стоят перед странами с интенсивно развивающейся промышленностью и большим агрономическим потенциалом. При этом важно не только разрабатывать эффективные технологии предотвращения экоцида, но и создавать материалы с заданным комплексом свойств для их реализации. Как известно, активные угли являются универсальными сорбционными материалами, применяемыми во многих сферах человеческой жизнедеятельности: в промышленности, сельском хозяйстве, военно-промышленном комплексе, медицине, водоподготовке, производстве экологически чистой продукции, и т.д. Благодаря своим уникальным сорбционным свойствам они позволяют решать многие промышленные и экологические задачи, в некоторых случаях снижая экономические затраты [1].

На протяжении всей своей истории Россия была страной с развитым аграрным сектором. Сельское хозяйство вносило и вносит существенный вклад в экономическую и социальную жизнь русского общества. На сегодняшний день на планете, и в России в том числе, ежегодно образуется огромное количество возобновляемых растительных отходов и продуктов переработки углеродсодержащего сырья, в том числе, соломы сельскохозяйственных культур и переработки древесины, достигающее сотен миллионов тонн в год [2, 3].

Так, в России потребление соломы в сельском хозяйстве в качестве корма и подстилки для животных, теплоизолятора, кровельного материала, источника удобрений и в других целях снизилось во много раз пропорционально сокращению поголовья скота, а также в связи с появлением новых технологий в животноводстве и сельскохозяйственном производстве в целом. Вместе с тем, объёмы производства зерна постепенно нарастают, поэтому растёт и производство соломы (в нашей стране за год накапливается более 100 млн.т соломы одних только злаковых и крупяных культур). Возникает необходимость рационального решения проблемы утилизации растительных сельскохозяйственных отходов с получением полезной продукции, поскольку в настоящее время их либо используют как источник биотоплива, либо запахивают в землю как дополнительный источник удобрений [4].

Первоначальной целью проведённых нами исследований было получение АУ из соломы ряда сельхозяйственных культур: рапса, пшеницы, ржи и др., посевы которых в России расширяются ежегодно, что открывает огромные перспективы для получения новых функциональных материалов со специфическими свойствами различного назначения [5].

Методика исследований

Солому измельчали, загружали в стальную реторту, которую закрывали крышкой с отводами и помещали в электропечь, подавая в реторту азот для создания инертной атмосферы. Реторту нагревали со скоростью подъёма температуры 5-7°С/мин до 450-500°С и выдерживали при конечной температуре карбонизации в течение 30-60 мин. После завершения процесса карбонизации реторту охлаждали до комнатной температуры, выгружали карбонизат, определяли выход продукта и проводили его исследование.

Затем переводили реторту в режим активации. В ней шёл процесс активации карбонизата пере-

гретым водяным паром при температуре 820-850°С. Пар подавали с расходом 3-5 кг на 1 кг карбонизованного продукта. После завершения активации ретортную печь охлаждали до комнатной температуры, выгружали полученный активный уголь и определяли его адсорбционную способность и другие физико-химические показатели (см. табл. 1).

Таблица 1

Характеристика активных углей из соломы сельскохозяйственных культур

Образец соломы	Суммарный объём пор, $см^3/г$	Насыпная плотность, $г/дм^3$	Адсорбционная способность по:		Зола общая, %
			йоду, %	метиленовому голубому, мг/г	
1. Рапс	4,14	135	39	87	16,5
2. Рыжик	2,435	140	23	29	15,6
3. Соя	2,27	108	49	61	30,8
4. Пшеница	3,61	66,5	64	52	12,2
5. Рожь	3,42	70,0	52	49	14,7
6.Топинамбур	3,00	95,3	58	18,1	8,4

Выход активных углей составил 3-22% от веса карбонизата, влажность 1-8%, выход летучих веществ 8-21%

Как следует из приведённых в табл. 1 данных, структура и свойства полученных активных углей из соломы различных сельскохозяйственных культур, разнообразны. Тем не менее, исходя из полученных данных, а также из большого количества отходов рапсовой соломы можно предложить использование её в агротехнологиях: полученные углеродные адсорбенты с размером микропор 0,6-1,0 нм обладают высокой адсорбционной способностью по полифенолам, что позволяет рекомендовать их к применению при детоксикации почв и комбикормов от различных остаточных комплексов пестицидов и опасных ксенобиотиков, соответственно, в качестве носителей разнообразных физиологически активных веществ.

В частности, при проведении лабораторных исследований выявлено, что при предпосевной обработке семян рапса различными активными углями, в том числе полученных из растительных остатков рапса (РАУ), марок ВСК, АГ-3, ФАС и т.д. происходит активизация процесса прорастания семян. Число проклюнутых семян в первые сутки проращивания возросло на 3,5-24,0% в зависимости от физико-химических параметров изучаемых сорбентов на основе активных углей. Увеличение следующих параметров прорастания семян по сравнению с контролем (без предварительной обработки) составило: энергия прорастания – 2,5%, лабораторная всхожесть – 3,0%, длина проростов – 4,0-25,0%, накопление их массы – 4,3-11,0%.

Введение упомянутых выше марок активных углей и полученного из отходов капустных культур РАУ в (нано)чипы, нанесённых на поверхность семян при предпосевной обработке, способствовало резкой активизации процесса прорастания семян. Так, число проклюнутых семян в первые сутки проращивания возросло на 23,5-47,0%, в среднем увеличение энергии прорастания – 3,0%, лабораторной всхожести – 4,0%, длины проростов – 5,0-33,3%, накопления их массы – 6,0-21,0% по сравнению с контролем [6].

Таким образом, как показали лабораторные опыты, обработка посевного материала активными углями без применения химических средств защиты растений перед высевом семян обеспечивает ускорение ростовых процессов, приводит к повышению энергии прорастания, всхожести семян, длины и массы проростков.

Заключение

Авторами работы была проведена карбонизация рапсовых отходов (соломы) и получен сорбент РАУ с заданными физико-химическими характеристиками и параметрами пористой структуры, которые позволяют применить его для различных целей. Предпосевная обработка семян рапса с использованием активных углей способствует активизации ростовых процессов и достижению сохранности проростков рапса в течение всего времени проведения эксперимента. Использование активных углей в решении многих проблем АПК направлено, в частности, на экологизацию сельскохозяйственного производства (содержащего большое количество отходов) и получение экологически безопасных, в идеале чистых продуктов. С другой стороны, семена масличных капустных культур используются для получения растительного масла, а побочные продукты их переработки применяются в виде жмыхов и шротов в качестве ценных высокопротеиновых кормов в животноводстве. Поэтому применение активных углей в АПК позволит получать экологические безопасные продукты питания для человека и корма для животных.

Литература

1. Кельцев Н.В. Основы адсорбционной техники. М.: Химия, 1976. 511 с.
2. Мухин В.М., Тарасов А.В., Клушин В.Н. Активные угли России. М.: Металлургия, 2000. 352 с.
3. Мухин В.М., Клушин В.Н. Производство и применение углеродных адсорбентов. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2012. 308 с.
4. Мухин В.М., Воропаева Н.Л., Спиридонов Ю.Я., Гурьянов В.В., Киреев С.Г., Курилкин А.А. Активные угли из соломы сельскохозяйственных культур и перспективные области их применения// Материалы Всероссийской конференции с международным участием и симпозиума «Актуальные проблемы теории адсорбции, пористости и адсорбционной селективности». 14-18 апреля 2014 г., Москва-Клязьма. РАН – ИФХЭ – РАН. М. 2014.
5. Мухин В.М., Курилкин А.А., Воропаева Н.Л., Гурьянов В.В., Карпачёв В.В., Лексюкова К.В. Получение активных углей из первичных отходов сельскохозяйственных культур и перспективы их применения // Успехи в химии и химической технологии: Сб. научных трудов. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 24-27 ноября 2015 г. 2015. Т. XXIX. № 8. С. 96 – 98.
6. Ruban I., Voropaeva N. et al./ Biologically active multifunctional nanochips and the method application thereof for production of high-quality seed. Патент США 2459518.- GAU: 3644, USA. 2012.

References

1. Kel'cev N.V. Osnovy adsorbcionnoj tehniki. M.: Himija, 1976. 511 s.
2. Muhin V.M., Tarasov A.V., Klushin V.N. Aktivnye ugli Rossii. M.: Metallurgija, 2000. 352 s.
3. Muhin V.M., Klushin V.N. Proizvodstvo i primenenie uglerodnyh adsorbentov. M.: RHTU im. D.I. Mendeleeva, 2012. 308 s.
4. Muhin V.M., Voropaeva N.L., Spiridonov Ju.Ja., Gur'janov V.V., Kireev S.G., Kurilkin A.A. Aktivnye ugli iz solomy sel'skohozjajstvennyh kul'tur i perspektivnye oblasti ih primenenija// Materialy Vserossijskoj konferencii s mezhdunarodnym uchastiem i simpoziuma «Aktual'nye problemy teorii adsorbcii, poristosti i adsorbcionnoj selektivnosti». 14-18 aprelja 2014 g., Moskva-Kljaz'ma. RAN – IFHJe – RAN. M. 2014.
5. Muhin V.M., Kurilkin A.A., Voropaeva N.L., Gur'janov V.V., Karpachjov V.V., Leksjukova K.V. Poluchenie aktivnyh uglej iz pervichnyh othodov sel'skohozjajstvennyh kul'tur i perspektivy ih primenenija // Uspehi v himii i himicheskoj tehnologii: Sb. nauchnyh trudov. M.: RHTU im. D.I. Mendeleeva, 24-27 nojabrja 2015 g. 2015. T. HHIH. № 8. S. 96 – 98.
6. Ruban I., Voropaeva N. et al./ Biologically active multifunctional nanochips and the method application thereof for production of high-quality seed. Patent SShA 2459518.- GAU: 3644, USA. 2012.

Mukhin V.M., Doctor of Engineering Sciences (Advanced Doctor), Professor,
Kurilkin A.A., Candidate of Engineering Sciences (Ph.D.),
JSC «Elektrostal SPE «Neorganika»,
Voropaeva N.L., Doctor of Chemical Sciences (Advanced Doctor), Professor,
FSBSI "All-Russian research Institute of rapeseed",
Spiridonov Yu.Ya., Doctor of Biological Sciences (Advanced Doctor), Professor,
Academician of the Russian Academy of Sciences,
FSBSI «All-Russian research Institute of phytopathology"

NEW ADSORBENTS ON BASIS OF AGRICULTURAL CROPS' STRAW FOR SOIL DETOXICATION

Abstract: the abundance of plant-originated wastes, including renewal yearly, is the high innovated source to receive useful products of large and little tonnage chemistry. The agricultural crops' straw producing into active carbons (AC) applicable with success in different fields of the industry and the agriculture is one of possible directs to use the agro-industrial complex (AIC) wastes for new functional materials with specific properties production.

The questions about these carbon adsorbents production are stated. So, the use of the sorbents on basis of rape straw in different agricultural technologies is showed.

Keywords: active carbons, physical and chemical properties, renewal plant raw material, rape straw, soil detoxication

Неуймин С.И., кандидат биологических наук, доцент,
ФГБУН Ботанический сад УрО РАН,
Темирбекова С.К., доктор биологических наук, профессор,
ФГБНУ ВНИИ фитопатологии,
Филатенко А.А., кандидат биологических наук,
ВНИИР им. Н.И. Вавилова

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ПЕРИОДИЧНОСТИ В ИЗУЧЕНИИ ВИДОВОГО СОСТАВА РАСТЕНИЙ (НА ПРИМЕРЕ РОДА *AGROPYRON* Gaertn.)

Аннотация: в статье рассмотрены принципы паспортизации видового состава рода житняка на территории Южного Урала. Проведены экспериментальные исследования биологической периодичности с использованием числового Идентификатора и результирующего показателя системы сжимающих отображений (*Pn* ССО). Изучены свойства периодической изменчивости частотности *Pn* ССО маркирующей проявления последовательностей составляющих элементов.

Ключевые слова: биологическая периодичность, частотность *Pn* ССО, последовательности составляющих элементов

Введение

Развитие современной науки порождает новые направления в изучении «биологической периодичности». Обозначены основные направления в поиске возможности классификации биологических объектов, напоминающих периодическую систему химических элементов (Соболев, 1914; Козо-Полянский, 1923; Заварзиным 1969, 1974; Урманцев, 1974; Майр, 1974; Любищев, 1982; Попов М.Г., 1983; Чайковский, 1986; Архангельский, 1996; Попов, 2005; Попов, 2008; Cope, 1868; Schimckewitsch, 1906; Lotsy, 1916; Willis, 1922, 1940; Stebbins, 1980; Lima de Faria, 1995 и др.).

Теория периодической системы элементов Д.И. Менделеева представляет собой классификацию химических элементов в соответствии с периодическим законом (Менделеев, 1869), обнаружившим периодическое изменение свойств химических элементов, преимущественно, с увеличением количества протонов ядра атомов. В современной трактовке закона Д.И. Менделеева подчеркивается постепенное изменение свойств элементов при переходе от одного периода к другому – периодическое повторение общих свойств. По мнению автора закона, периодическая система позволяет без специальных исследований узнавать о свойствах элементов только на основании известных свойств соседних по группе или периоду элементов.

Впервые использование свойств периодических повторений, а именно гомологичной изменчивости качественных признаков у различных видов и родов было предпринято в начале XX века. Закон гомологических рядов Н.И. Вавилова (1920) позволил систематизировать большой объем материала растительного происхождения. В последующем гомологичная изменчивость широко рассматривалась в классификации живых организмов. Особо подчеркивается гомология фенотипической изменчивости в группах различных таксонов, ключевую роль в которых играет радикал.

Е.Н. Синская (1961, с. 104) сожалела, что исследователи «редко обращают внимание на характер изменчивости в целом, на изменчивость разных компонентов популяции, а чаще следят только за изменчивостью отдельных признаков». Для развития этого направления популяционных и экологических исследований разработан новых подходов к формализации последовательностей составляющих элементов (ПСЭ) (Неуймин, Темирбекова, Филатенко, 2016; Neuymin, Katsman, 2016, Neuymin, Temirbekova, Montile, 2016).

Целью данной работы было продемонстрировать применение нового метода формализации последовательностей составляющих элементов при необходимости дифференциации биотипического состава популяций, видов или селекционного материала, любых категорий изменчивости, выраженной определенным рядом вариантов признаков.

В задачи исследований входило: Рассмотреть свойства периодической изменчивости частотности результирующего показателя системы сжимающих отображений (*Pn* ССО) в зависимости от числового Идентификатора, а также дать характеристику рядовой изменчивости комплекса признаков на примере рода *Agropyron* Gaerton.

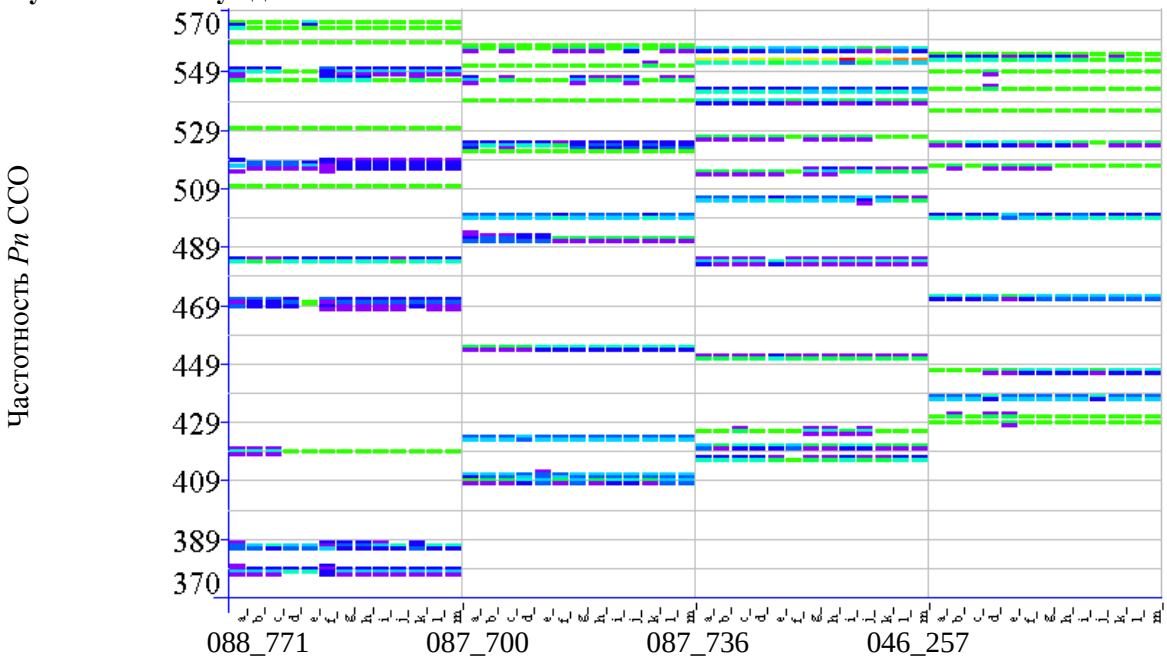
Материал и методы

Исходным материалом послужили сборы видов житняка *Agropyron* Gaertn. произрастающие на территории Южного Урала. Для анализа были выбраны типичные местообитания житняка, в высотном градиенте (гора Верблюжка, Беляевский район Оренбургская обл.). Таксономическая принадлежность изучаемых видов установлена в соответствии с системой злаков Н.Н. Цвелева (1976) (Цвелев, 1976). Измерение системы связанных

элементов (Неуймин, Темирбекова, Филатенко, 2016) проводилась в графическом пакете программы *Corel DRAW Graphics Suit* X3 (Неуймин, Темирбекова, Кошелева, 2011). Расчет радикального показателя системы сжатых отображений (Неуймин, 1991; Неуймин, Монтиле, Шавнин, 2006; Неуймин, Монтиле, Шавнин, 2007) по разработанному нами программному модулю *«Radical»* Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2016663118 «Программа обработки комплексов признаков биологических объектов для анализа полиморфизма и изменчивости в биосистемах» (Монтиле, Неуймин, Монтиле, 2016). Последующий анализ позиционной изменчивости частот *Pn* ССО – по Симпсону, (1948).

Результаты и обсуждения

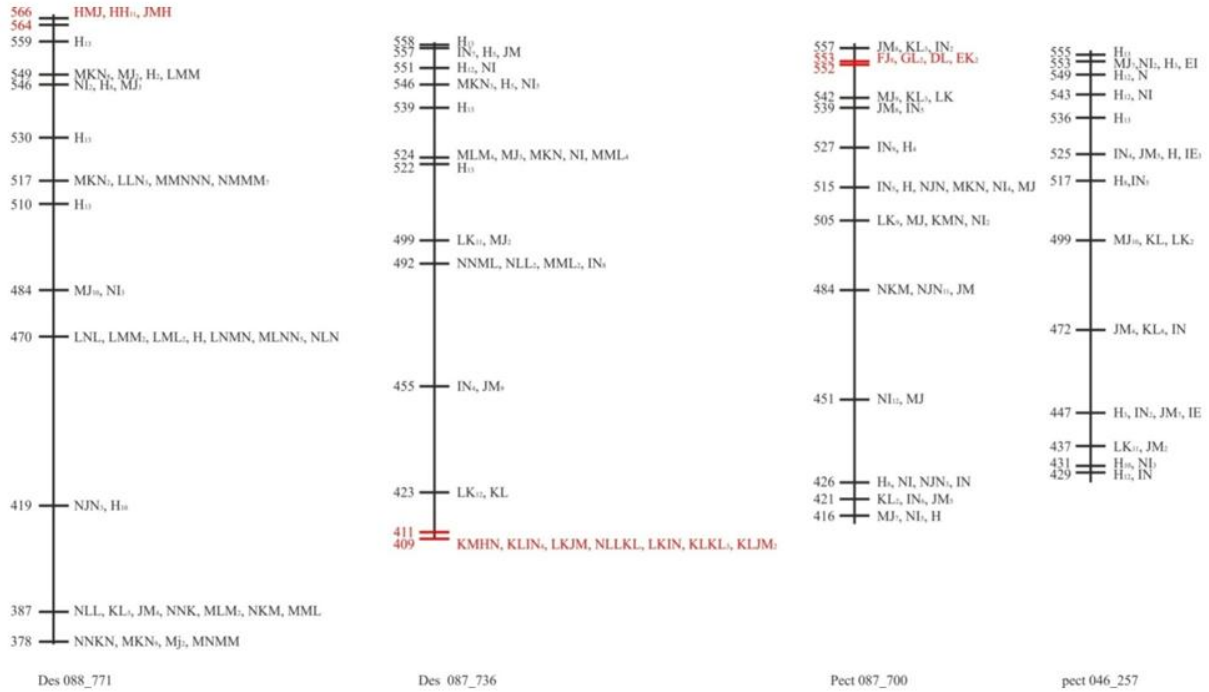
На рис. 1 приведен пример позиционной изменчивости частот результирующий показатель системы сжимающих отображений (*Pn* ССО) при последовательном исключении из анализа последовательностей составляющих элементов (ПСЭ) $\boldsymbol{S}a = (a_1, a_2, \ldots, a_S), \ldots, \boldsymbol{S}b = (b_1, b_2, \ldots, b_S), \ldots, \boldsymbol{S}n = (n_1, n_2, \ldots, n_S)$ (Neuymin, Katsman, 2016). Отмечены характерные позиционные изменения частот *Pn* ССО, однако, подавляющее количество частот в целом имеют рассеянные позиционные распределения. Закономерно встает вопрос о границах между ближайшими позициями частот *Pn* ССО. Приведены визуализированные данные позиционной изменчивости частот *Pn* ССО, кратных значению 0,0769231. В частности, установлены характерные позиционные распределения частот *Pn* ССО.



Sa, Sb,… Sm – исключение из анализа последовательностей составляющих элементов; Биотипы 088_771, 087_736 – *A. desertorum* (Fisch. ex Link) Schult.; биотипы 087_700 – *A. cristatum* subsp. *cristatum* (Bieb.) Tzvel.; 046_257 – *A. cristatum* subsp. *pectinatum* (Bieb.) Tzvel.

Рис. 1. Сопряженная изменчивость частот *Pn* ССО при последовательном исключении элементов своих признаков $\boldsymbol{S}a = a_1, a_2, \ldots, a_S$, $\boldsymbol{S}b = b_1, b_2, \ldots, b_S, \ldots, \boldsymbol{S}n = n_1, n_2, \ldots, n_S$

На рис. 2 приведен пример картирования элементов признаков, где в соответствии с величиной Идентификатора отмечаются типичные перераспределения позиций частот, имеющих соответствующие комплементарные сочетания буквенных символов кратных частоте 0,0769231.



Des 088_771 и *Des* 087_736 *Agropyron desertorum* (Fisch. ex Link) Schult.; *Pect* 087_700 *A. cristatum* subsp. *cristatum* (Bieb.) Tzvel.; *Pect* 046_257 *A. cristatum* subsp. *pectinatum* (Bieb.) Tzvel.
Рис. 2. Пример фенотипической карты биотипов видовых представителей житняка на Южном Урале

Соответственно представленные карты можно записать в виде формул:

Биотип D 088_771 378 NNKN, MKN_9, MJ_2, MNMM 487 NLL, KL_3, JM_4, MNK, MLM_2, NKM, MML 419 NJN_3, H_{10} 470 LNL, LMM_2, MLM_2, H, LNMN, $MLNN_5$, LNL 510 H_{13} 517 MKN_2, LLN_3, MMNNN, $NMMM_7$ 530 H_{13} 546 N_{I2}, H_8, MJ3 549 MKN_8, MJ_2, H_2, LMM 559 H_{13} 564, 566 HMJ, HH11, JMH.

Биотип 087_736 409, 411 KMHN, $KLIN_4$, LKJM, NLLKL, LKIN, $KLJM_2$, $KLKL_3$ 423 LK_{12}, KL 455 IN_4, JM_9 492 NNML, NLL_2, MML_2, IN_8 499 LK_{11}, MJ_2 522 H_{13} 524 MLM_4, MJ_3, MKN, MML_4, NI 539 H_{13} 546 MKN_3, H_5, NI_5 551 H_{12}, NI 557 IN_7, H_5, JM 558 H_{13}.

Биотип 087_700 557 JM_8, KL_3, IN_2, 553, 252 FJ_8, GI_2, DL, EK_2 542 MJ_9, LK_4 539 JM_8, IN_5 527 IN_9, H_4 515 IN_5, H_1, NJN, MKN, NI_4, MJ 505 LK_9, MJ, KMN, NI_2 484 NKM, NJN_{11}, JM 451 NI_{12}, MJ 426 H_8, NI_2, NJN_3 421 KL_2, IN_6, JM_5 416 MJ_7, NI_5, H.

Биотип 046_257 429 H_{12}, IN 431 H_{10}, NI_3 437 LK_{11}, JM_2 447 H_3, IN_2, JM_7, IE 472 JM_4, KL_8, IN 499 MJ_{10}, KL, LK_2 517 H_8, IN_5 525 IN_4, JM_5, H, IE_3 536 H_{13} 543 H_{12}, NI 549 $H1_2$, IN 553 MJ_7, NI_2, H_3, EI 555 H_{13}.

В представленных записях формул четко маркируются позиционные характеристики частот *Pn* ССО и соответствующие параметры частот в форме буквенных символов.

Представленные биотипы по всем перечисленным параметрам между собой существенно различаются, что вполне соответствует характеру расположения элементов признаков. В то же время представленные биотипы имеют специфичные характеристики процентного соотношения частот в зависимости от видовой принадлежности (рис. 3, рис. 4).

Наиболее показательными при сравнении частот *Pn* ССО являются соответствующие выражения в процентах. Данные соотношения имеют характерную специфику в комбинациях частот. Так, буквенные символы биотипа 088_771 и 087_736 отличаются более длинными частотными сочетаниями (Рисунок 3), в то время как биотип 087_700 и 046_257 характеризуются другим сочетанием буквенных символов (рис. 4).

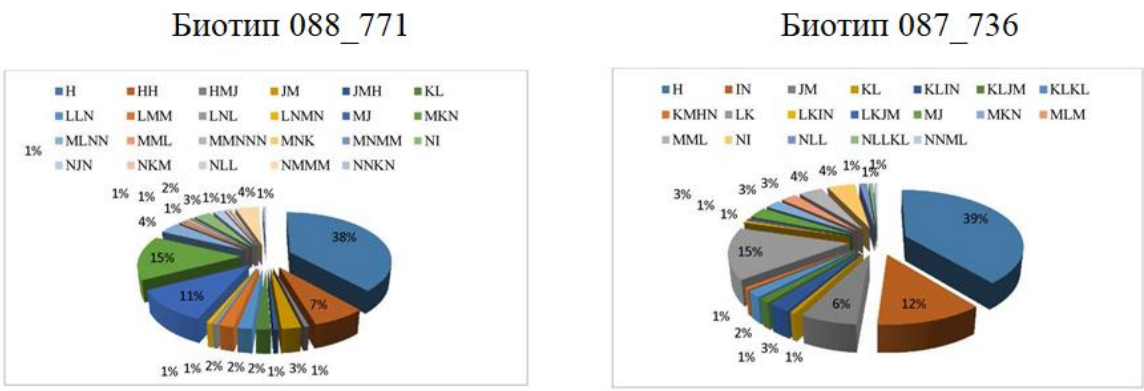


Рис. 3. Процентное соотношение частот *Pn* ССО, *Agropyron desertorum* (Fisch. ex Link) Schult.

Рис. 4. Процентное соотношение частот *Pn* ССО, *Cris* 087_700 *A. cristatum* subsp. *cristatum* (Bieb.) Tzvel.; *Pect* 046_257 *A. cristatum* subsp. *pectinatum* (Bieb.) Tzvel.

С целью систематизации морфогенетического разнообразия видов житняка проведем кластеризацию маркерных частот *Pn* ССО по Симпсону методом дальнего соседа.

На рис. 5 приведены морфогенетические дистанции между выявленными группировками житняка

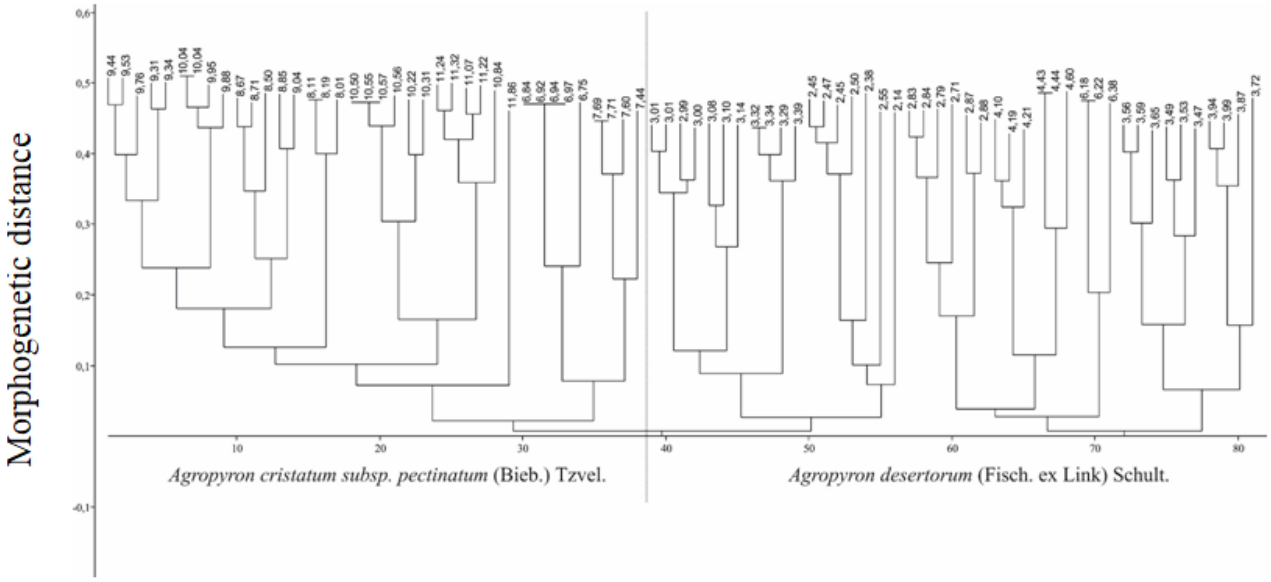


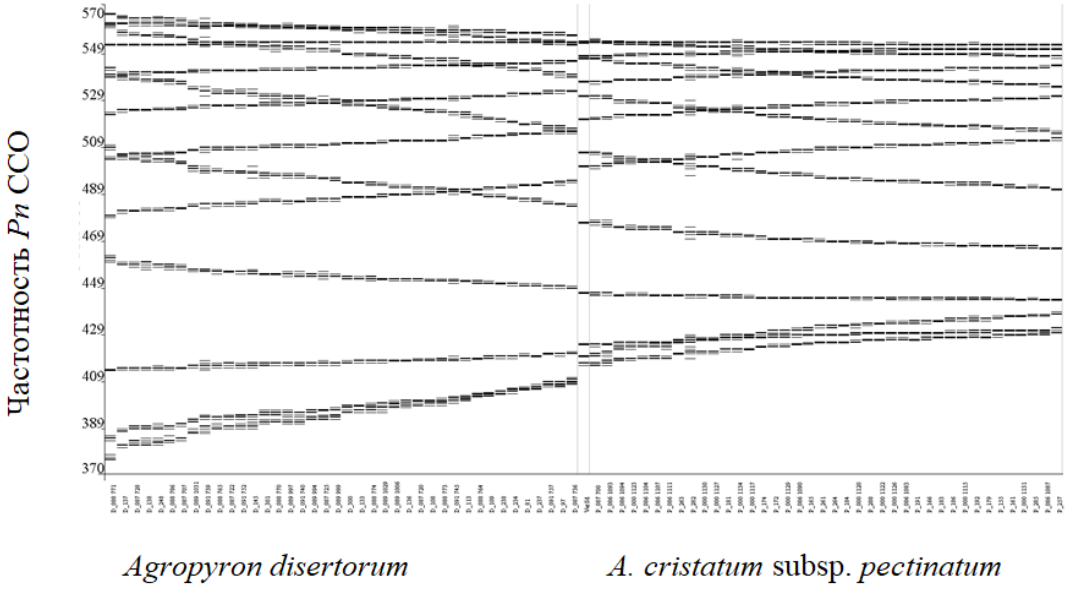
Рис. 5. Видовая и внутривидовая дифференциация видов житняка по Симпсону методом дальнего соседа с использованием маркерных частот Рп ССО кратных значению «0,0769231»

В целом по всей выборке определенно выделяется два крупных кластера, относящихся к двум видам *Agropyron desertorum* и *A. cristatum*. В пределах видов (этих кластеров) выделяются под-

группы биотипов, дифференцированные по числовому Идентификатору.

В соответствии с вариационным рядом Рисунок 6, прослеживается прямая зависимость между величиной Идентификатора (*Rad*) и внешними морфологическими проявлениями признаков. Выявлена прямая зависимость между числовой величиной Идентификатора и расположением частот результирующего показателя системы сжимающих отображений, а также постепенное изменение расположения частот по мере увеличения числового значения Идентификатора (Рисунок 7). По нашему мнению, полученная зависимость в расположении частот позволяет проводить дальнейшую классификацию с использованием *Pn* ССО.

Фото – фрагменты колоса житняков; *Rad* – числовой Идентификатор;
Pn ССО – результирующий показатель системы сжимающих отображений.
Рис. 6. Рядовая изменчивость биотипов житняка песчаного *Agropyron desertorum* (Fisch. ex Link) Schult. и житняка гребневидного *Agropyron cristatum* subsp. *pectinatum* (Bieb.) Tzvel., с показателями *Rad* и *Pn* ССО (Колосья расположены по возрастанию величины числового Идентификатора



Agropyron desertorum (Fisch. ex Link) Schult. (Биотипы D_088 771…D_087_736);
Agropyron cristatum subsp. *pectinatum* (Bieb.) Tzvel. (Биотипы P_087_700…P_257)
Рис. 7. Дифференциация видов житняка по числовому Идентификатору

Показатель «*Pn* ССО» – позволяет дифференцировать внутривидовое многообразие и облегчает его классификацию. По распределению частот возможно выявлять гомологичные частоты *Pn* ССО на основании известных характеристик соседних групп или периоду частот.

Таким образом, выявлена одна из закономерностей проявления частот *Pn* ССО, в которой периодическое изменение их позиций связано с числовым Идентификатором (*Rad*). По числовому Идентификатору можно различать виды, а также определять внутривидовую изменчивость. Постепенное изменение позиций частот при переходе от одного таксона к другому выявляет характерные группы со сходными свойствами. На примере рода житняка *Agropyron* Gaertn. подтверждено, что новые показатели позволяют дифференцировать внутривидовое многообразие, а также выделять гомологичные (совпадающие) блоки в соседних биотипических группах. Они могут быть использованы также при изучении генотипической и фенотипической изменчивости любых таксономических групп растений.

В зависимости от видовой принадлежности и исключаемых последовательностей элементов наблюдается специфичный вклад в сопряженную изменчивость вариант частот *Pn* ССО. На межвидовом уровне последовательное исключение вариант ПСЭ ($\boldsymbol{S}a = (a_1, a_2, \ldots, a_S)$, $\boldsymbol{S}b = (b_1, b_2, \ldots, b_S), \ldots$, $\boldsymbol{S}n = (n_1, n_2, \ldots, n_S)$) существенно не влияет на среднее значение частот *Pn* ССО. Наиболее информативным и видоспецифичным при паспортизации внутрипопуляционного разнообразия, является анализ частот с использованием показателя популяционной изменчивости Л.А. Животовского.

На основе показателей частот *Pn* ССО и выявлении позиций гомологичных блоков впервые стало возможным использование современных методов кластеризации комплекса морфологических признаков. Комплексное картирование элементов признаков позволит создать базу ботанических данных, по которой легко ориентироваться во множестве живых организмов с их организацией разной степени сложности, оно позволит обширный описательный материал дифференцировать, выявляя гомологию в развитии близкородственных таксонов.

Литература

1. Заварзин Г.А. Несовместимость признаков и теория биологической системы // Журн. общ. биол. Т. 30., 1969. С. 33 – 41.

2. Заварзин, Г.А. Фенотипическая систематика бактерий. Пространство логических возможностей. М.: Наука., 1974. 142 с.

3. Козо-Полянский Б.М. Новый принцип биологии. Очерк теории симбиогенеза. М.: Пучина., 1924. 147 с.

4. Любищев, А.А. Проблемы формы, систематики и эволюции организмов: Сб. ст. Ред. С.В. Мейен, Ю.В. Чайковский. М.: Наука., 1982. 277 с.

5. Майр Э. Популяции, виды и эволюция. М.: Мир, 1974. 460 с.

6. Неуймин С.И. Система изменчивости пшеницы эфиопской (*Triticum aethiopicum* Jakubz.): автореф. … канд.биол. наук. Ленинград, 1991. С. 19.

7. Неуймин С.И., Монтиле А.И., Шавнин С.А. Модель сжатия совокупности и эпигенетических признаков растений в виде интегрального показателя // Математическая биология и биоинформатика: I Международная конференция, г.Пущино, 9-15 октября 2006 г.: Доклады / Под ред. В.Д. Лахно. М.: МАКС Пресс, 2006. С. 162 – 163.

8. Неуймин С.И., Монтиле А.И., Шавнин С.А. Модель сжатия совокупности эпигенетических признаков растений в виде интегрального показателя // Электронный журнал «Математическая биология и биоинформатика» 200. Т. 2. №1. С. 154 – 159.

9. Неуймин С.И., Темирбекова С.К., Кошелева Е.А. Новый подход к анализу пространственно ориентированных параметров генеративной сферы (на примере рода *Agropyron* Gaertner) // В сб. Культурные растения для устойчивого сельского хозяйства в XXI веке (иммунитет, селекция, интродукция): к 110-летию академика ВАСХНИЛ и Россельхозакадемии М.С. Дунина: Куликов И.М., Пивоваров В.Ф., Темирбекова С.К., Казаков О.Г. Москва, 2011. С. 270 – 273.

10. Неуймин С.И., Темирбекова С.К., Филатенко А.А. Биоразнообразие и принципы паспортизации экотипического полиморфизма *Agropyron cristatum* subsp. *pectinatum* (Fish. ex Link) Tzvel. и *A. desertorum* (Fish. ex Link) Schult. // Фундаментальные и прикладные исследования в биоорганическом сельском хозяйстве России, СНГ и ЕС. Международная научно-практическая конференция (9-12 августа 2016 года). Материалы докладов, сообщений. М., 2016. Т. 2. С. 350 – 355.

11. Попов И.Ю. Периодические системы и периодический закон в биологии. СПб., М.: КМК, 2008. 223 с.

12. Попов М.Г. Филогения. Флорогенетика. Флорогеография. Систематика // Избр. тр. в 2-х ч. Киев: Наукова думка. Ч. 1., 1983. 478 с.Ч. 2. 279 с.

13. Симпсон Д.Г. Термины и формы эволюции : пер. с англ. М.Л. Бельговского, В.В. Хвостовой со вступ. ст. А.А. Парамонова. М.: Иностр. лит., 1948. 356 с.

14. Синская Е.Н. Об уровнях группового приспособления и растительных популяциях // Проблема популяций у высших растений: тр. ВИР. Л., 1961б. Вып. 1. С. 54 – 69.

15. Соболев Д.Н. Наброски по филогении гониатитов // Изв. Варшавского политехн. ин-та Имп. Николая II. 1914. Вып. 1. С. 1 – 191.

16. Урманцев Ю.А. Симметрия природы и природа симметрии. М.: Мысль,1974. 230 с.

17. Цвелев, Н.Н. Злаки СССР. Л.: Наука, 1976. 788 с.

18. Cope, E.D. On the Origin of Genera // Proc. of Acad. of Nat. Sci. of Philadelphia. 1868. №4. P. 242 – 305.

19. Lima de Faria, A. Biological periodicity: Its molecular mechanism and evolutionary implicationa // Greenwich: Conn. JAI Press. USA. XXII., 1995. 366 p.

20. Lotsy J.P. Evolution by means of hybridisation. Hague: Martinus Nijhoff, 1916. 166 p.

21. Neuymin S., Temirbekova S., Meontile A. Variability of elementarary frequency characteristics of radical index in the system of contracted reflected in classification of wheat grass types // Proceedings of the XVII International Academic Congress "History, Problems and Prospects of Development of Modern Civilization"(Japan, Tokyo, 25-27 January 2016). “Tokyo University Press”, 2016. P. 257 – 270.

22. Neuymin S., Katsman S. The structural and mathematical analysis of complexes of systems of the connected elements of indicftion in biological systems // Proceedings of the XV International Academic Congress "Fundamental and Applied Studies in the Modern World" (United Kingdom, Oxford, 8-10 July 2016). “Oxford University Press”, 2016. P. 239 – 254.

23. Schimckewitch W.l. Ueber die Periodizät in dem System der Pantopoden Wl. Schimckewitch // Zoologischer Anzeiger. 1906. B. 30. S. 1 – 22.

24. Stebbins G.L. Botany and the synthetic theory of evolution / G.L. Stebbins // The evolutionary synthesis: perspectives on the unification of biology Eds. Mayr E., Provine W. Cambridge (Mass.): Harvard Univ. press., 1980. P. 139 – 153.

25. Willis J.C. Age and Area // Cambridge: Cambridge Univ. Press., 1922. 259 p.

26. Willis J.C. The course of evolution by differentiation or divergent mutation rather than by selection // Cambridge: Cambridge Univ. press., 1940. 207 p.

References

1. Zavarzin G.A. Nesovmestimost' priznakov i teorija biologicheskoj sistemy // Zhurn. obshh. biol. T. 30., 1969. S. 33 – 41.

2. Zavarzin, G.A. Fenotipicheskaja sistematika bakterij. Prostranstvo logicheskih vozmozhnostej. M.: Nauka., 1974. 142 s.

3. Kozo-Poljanskij B.M. Novyj princip biologii. Ocherk teorii simbiogeneza. M.: Puchina., 1924. 147 s.

4. Ljubishhev, A.A. Problemy formy, sistematiki i jevoljucii organizmov: Sb. st. Red. S.V. Mejen, Ju.V. Chajkovskij. M.: Nauka., 1982. 277 s.

5. Majr Je. Populjacii, vidy i jevoljucija. M.: Mir, 1974. 460 s.

6. Neujmin S.I. Sistema izmenchivosti pshenicy jefiopskoj (Triticum aethiopicum Jakubz.): avtoref. … kand.biol. nauk. Leningrad, 1991. S. 19.

7. Neujmin S.I., Montile A.I., Shavnin S.A. Model' szhatija sovokupnosti i jepigeneticheskih priznakov rastenij v vide integral'nogo pokazatelja // Matematicheskaja biologija i bioinformatika: I Mezhdunarodnaja konferencija, g.Pushhino, 9-15 oktjabrja 2006 g.: Doklady / Pod red. V.D. Lahno. M.: MAKS Press, 2006. S. 162 – 163.

8. Neujmin S.I., Montile A.I., Shavnin S.A. Model' szhatija sovokupnosti jepigeneticheskih priznakov rastenij v vide integral'nogo pokazatelja // Jelektronnyj zhurnal «Matematicheskaja biologija i bioinformatika» 200. T. 2. №1. S. 154 – 159.

9. Neujmin S.I., Temirbekova S.K., Kosheleva E.A. Novyj podhod k analizu prostranstvenno orientirovannyh parametrov generativnoj sfery (na primere roda Agropyron Gaertner) // V sb. Kul'turnye rastenija dlja ustojchivogo sel'skogo hozjajstva v XXI veke (immunitet, selekcija, introdukcija): k 110-letiju akademika VASHNIL i Rossel'hozakademii M.S. Dunina: Kulikov I.M., Pivovarov V.F., Temirbekova S.K., Kazakov O.G. Moskva, 2011. S. 270 – 273.

10. Neujmin S.I., Temirbekova S.K., Filatenko A.A. Bioraznoobrazie i principy pasportizacii jekotipicheskogo polimorfizma Agropyron cristatum subsp. pectinatum (Fish. ex Link) Tzvel. i A. desertorum (Fish. ex Link) Schult. // Fundamental'nye i prikladnye issledovanija v bioorganicheskom sel'skom hozjajstve Rossii, SNG i ES. Mezhdunarodnaja nauchno-prakticheskaja konferencija (9-12 avgusta 2016 goda). Materialy dokladov, soobshhenij. M., 2016. T. 2. C. 350 – 355.

11. Popov I.Ju. Periodicheskie sistemy i periodicheskij zakon v biologii. SPb., M.: KMK, 2008. 223 s.

12. Popov M.G. Filogenija. Florogenetika. Florogeografija. Sistematika // Izbr. tr. v 2-h ch. Kiev: Naukova dumka. Ch. 1., 1983. 478 s.Ch. 2. 279 s.

13. Simpson D.G. Terminy i formy jevoljucii : per. s angl. M.L. Bel'govskogo, V.V. Hvostovoj so vstup. st. A.A. Paramonova. M.: Inostr. lit., 1948. 356 s.

14. Sinskaja E.N. Ob urovnjah gruppovogo prisposoblenija i rastitel'nyh populjacijah // Problema populjacij u vysshih rastenij: tr. VIR. L., 1961b. Vyp. 1. S. 54 – 69.

15. Sobolev D.N. Nabroski po filogenii goniatitov // Izv. Varshavskogo politehn. in-ta Imp. Nikolaja II. 1914. Vyp. 1. S. 1 – 191.

16. Urmancev Ju.A. Simmetrija prirody i priroda simmetrii. M.: Mysl',1974. 230 s.

17. Cvelev, N.N. Zlaki SSSR. L.: Nauka, 1976. 788 s.

18. Cope, E.D. On the Origin of Genera // Proc. of Acad. of Nat. Sci. of Philadelphia. 1868. №4. P. 242 – 305.

19. Lima de Faria, A. Biological periodicity: Its molecular mechanism and evolutionary implicationa // Greenwich: Conn. JAI Press. USA. XXII., 1995. 366 p.

20. Lotsy J.P. Evolution by means of hybridisation. Hague: Martinus Nijhoff, 1916. 166 p.

21. Neuymin S., Temirbekova S., Meontile A. Variability of elementarary frequency characteristics of radical index in the system of contracted reflected in classification of wheat grass types // Proceedings of the XVII International Academic Congress "History, Problems and Prospects of Development of Modern Civilization"(Japan, Tokyo, 25-27 January 2016). “Tokyo University Press”, 2016. P. 257 – 270.

22. Neuymin S., Katsman S. The structural and mathematical analysis of complexes of systems of the connected elements of indicftion in biological systems // Proceedings of the XV International Academic Congress "Fundamental and Applied Studies in the Modern World" (United Kingdom, Oxford, 8-10 July 2016). “Oxford University Press”, 2016. P. 239 – 254.

23. Schimckewitch W.l. Ueber die Periodizät in dem System der Pantopoden Wl. Schimckewitch // Zoologischer Anzeiger. 1906. B. 30. S. 1 – 22.

24. Stebbins G.L. Botany and the synthetic theory of evolution / G.L. Stebbins // The evolutionary synthesis: perspectives on the unification of biology Eds. Mayr E., Provine W. Cambridge (Mass.): Harvard Univ. press., 1980. P. 139 – 153.

25. Willis J.C. Age and Area // Cambridge: Cambridge Univ. Press., 1922. 259 p.

26. Willis J.C. The course of evolution by differentiation or divergent mutation rather than by selection // Cambridge: Cambridge Univ. press., 1940. 207 p.

Neuymin S.I., Candidate of Biological Sciences (Ph.D.), Associate Professor,
«Botanical Garden UB RAS»,
Temirbekova S.K., Doctor of Biological Sciences (Advanced Doctor), Professor,
Institute of Phytopathology,
Filatenko A.A., Candidate of Biological Sciences (Ph.D.),
All-Russian Institute of Plant Industry after name N.I. Vavilov

USE OF BIOLOGICAL FREQUENCY IN STUDYING OF SPECIFIC STRUCTURE OF PLANTS (ON THE EXAMPLE OF THE SORT *AGROPYRON* Gaertn.)

Abstract: in article the principles of certification of specific structure of a sort of a zhitnyak in the territory of South Ural are considered. Pilot studies of biological frequency with use of the numerical Identifier and a resultant indicator of system of the squeezing displays (Ri SSD) are conducted. Properties of periodic variability of rate of Ri SSD marking external manifestations of the sequences of the making elements are studied.

Keywords: biological frequency, rate of Ri SSD, the sequence of the making elements

Панычева Ю.С., аспирант,
ФГБНУ ВНИИ сельскохозяйственной биотехнологии

СЕЛЕКЦИЯ РАСТЕНИЙ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ НА УСТОЙЧИВОСТЬ К БАКТЕРИОЗАМ: ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ РЕШЕНИЯ

Аннотация: в статье рассмотрены вопросы оценки реакции растений сахарной свеклы на заражение фитопатогенными бактериями и отбора устойчивых форм для последующего использования в селекционном процессе.

Ключевые слова: генетические ресурсы, фитопатогенные бактерии, заражение, отбор, селекция

По данным на 2015 год 12% всего произведённого в мире сахара произведено из сахарной свёклы, 88% - из сахарного тростника. В XX веке сахарную свёклу выращивают в основном в странах с умеренным климатом. В 2015 году в мире было произведено 167,5 миллионов тонн сахара. Прогноз на 2016 год составлял до 173,7 млн. тонн. Крупнейшие мировые производители сахара – Бразилия (35 млн. тонн в год) и Индия (27 млн. тонн.). Россия в этом списке занимает 9 место. [http://мниап.рф/analytics/Mirovoj-rynok-sahara/].

В 2016 году валовый сбор сахарной свёклы в России составил 48,3 млн. тонн, что стало абсолютным рекордом [http://www.rosbj.ru/2017/02/27/1243-производство-сахара-в-россии-в-2016-году/]. Вместе с ростом валовых сборов нарастают и негативные тенденции – из-за высокой насыщенности севооборотов сахарной свеклы усиливается вредоносность болезней, в том числе, вызываемых устойчивыми к фунгицидам грибами (например рода *Fusarium*), многочисленными вирусами и бактериями, поражающими свеклу. Сахарная свекла поражается с заметным экономическим ущербом по меньшей мере 43 видами фитопатогенных грибов, 13 видами вирусов, 10 видами нематод, 2 видами спироплаз и фитопразм, и 11 видами бактерий (Compendium of Beet Disease… 2009).

Бактериальные патогены вызывают болезни различной этиологии: от «корончатого галла» или рака корней до листовой пятнистости. Примерно 10 лет назад появились первые сообщения об усилении вредоносности бактериозов в южных регионах России, в том числе о заболевании, получившем название «сосудистый бактериоз сахарной свеклы» (Путилина и др. 2016а; Путилина и др. 2016б; Селиванова, 2013). Причина заболевания приписана поражению растений комплексом фитопатогенных бактерий *Pectobacterium spp., Pseudomonas spp., Bacillus mesentericus и Pantoea agglomerans.* Однако, не приведено данных, показывающих, что при искусственном заражении этими патогенами на растениях вызываются симптомы «сосудистого бактериоза», и необходима более точная идентификация возбудителей нового заболевания. Также, расширяется поражение растений бактериальными листовыми пятнистостями и бактериальным раком. В связи с усилением в России вредоносности бактериальных болезней сахарной свеклы, вызываемых различными группами бактерий, необходима точная идентификация патогенов, изучение путей их распространения, сохранения, и разработка мер борьбы, ограничивающих распространение и обеспечивающих снижение ущерба от бактериальных болезней. Использование устойчивых сортов является одним из наиболее перспективных путей снижения потерь урожая. Поиск генотипов сахарной свеклы устойчивых к бактериальным патогенам осложнен отсутствием типовых штаммов патогенов для заражения растений, рекомендованных методов проведения заражения растений и их ранжирования по реакции, и недостатком информации о сортах сахарной свеклы в отношении устойчивости к бактериозам.

Объектом исследований служили коллекция фитопатогенных бактерий, включая 26 изолятов возбудителей бактериального ожога листьев *Pseudomonas syringae* pv. *aptata,* возбудителей корневой гнили (5 изолятов *Pectobacterium atrosepticum* 2 изолята *P. betavasculorum),* и 54 генотипа сахарной свеклы, полученные от различных селекционных компаний.

Бактерии

Выделение бактерий из пораженных образцов растений проводили общепринятыми в фитобактериологии методами (Schaad et al., 2001). Листья и стебли, и другие органы растений многократно промывали водой, после чего размельчали в стерильной ступке в стерильной воде, выдерживали 20-30 мин, вновь гомогенизировали, и несколько капель полученного гомогената высевали на полуселективные питательные среды. Выросшие отдельные колонии бактерий пересевали на питательные среды, проверяли на чистоту и закладывали на хранение методом криоконсервации в питательном бульоне с глицерином при минус 80°C.

Видовой статус изолятов бактерий, выделенных из пораженных растений и определенных до вида в соответствии с их морфологическими, био-

химическими признаками и патогенностью, подтверждали при помощи специфичной ПЦР. В качестве контроля использовали типовые штаммы, полученные из Международных коллекций или Коллекции микроорганизмов ВНИИФ.

Выделение ДНК

Выделение ДНК проводили при использовании стандартной методики SDS-CTAB (Wilson 1987). Небольшое количество биомассы бактерий, выращенной на агаризованной среде LB в течении 36 часов при 28°С суспендировали в 400 мкл буфера (50 мМ трис-HCl, pH8.0; 10 мМ ЭДТА; 50 мкг/мл панкреатической РНКазы) до получения гомогенной суспензии. Затем к полученной суспезии добавляли 30 мкл лизирующего буфера (1% додецил сульфата натрия), 100 мкл 3М раствора хлорида натрия, и 80 мкл 10% раствора цетилтриметиламмоний бромида (CTAB). Далее смесь инкубируют при 65 оС в течение 5-10 минут, затем охлаждают до температуры 20-25°С и добавляют равное количество хлороформа. Смесь центрифугируют при 14000 об/мин в течение 10 минут. Надосадочную жидкость переносили в новую микроцентрифужную пробирку, добавляли 2,5 объема 96% этанола и далее осаждали, промывали и растворяли ДНК. Концентрация ДНК в получаемых препаратах составляла не мене 30 мкг/мл. Полученные препараты ДНК с отношением λ260: λ280 приблизительно 1.8 использовали для ПЦР амплификации.

ПЦР идентификация возбудителей бактериозов свеклы

Для рода *Pectobacterium* первичная селекция изолятов проводилась по разжижению пектата натрия и мацерации тканей ломтиков картофеля.

Диагностику *Pectobacterium atrosepticum* и *P. betavasculorum* проводили при помощи классического ПЦР анализа с праймерами ERWFOR (5'-ACG CAT GAA ATC GGC CAT GC –3') и ATROREW (5'-ATC GAT ATT TGA TTG TC-3') с целевым продуктом 389 п.о. (Smid et al., 1995), Y45 (5'-TCA CCG GAC GCC GAA CTG TGG CGT-3') и Y46 (5'-TCG CCA ACG TTC AGC AGA ACA AGT-3') с продуктом длинной 438 п.о. (Frechon et al., 1995), и Eca1f (5'-CGG CAT CAT AAA AAC ACG-3') и Eca2r (5'-GCA CAC TTC ATC CAG CGA-3') с продуктом 690 п.о. (de Boer and Ward 1995).

Патоварианты *Pseudomonas syringae*, родственные *P. syringae* pv. *aptata* являются причиной многих болезней растений. Классические методы обнаружения и идентификации *P. syringae* полагаются на выделение бактерии в питательной среде и результатах физиологических (биохимических и вирулентности) тестов. Для бактерий рода рода *Pseudomonas* первичный биохимический анализ проводили по системе LOPAT (L-леван, O-оксидаза, P-мацерация ломтика картофеля, A-аргининдигидролаза, T-реакция сверхчувствительности растений табака).

Тест на оксидазу проводили методом Ковача (Kovacs, 1956). Бактерии выращивали на питательной среде с 1%-ным раствором глюкозы. Петлю бактериальной массы помещали на фильтровальную бумагу, пропитанную 1% раствором тетраметилпарафенилендиамино дигидрохлорида. Окраска пурпурного цвета через 10 с указывала на положительную реакцию. Наличие аргининдигидролазы определяли на среде включающей пептон (1,0 г/л), NaCl (5,0 г/л), K2HPO4 (0,3 г/л), L-аргинин солянокислый (10,0 г/л), феноловый красный (3,0 г/л) при pH-7.2. После посева на поверхность среды наслаивали вазелиновое масло. Положительная реакция проявлялась в виде появления красного окрашивания через 4-7 дней. Инокулюмом для постановки биохимических и физиологических тестов служила суспензия бактерий, приготовленная из 48-часовой культуры, выращенной при 28°С на YDC агаре.

Условия ПЦР для амплификации фрагмента гена hrpL у P. syringae pv. aptata

Последовательности праймеров для секвенирования были описаны ранее: hrpL1 (5_-GCGAGTTGGTTCCAGACAG-3_) и hrpL2 (5_-GGTTATCGCTATAGGGCTTGC-3_) (Kerkoud et al., 2002). ПЦР проводили в 25-мкл реакционного объема. 2 мкл бактериальной ДНК были добавлены к ПЦР реакционной смеси, состоящей из ПЦР-буфера, 3 мМ MgCl2; дАТФ, дЦТФ, дГТФ, и дТТФ (0,25 мм каждого), 20 пмоль каждого праймера , и 0,5 единицы ДНК-полимеразы Taq. ПЦР-амплификацию проводили в амплификаторе Eppendorf Personal Gradient (Германия) следующим образом: начальный шаг денатурации при 94° С в течение 2 мин, затем 35 циклов 94° С в течение 30 сек, 58° С в течение 30 сек, 72° С 1 мин, а окончательный синтез при 72° С в течение 4 мин. ПЦР фрагменты были разделены горизонтальным электрофорезом в 2% агарозном геле в буфере TBE. Гель окрашивали бромистым этидием (1 мкг мл-1) и документировали с помощью UVP-DocIt.

Оценка устойчивости растений

Реакция растений оценивалась на стадии 4-6 настоящих листьев при температуре окружающей среды 25/18оС (день/ночь) и естественном освещении в условиях июня –августа. Стерилизацию семян сахарной свеклы перед посевом проводили 10% раствором гипохлорита натрия с экспозицией 8 мин и дальнейшей трехкратной промывкой стерильной дистиллированной водой.

Инокулюм для наиболее агрессивных по результатам предварительной оценки изолятов каждого вида (по 1 на вид) получали на питательной

среде УДС в течении 48 ч при 28°С и доводили до концентрации 10^9, 10^8 и 10^7 КОИ/мл. Заражение растений проводили инъекцией в среднюю жилку 2 и 3 листа. Симптомы оценивали через 14 дней после заражения по шкале от 0 (нет заражения) до 9 (гибель растения) баллов.

Результаты

Растения сахарной свеклы показывали в основном однородную и воспроизводимую реакцию при заражении фитопатогенными бактериями. Установлено, что при низких концентрациях инокулюма (10^7 КОИ/мл) патогенов многие изучаемые генотипы сахарной свеклы были устойчивы и средневосприимчивы. При высоких концентрациях (10^9 и 10^8 КОИ/мл) почти все генотипы восприимчивы, хотя и наблюдался некоторый внутрисортовой разброс в реакции растений. В табл. 1 представлены усредненные результаты оценки генотипов сахарной свеклы на действие фитопатогенов при низкой концентрации инокулюма.

Таблица 1

Суммарная оценка 54 генотипов сахарной свеклы на действие 3-х бактериальных патогенов *Pseudomonas syringae* pv. *aptata, Pectobacterium atrosepticum* и *P. betavasculorum*

Группа реакции	Число образцов в каждой группе					
	Pseudomonas syringae pv. *aptata*	*Pectobacterium atrosepticum*	*P. betavasculorum*			
Устойчивые	8	2	0			
Средневосприимчивые	14	5	14			
Восприимчивые	32	47	40			

Среди изученных генотипов наиболее устойчивыми к патогенам (группы устойчивые или средневосприимчивые по 3 патогенам) были «Амели», Байкал, «Белино», «Завиша», «Милорд», «Рамоза» (ВНИИССиС), «Смена» (Льговская ОС) и «Сильветта».

При ранее проведенных исследованиях, было показано, что линии сахарной свеклы, устойчивые к фузариозному увяданию USH9 и USH10 более восприимчивы к бактериозам, чем стародавние сорта, таким образом, внедрение новых урожайных и устойчивых к грибным заболеваниям гибридов приводит к усилению развития бактериозов. В США были получены линии, совмещавшие устойчивость к фузариозному увяданию и бактериозу корнеплодов (например USHI I) (Whitney and Lewellen 1978). Оценка современных сортов на устойчивость к бактериозам поможет снизить потери, причиняемые этими новыми для РФ заболеваниями сахарной свеклы.

Литература

1. Путилина Л.Н., Селиванова Г.А., Минакова О.А. Сосудистый бактериоз сахарной свёклы и меры ограничения его развития в ЦЧР // Сахар. 2016. №5. С. 29 – 32.

2. Путилина Л.Н. и др. Технологическая оценка сахарной свеклы, инфицированной возбудителями сосудистого бактериоза в период вегетации // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2016. №3 (69).

3. Селиванова Г.А. Причины широкого распространения корневых гнилей в ЦЧР // Сахарная свекла. 2013. №5. С. 27 – 31.

4. Compendium of Beet Diseases and Pests, 2nd ed., Eds.: Robert M. Harveson, Linda E. Hanson, Gary L. Hein. 2009, APS Press, 140 pp. ISBN-10: 0890543658

5. De Boer S. H. and L. J. Ward.. PCR detection of Erwinia carotovora subsp. atroseptica associated with potato tissue // Phytopathology. 1995. Т. 85. №8. С. 854 – 858.

6. Frechon D. et al. Evaluation of a PCR kit for the detection ofErwinia carotovora subsp. atroseptica on potato tubers // Potato research. 1998. Т. 41. №2. С. 163 – 173.

7. Kerkoud M., Manceau C., Paulin J. P. Rapid diagnosis of Pseudomonas syringae pv. papulans, the causal agent of blister spot of apple, by polymerase chain reaction using specifically designed hrpL gene primers // Phytopathology. 2002. Т. 92. №10. С. 1077 – 1083.

8. Schaad N.W. et al. Laboratory guide for the identification of plant pathogenic bacteria. American Phytopathological Society (APS Press), 2001. №Ed. 3.

9. Smid E.J., Jansen A.H.J., Gorris L.G. M. Detection of Erwinia carotovora subsp. atroseptica and Erwinia chrysanthemi in potato tubers using polymerase chain reaction // Plant pathology. 1995. Т. 44. №6. С. 1058 – 1069.

10. Whitney E. D., and Lewellen R. T. Bacterial vascular necrosis and rot of sugarbeet: genetic vulnerability and selecting for resistance // Phytopathology.1978.T. 68. C. 657 – 661.

11. Wilson K. Preparation of genomic DNA from bacteria //Current protocols in molecular biology. 1987. C. 2.4. 1-2.4. 5.

References

1. Putilina L.N., Selivanova G.A., Minakova O.A. Sosudistyj bakterioz saharnoj svjokly i mery ogranichenija ego razvitija v CChR // Sahar. 2016. №5. S. 29 – 32.

2. Putilina L.N. i dr. Tehnologicheskaja ocenka saharnoj svekly, inficirovannoj vozbuditeljami sosudistogo bakterioza v period vegetacii // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernyh tehnologij. 2016. №3 (69).

3. Selivanova G.A. Prichiny shirokogo rasprostranenija kornevyh gnilej v CChR // Saharnaja svekla. 2013. №5. S. 27 – 31.

4. Compendium of Beet Diseases and Pests, 2nd ed., Eds.: Robert M. Harveson, Linda E. Hanson, Gary L. Hein. 2009, APS Press, 140 pp. ISBN-10: 0890543658

5. De Boer S. H. and L. J. Ward.. PCR detection of Erwinia carotovora subsp. atroseptica associated with potato tissue // Phytopathology. 1995. T. 85. №8. S. 854 – 858.

6. Frechon D. et al. Evaluation of a PCR kit for the detection ofErwinia carotovora subsp. atroseptica on potato tubers // Potato research. 1998. T. 41. №2. S. 163 – 173.

7. Kerkoud M., Manceau C., Paulin J. P. Rapid diagnosis of Pseudomonas syringae pv. papulans, the causal agent of blister spot of apple, by polymerase chain reaction using specifically designed hrpL gene primers // Phytopathology. 2002. T. 92. №10. S. 1077 – 1083.

8. Schaad N.W. et al. Laboratory guide for the identification of plant pathogenic bacteria. American Phytopathological Society (APS Press), 2001. №Ed. 3.

9. Smid E.J., Jansen A.H.J., Gorris L.G. M. Detection of Erwinia carotovora subsp. atroseptica and Erwinia chrysanthemi in potato tubers using polymerase chain reaction // Plant pathology. 1995. T. 44. №6. S. 1058 – 1069.

10. Whitney E. D., and Lewellen R. T. Bacterial vascular necrosis and rot of sugarbeet: genetic vulnerability and selecting for resistance // Phytopathology.1978.T. 68. S. 657 – 661.

11. Wilson K. Preparation of genomic DNA from bacteria //Current protocols in molecular biology. 1987. S. 2.4. 1-2.4. 5.

Panycheva Y.S., Postgraduate,
Federal State Budgetary Scientific Institution All-Russian Research Institute of Agricultural Biotechnology

BREEDING SUGAR BEET FOR RESISTANCE TO BACTERIAL DISEASES: PROBLEMS AND SOLUTIONS

Abstract: methods for evaluation of sugar beet plants response to infection by three species of phytopathogenic bacteria were suggested and selection of resistant forms was disussed.

Keywords: genetic resources of plant pathogenic bacteria infection, selection, plant breeding

Петров Л.К., кандидат сельскохозяйственных наук,
Нижегородский научно-исследовательский институт сельского хозяйства

ОСОБЕННОСТИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ИСПЫТАНИЯ СОРТОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация: в статье представлена оценка десяти сортов озимой пшеницы для выделения из них наиболее адаптированных к условиям изучаемого региона, сочетающих значительную потенциальную урожайность с высоким качеством зерна и обладающих комплексом хозяйственно-ценных признаков. В исследованиях установлено, что урожайность изучаемых сортов находилась в интервале от 4,78 т/га (сорт Памяти Федина) до 6,02 т/га (сорт Немчиновская 57). Сорта Немчиновская 17 и Немчиновская 57 имели урожайность достоверно выше стандарта сорта Московская 39 на 1,03 и 1,16 т/га или на 21,2 и 23,9%. Показатели качества зерна изучаемых сортов изменялись следующим образом: содержание белка варьировало от 15,2% у сорта Памяти Федина до 19,1% у сорта Московская 40. У стандартного сорта этот показатель составлял 17,5%. По содержанию клейковины также достоверно выделился только сорт Московская 40, с содержанием искомого ингредиента 35,9%.

Ключевые слова: озимая пшеница, сорта, зерно, урожайность, белок, клейковина

Повышение урожайности сельскохозяйственных культур является главным направлением развития отрасли растениеводства в частности и агропромышленного комплекса в целом. Подбор оптимального сортимента культур позволяет повысить эффективность растениеводства за счет снижения затрат на средства защиты растений, увеличения отдачи от применения минеральных удобрений, улучшения технологии работ по уходу за растениями и т.д. [1, 5].

В Нижегородской области около 50% всех площадей занимают зерновые культуры, важнейшей из которых является озимая пшеница. Эта культура занимает около 85% площадей озимых, однако сортимент её небольшой и примерно на 60% представлен сортом Московская 39. Поэтому поиск новых сортов, которые могут достойно заменить данный сорт является актуальным. Значение сорта в повышении урожайности сельскохозяйственных культур трудно переоценить, так как благодаря внедрению в производство новых сортов без дополнительных затрат можно получить прибавку в урожайности культуры [1, 4, 5].

Доля сорта в современном сельском хозяйстве в плане получения урожайности составляет около 50%. От характеристики сорта зависит не только количество получаемой продукции, технологические и хлебопекарные показатели зерна. Наряду с этим важным условием получения экологически чистого урожая служит устойчивость сорта к болезням, что позволяет обходиться без обработок фунгицидами в период вегетации растений. В условиях, когда климат ежегодно преподносит нам погодные сюрпризы, сорт должен быть адаптированным и давать хорошую стабильную урожайность даже в стрессовых условиях [1, 5].

Цель исследований – заключается в изучении сортов озимой пшеницы различного происхождения, для выделения адаптированных к условиям Нижегородской области, сочетающих высокую потенциальную продуктивность с устойчивостью к действию факторов внешней среды(в т.ч. устойчивых к основным болезням), с высоким качеством зерна и обладающих комплексом хозяйственно-ценных признаков.

Материалы и методы. Исследования проводились в 2012-2016 гг. по методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур и методическим рекомендациям по экологическому испытанию зерновых культур на опытном поле ФГБНУ «Нижегородский НИИСХ» [2, 3]. Почва опытного участка – светло-серая лесная, по гранулометрическому составу среднесуглинистая. Обеспеченность пахотного слоя почвы подвижными формами фосфора – (221-291 мг/кг почвы), обменного калия – (89-208 мг/кг почвы), содержание гумуса 1,35-1,67%, pH 4,3-5,5. Предшественники – чистый пар, многолетние бобовые и злаковые травы. Предпосевная обработка почвы включала внесение минеральных удобрений в количестве 4 ц/га в физическом весе разбросным способом и культивацию на глубину 4-6 см культиватором КПС-4,2. Посев проводили сеялкой СКС-6-10 на глубину 4-5 см. Норма высева – 6 млн. всхожих семян на гектар. Уход за посевом включал весеннюю подкормку аммиачной селитрой в дозе 2 ц/га, опрыскивание гербицидами и прополку. Уборку проводили поделяночно при полной спелости зерна прямым способом комбайном «Sampo 130».

Результаты и их обсуждение. Урожайность и элементы структуры урожая озимой пшеницы представлены в табл. 1.

Урожайность изучаемых сортов варьировала от 4,78 до 6,02 т/га, а у стандартного сорта Московская 39 составляла 4,86 т/га. У таких сортов как Немчиновская 17 и Немчиновская 57 урожайность

была достоверно выше стандартного сорта соответственно на 1,03 и 1,16 т/га или 21,2 и 23,9% (табл. 1).

По результатам исследований выявлено, что на формирование урожая озимой пшеницы значительное влияние оказывают погодные условия в период появления всходов, перезимовки, формирования и налива зерна. Так, осень 2013 года была теплой и дождливой, посев был проведен в поздние сроки 26 сентября в переувлажненную почву. В результате отмечалось угнетенное состояние растений в течении всей вегетации и получена наименьшая урожайность за все годы проведения опытов. Наоборот, погодные условия в период осени 2014 г. и 2015 г. были благоприятными для посевной компании, которая была проведена в оптимальные сроки 26 и 27 августа и получен при этом наибольший урожай за все годы проведения исследований.

Таблица 1

Урожайность и элементы структуры урожая сортов озимой пшеницы, 2012-2016гг.

№ п/п	Сорт	Полевая всхожесть семян,%	Количество растений, шт./м^2		Количество продуктивных стеблей, шт.		Урожайность, т/га
			перед уходом в зиму	перед уборкой опыта	на 1м^2	на 1 растение	
1	Московская 39 (St)	71,2	395	167	500	2,99	4,86
2	Памяти Федина	69,5	396	166	468	2,71	4,78
3	Немчиновская24	73,9	426	159	476	3,20	5,40
4	Немчиновская17	73,2	407	168	531	3,06	5,89
5	Немчиновская57	74,6	427	172	559	3,34	6,02
6	Московская 40	74,2	433	163	493	3,10	5,25
7	Галина	69,6	396	157	492	3,07	4,82
8	Поэма	71,2	425	145	487	3,19	5,47
9	Инна	73,5	421	152	451	3,01	5,13
10	Московская 56	76,6	427	169	538	3,17	5,30
$НСР_{05}$		8,5	33,7	23,4	46,3	0,20	0,82

Полевая всхожесть семян в среднем была невысокой и составляла от 69,5% у сорта Памяти Федина до 76,6% у сорта Московская 56. При этом количество растений на 1 м^2 перед уходом в зиму составляло от 395шт. у сорта Московская 39 до 433 шт. у сорта Московская 40 т.е. изменялось незначительно в 1,1 раза. Перед уборкой урожая сорта различались между собой также немного – от 152 шт. у сорта Инна до 172 шт.у сорта Немчиновская 57. Такие полевую всхожесть семян и густоту стояния растений можно объяснить слабой устойчивостью их к местным условиям перезимовки, а также особенностью самих сортов. Негативное влияние на рассматриваемые показатели также оказали поражения болезнями и вредителями в период вегетации растений. Однако отмеченное выше количество растений на единице площади и продуктивных стеблей изучаемых сортов озимой пшеницы обеспечило урожайность зерна по вариантам опыта в среднем более 5,3 т/га (табл. 1).

В табл. 2 представлены показатели продуктивности колоса и качества зерна сортов озимой пшеницы изучаемых в наших исследованиях.

Таблица 2

Показатели продуктивности колоса и качества зерна сортов озимой пшеницы, 2012-2016 гг.

№ п/п	Сорт	Продуктивность колоса			Качество зерна		
		масса зерна с колоса, г	количество зерен в колосе, шт.	масса 1000 зерен,г	содержание белка, %	содержание клейковины, %	ИДК, ед.
1	Московская 39(St)	1,61	33,9	47,2	16,9	31,9	80
2	Памяти Федина	1,43	31,8	45,2	15,2	28,8	75

Продолжение таблицы 2

3	Немчиновская24	1,66	35,5	47,6	15,9	31,1	80
4	Немчиновская17	1,75	34,7	50,2	16,4	30,5	85
5	Немчиновская57	1,85	36,0	49,6	16,2	30,4	85
6	Московская 40	1,70	34,8	47,5	19,1	35,9	80
7	Галина	1,58	33,3	49,3	16,0	29,9	85
8	Поэма	1,63	33,1	48,0	15,8	29,5	85
9	Инна	1,59	33,4	47,9	15,9	28,6	75
10	Московская 56	1,79	34,6	50,5	16,7	32,0	85
$НСР_{05}$		0,14	1,49	2,05	1,63	2,31	3,67

Важными элементами структуры урожая являются количество продуктивных стеблей на 1 $м^2$ и на 1 растение. Эти показатели структуры урожая могут компенсировать потери растений в процессе перезимовки, а также в течение вегетации по разным причинам. При этом наибольшее количество продуктивных стеблей было отмечено у сортов Московская 56 и Немчиновская 57-538 и 559 шт./$м^2$, что соответственно на 38 и 59шт. больше, чем у стандартного сорта Московская 39.

По количеству продуктивных стеблей на 1 растение выделился сорт Немчиновская 57-3,34 шт., что на 11% больше, чем у стандартного сорта Московская 39 (2,99 шт.). В таблице 2 также представлены показатели продуктивности колоса и качества зерна сортов озимой пшеницы, изучаемых в опыте.

Продуктивность колоса изучаемых сортов озимой пшеницы была в пределах 1,43-1,85 г. Наибольшую продуктивность колоса сформировали сорта Немчиновская 17 и Немчиновская 57, прибавка продуктивности у которых составила 0,18 и 0,24 г к стандартному сорту Московская 39. Высокая урожайность этих сортов также обусловлена и повышенной массой зерна с колоса и массой 1000 зерен – 50,2 и 49,6г, что также достоверно больше, чем у стандарта. Кроме того, озерненность колоса у данных сортов составляла 34,7 и 36,0 шт., что на 0,8 и 2,1 шт. больше, чем у стандартного варианта (табл. 2).

Содержание белка изменялось по вариантам опыта от 15,2 до 19,1%. При этом выделились сорта Московская 40, Московская 39, Московская 56, у которых этот показатель составлял 19,1; 16,9 и 16,7%. По содержанию массовой доли сырой клейковины в зерне следует также отметить в основном сорта, перечисленные выше, у которых она составляла соответственно 35,9; 31,9 и 32,0%. Показатель деформации клейковины (ИДК) изменялся незначительно и находился в пределах от 75 ед. (сорта Инна, Памяти Федина) до 80-85 ед. у большинства других сортов коллекции.

Заключение. На основании проведенных исследований установлено, что урожайность изучаемых сортов находилась в пределах от 4,78т/га до 6,02т/га. Сорта Немчиновская 17 и Немчиновская 57 имели урожайность достоверно больше стандартного сорта Московская 39 на 1,03 и 1,16 т/га или 21,2 и 23,9%. Содержание белка варьировало от 15,2% (сорт Памяти Федина) до 19,1% (сорт Московская 40). По содержанию клейковины также достоверно выделился сорт Московская 40 с содержанием искомого ингредиента -35,9%. Следовательно можно сделать вывод о том, что по основным хозяйственно-ценным признакам (урожайность, содержание белка и клейковины, элементы структуры урожая) выделились сорта озимой пшеницы Немчиновская 57, Немчиновская 17, Московская 40.

Литература

1. Жученко А.А. Ресурсный потенциал производства зерна в России (теория и практика). М.: ООО «Издательство Агрорус», 2004. 1110 с.

2. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М.: Колос, 1985. 263 с.

3. Методические рекомендации по экологическому сортоиспытанию сельскохозяйственных культур на примере зерновых / Г.А. Баталова, Т.К. Шешегова, В.А. Стариков. Киров: ГНУ НИИСХ Северо-Востока Россельхозакадемии, 2013. 32 с.

4. Петров Л.К., Селехов В.В. Результаты изучения сортов озимой пшеницы в условиях Нижегородской области // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2016. №2. С. 24 – 28.

5. Научные основы селекции озимой пшеницы в Нечерноземной зоне / Б.И. Сандухадзе, М.И. Рыбакова, З.А. Морозова. М.: МГИУ, 2003. 426 с.

References

1. Zhuchenko A.A. Resursnyj potencial proizvodstva zerna v Rossii (teorija i praktika). M.: OOO «Izdatel'stvo Agrorus», 2004. 1110 s.
2. Metodika gosudarstvennogo sortoispytanija sel'skohozjajstvennyh kul'tur. M.: Kolos, 1985. 263 s.
3. Metodicheskie rekomendacii po jekologicheskomu sortoispytaniju sel'skohozjajstvennyh kul'tur na primere zernovyh / G.A. Batalova, T.K. Sheshegova, V.A. Starikov. Kirov: GNU NIISH Severo-Vostoka Rossel'hozakademii, 2013. 32 s.
4. Petrov L.K., Selehov V.V. Rezul'taty izuchenija sortov ozimoj pshenicy v uslovijah Nizhegorodskoj oblasti // Agrarnaja nauka Evro-Severo-Vostoka. 2016. №2. S. 24 – 28.
5. Nauchnye osnovy selekcii ozimoj pshenicy v Nechernozemnoj zone / B.I. Sanduhadze, M.I. Rybakova, Z.A. Morozova. M.: MGIU, 2003. 426 s.

Petrov L.K., Candidate of Agricultural Sciences (Ph.D.),
Nizhny Novgorod Agricultural Research Institute

FEATURES ECOLOGICAL TESTING OF WINTER WHEAT VARIETIES IN NIZHNY NOVGOROD REGION

Abstract: the article presents the evaluation of ten varieties to select one most adapted to the conditions of the study region, combining high potential resistance to the action of environmental factors (including disease) with high quality grain and having the complex of economically valuable traits. The research found that the yield of the studied cultivars was in the range from 4,78 t/ha (grade Galina) to 6,02 t/ha (grade Nemchinovsky 57). Varieties Nemchinovsky 17 and Nemchinovsky 57 had a significantly higher yield of standard varieties Moskovskaya 39 to 1,03 and 1,16 t/ha or 21,2 and 23,9%. Quality indicators of grain of studied varieties varied as follows: protein content ranged from 15,2 percent in grade Memory Fedin to 19,1 % in the variety Moskovskaya 40. At standard grade the figure was 17.5%. The gluten content significantly excelled the variety Moskovskaya 40, with the contents of the desired ingredient at 35,9%.

Keywords: winter wheat, varieties, grain, crop structure, protein, gluten

Плескачёв Ю.Н., доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
Волгоградский государственный аграрный университет

БУФЕРНО-ПОЛОСНЫЙ ПОСЕВ КУЛЬТУР НА ЭРОДИРОВАННЫХ СКЛОНАХ НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

Аннотация: основным принципом адаптивно-ландшафтного обустройства склоновых земель является максимальное воссоздание режима функционирования территории, приближенной к естественному ландшафту. Среди основных приемов увеличения продуктивности склоновых агроландшафтов, в условиях явного проявления водной эрозии почв, выделяется полосное размещение полевых культур с чередованием однолетних культур с многолетними травами. В результате проведённых исследований было установлено, что для предотвращения деградации и повышения продуктивности склонового агроландшафта в условиях каштановых почв Нижнего Поволжья рекомендуется: Верхние и нижние участки ландшафта использовать под залужение. Среднюю широкую часть ландшафта разделить на шесть полос и чередовать буферные полосы под травосмесью бобово-злаковых многолетних трав с межбуферными полосами, использующимися под трёхпольный зернопаровой севооборот: чёрный пар – озимая рожь – ячмень. Для получения наибольшего выхода зерна, увеличения чистого дохода и снижения себестоимости продукции рекомендуется использовать ландшафты с соотношением буферных полос к межбуферным, как 1: 2.

Ключевые слова: склоновый агроландшафт, водная эрозия, буферные полосы

Среди наиболее действенных приемов повышения противоэрозийной роли посевов на склонах, в условиях проявления водной эрозии почв, выделяется полосное размещение полевых культур с чередованием однолетних культур с многолетними травами. Эффективность полосного размещения растений обусловлена тем, что разделяя склон на ряд отрезков, мы тем самым сокращаем длину поверхности стока, а смыв почвы гасится на границе с многолетними травами. На каждой полосе создается наибольшая однородность рельефа, почвенного покрова и микроклимата; исключается обработка почвы вдоль склона; проведение полевых работ осуществляется контурно.

Х.Х. Беннет отмечал безальтернативность буферно-полосного возделывания растений на крутопокатых склонах, особенно при этом биологически чистое воздействие на почву и окружающую среду. Помимо дополнительного сбора продукции буферные полосы из многолетних трав (если они временные) обеспечивают повышение плодородия почвы, занятой под ними [3].

Положительные результаты от применения буферных полос на склоновых землях получены в опытах М.Н. Заславского в Молдавии [7], Шур-Багдасаряна в Армении [2], А.Н. Каштанова на Алтае [14], В.В. Захарова [9], К.И. Зайченко в Нижнем Поволжье [8], и др. Эффективность буферных полос в посевах зерновых культур в разных эрозионноопасных районах отмечали в своих работах Р.Е Елешев, В.П. Мосолов [6, 19]. Но, описывая положительное значение полосного возделывания культур, они отмечают, что вряд ли целесообразно создание буферных полос на таких уклонах, где земли эффективнее отводить под залужение.

В.М. Ивонин считает, что распашка днищ балок усиливает эрозионные процессы, несмотря на оставление защитных полос, вдоль русел водотоков. Буферные полосы на распахиваемых балочных склонах не обеспечивают защиту почв от эрозии, а увеличение техногенной трансформации рельефа (засыпки оврагов, промоин и др.) приводит к негативным экологическим последствиям (трансовражный размыв и др.) [12].

М.Н. Заславский рекомендовал в производственных условиях устанавливать ширину буферных полос и расстояние между ними в зависимости от крутизны склона. При этом необходимо принимать во внимание длину и форму склона, водопроницаемость и противоэрозионную устойчивость почв, размер водосборной площади, направление стока и другие факторы, влияющие на сток и смыв почвы. Выбор ширины межбуферного участка зависит от уклона. Но, как показала практика, она не должна быть менее 35 м, так как на более узких полосах затруднено проведение полевых работ [7].

А.Н. Каштанов неоднократно отмечал, что одним из важных приёмов повышения почвозащитной роли севооборотов является полосное размещение растений с чередованием по склону культур, обладающих в эрозионноопасный период различной почвозащитной эффективностью [13, 14, 15].

М.И. Долгилевич отмечает, что при полосной распашке горно-каштановых почв с оставлением постоянных травяных полос – буферов твёрдый сток сокращается в 70 раз, а жидкий в 2,5 раза [4].

В.Д. Кирюхин говорит о том, что в целях предупреждения эрозии распашку склонов необходимо производить полосами. На сравнительно поло-

гих склонах распахивают и залужают полосы шириной 40-50 м, которые чередуются с нераспаханными полосами естественного пастбища шириной 10-15 м. На крутых склонах (более 5°) ширина залужаемых полос уменьшается [16].

Несмотря на сравнительно невысокую экономическую эффективность, создание буферно-полосных посевов на склоновых землях способствует значительному противодействию смыву почвы. Буферные полосы, засеянные травами или другой устойчивой против эрозии растительностью, являются лучшим биологическим методом борьбы с эрозией [3, 5].

В условиях сильно расчлененного рельефа даже применение в совокупности ряда агротехнических приемов не обеспечивает полного предотвращения смыва почвы. Создание почвозащитного комплекса неразрывно связано с таким формированием агроландшафта, при котором происходит сближение границ землепользования с естественными ландшафтными рубежами [10, 17, 20].

Планирование мер борьбы с эрозией почв должно осуществляться на основе знания закономерностей формирования поверхностного стока, который при разнообразии гидрометеорологических условий, особенностей рельефа, почвенного покрова и агротехники проявляется по-разному. В условиях каштановой почвы максимальное количество влаги наблюдается весной, после снеготаяния и взаимосвязано с запасами воды в снеге и почве (в слое 0-50 см) перед снеготаянием, с глубиной ее промерзания и с продолжительностью снеготаяния. На талой почве, при незначительной (до 50 см) глубине ее промерзания, сток бывает наименьшим или не формируется совсем. На это же указывают А.Т. Барабанов и др., отмечая, что при запасах воды в слое 0-50 см мерзлой почвы менее 120-130 мм стока не было или он составлял 3 мм независимо от снегозапасов и глубины промерзания почвы (свыше 50 см) [18].

На интенсивность стока существенное влияние оказывает форма водосбора, уклон, преобладающая экспозиция, характер изрезанности гидрографической сетью. Немаловажная роль в образовании поверхностного стока отводится механическим и водным свойствам почвы. Известно, что водопрочность структуры и противоэрозионная устойчивость почв на равнине превышает аналогичные показатели той же почвы (при одинаковых материнских породах), но расположенной на других элементах рельефа [11].

Л.А. Бабаян обращает внимание на то, что на склонах целесообразнее высевать многолетние бобово-злаковые травосмеси. В почвозащитных севооборотах использование многолетних трав как средовосстанавливающих культур обеспечивает экологическую устойчивость окружающей среды [1, 2].

Исследования проходили в стационарном полевом опыте с 2013 по 2016 годы, в системе контурно-мелиоративного земледелия на каштановой, сильно- и средне эродированной почве, расположенной на склоне северной экспозиции с уклоном до 3,5^0, в СПК «Виктория» Ольховского района Волгоградской области. Определения и наблюдения проводились по элементам водосборной территории – верхнее и нижнее залужение, три межбуферных и три буферных полосы, на которых высевалась смесь многолетних трав – люцерна с житняком. На трех межбуферных полосах размещен зернопаровой севооборот: черный пар – озимая рожь – ячмень.

Наблюдения за плотностью почвы проводились в динамике три раза за сезон.

Таблица 1

Динамика плотности по участкам ландшафта в слое 0-0,3 м, т/м^3

Участки ландшафта	Весной	Летом	Осенью
Верхнее залужение	1,31	1,34	1,37
1 МБП	1,10	1,17	1,24
1 БП	1,31	1,35	1,38
2 МБП	1,09	1,16	1,22
2 БП	1,30	1,34	1,37
3 МБП	1,09	1,16	1,22
3 БП	1,29	1,33	1,36
Нижнее залужение	1,29	1,33	1,36

Как видно из табл. 1, плотность почвы значительно различалась по элементам ландшафта. На межбуферных полосах она была ниже, чем на участках верхнего, нижнего залужения и буферных полос на 0,19-0,21 т/м^3. К осени шло уплотнение на всех без исключения участках. На межбуферных полосах плотность почвы составляла 1,14-1,17 т/м^3. На участках верхнего, нижнего залужения и буферных полос она была 1,22-1,25 т/м^3.

Наблюдения за объёмной скважностью в посевах бобово-злаковой травосмеси люцерны с житняком по годам показали, что она уменьшалась в среднем на 4-7% из года в год, не выходила за границы оптимальных значений. Различий по эле-

ментам ландшафта в посевах травосмеси люцерны с житняком на участках верхнего, нижнего залужения и буферных полос практически не наблюдалось, а на межбуферных полосах под чёрным паром, озимой рожью и ячменём объёмная скважность была выше (табл. 2).

Таблица 2

Скважность почвы в слое 0-0,3 м по элементам ландшафта

Элементы ландшафта	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	Среднее за 2013-2016 гг.
Верхнее залужение	50,4	50,9	51,6	51,9	51,2
1 МБП	55,0	55,3	56,0	56,5	55,7
1 БП	51,5	48,1	51,2	51,6	50,6
2 МБП	55,8	56,4	55,7	56,9	56,2
2 БП	51,2	50,2	52,4	51,0	51,2
3 МБП	55,8	56,4	56,0	56,6	56,2
3 БП	51,8	50,2	52,1	51,9	51,5
Нижнее залужение	51,4	50,7	52,8	51,1	51,5

Снежный покров оказывает большое влияние на многие природные процессы: формирование температурного режима прилегающего слоя воздуха и почвы в зимнее время, накопление влаги в почве, накопление влаги в почве и её промерзание.

Плотность снежного покрова по всем площадкам практически не отличалась друг от друга. Различия были лишь в том случае, когда на межбуферной полосе в зимний период произрастала озимая рожь, которая накапливала более высокий и плотный слой снега по сравнению с участками, не занятыми растительностью. Наибольшая плотность снежного покрова формировалась, как правило, перед снеготаянием во второй и третьей декадах марта.

В начале зимы запас воды в снеге обычно небольшой и составляет 10-20 мм; наибольший накапливается к концу февраля или в первой декаде марта и достигает в зоне каштановых почв Нижнего Поволжья 40-74 мм. Подсчёты воды в снеге показали, что наибольший запас воды в снеге перед снеготаянием накапливался в 2015 году от 88,8 мм на первой межбуферной полосе третьей площадки до 127,7 мм на третьей буферной полосе и нижнем залужении на всех площадках, в 2014 году от 28,1 мм на второй межбуферной полосе первой площадки до 43,1 мм на третьей буферной полосе на первой и второй площадках и нижнем залужении на всех площадках, и в 2013 году от 26,4 мм на первой межбуферной полосе второй площадки до 42,3 мм на третьей буферной полосе и нижнем залужении на всех площадках.

Таблица 3

Запасы воды в снеге перед снеготаянием, мм

Элементы ландшафта	Площадка 1	Площадка 2	Площадка 3
Верхнее залужение	58,0	58,0	58,0
1 МБП	51,3	52,9	46,7
1 БП	59,4	59,4	59,4
2 МБП	52,1	48,6	47,2
2 БП	61,9	61,9	61,9
3 МБП	53,2	50,5	48,1
3 БП	64,4	64,4	64,4
Нижнее залужение	64,4	64,4	64,4

Анализ запаса воды в снеге перед снеготаянием, который зависит от высоты и плотности снежного покрова показал, что запасы в среднем на 7-11 мм были больше на участках, занятых в зимний период растительностью – многолетними травами или озимой рожью. Причём, на участках залужения и буферных полосах, где находились посевы многолетних трав, запасы влаги, хотя всего на 5-7 мм, но были больше, чем на межбуферных полосах под озимыми культурами. Также, нами было отмечено, что запасы воды в снеге перед снеготаянием увеличивались от верхних участков к нижним. Наибольшие запасы наблюдались на нижнем залужении и третьей буферной полосы, причём одинаковые и составляли от 123 мм в 2014 году до 165 мм в 2016 году.

Весной во все годы исследований запасы влаги характеризовались как удовлетворительные. В посевах озимой ржи, влаги, за счёт большего снежного покрова, в метровом слое почвы накапливалось на 14-18 мм больше чем на участках, предназначенных под посев ячменя. А на участках под многолетними травами на 6-18 мм больше, чем в посевах озимой ржи.

Таблица 4

Запасы продуктивной влаги в метровом и пахотном слоях почвы весной, мм

Год	В посевах озимой ржи		Перед посевом ячменя		Под многолетними травами	
	слой 0-1,0 м	слой 0-0,3 м	слой 0-1,0 м	слой 0-0,3 м	слой 0-1,0 м	слой 0-0,3 м
2014	112,3	41,7	98,5	36,5	123,4	45,3
2015	126,4	44,8	108,1	39,2	132,8	54,9
2016	147,1	62,4	129,8	46,7	165,2	67,3
Среднее	128,6	49,6	112,1	40,8	140,5	55,8

Из табл. 4 следует, что наибольшее количество влаги, как в пахотном, так и в метровом слоях почвы накапливалось под многолетними травами весной 2016 года соответственно – 67,3 мм и 165,2 мм. Затем шло расходование влаги на испарение и транспирацию растений (табл. 5). В среднем за годы исследований запасы продуктивной влаги весной также были максимальными под многолетними травами, соответственно в пахотном слое 55,8 мм и в метровом слое почвы 67,3 мм.

Таблица 5

Динамика содержания доступной влаги в посевах озимой ржи, мм

Год	Срок определения				
	апрель	май	июнь	июль	среднее
Слой почвы 0-0,3 м					
2014	41,7	27,9	15,4	7,4	23,1
2015	44,8	29,3	16,2	9,1	24,9
2016	62,4	38,5	19,7	9,4	32,5
Среднее	49,6	31,9	17,1	8,6	26,8
Слой почвы 0-1,0 м					
2014	112,3	71,4	32,0	15,7	57,8
2015	126,4	74,8	39,4	19,9	65,1
2016	147,1	81,5	45,8	24,7	74,8
Среднее	128,6	75,9	39,1	20,1	65,9

Если сравнивать запасы влаги весной на участках, планируемых под посев ячменя, и на участках под посевами озимой ржи, то, как уже было отмечено выше, на участках под ячмень влаги накапливалось на 5-10 мм меньше. В дальнейшем содержание влаги уменьшалось, расходуясь на испарение и транспирацию растений. Перед уборкой ячменя в 2014 году оставалось 10,6 мм доступной влаги в пахотном слое и 25,1 мм в метровом, в 2013 году соответственно 6,4 и 14,9 мм.

На участках верхнего, нижнего залужения и буферных полосах под многолетними травами влага расходовалась более интенсивно, чем на участках межбуферных полос под чёрным паром. Это происходило из-за того, что она расходовалась не только на испарение, но и на транспирацию люцерны и житняка. В среднем за 2014-2016 годы за период с апреля по август месяцы доступной влаги в метровом слое почвы было 56 мм, в слое 0-0,3 м – 21 мм. Наблюдалось небольшое различие по элементам рельефа. Можно отметить небольшое повышение влажности почвы от верхних участков залужения к нижним, от первой буферной полосы к третьей.

Биологический урожай травосмеси на залуженных участках (верхнее, нижнее залужение и три буферные полосы) определялся в фазу цветения люцерны на трех площадках перед скашиванием на сено, путем наложения метровок в десятикратной повторности. Ежегодно проводилось по 2 укоса: первый укос в июне, второй укос в конце сентября.

Таблица 6

Урожай зелёной массы, т /га (2014-2016 гг.)

Элемент склона	Первая площадка	Вторая площадка	Третья площадка
Верхнее залужение	25,2	26,5	21,6
1-я буферная полоса	31,4	27,3	22,0
2-я буферная полоса	33,2	30,1	23,6
3-я буферная полоса	34,3	33,6	26,0
Нижнее залужение	35,6	35,1	30,4

2014 год $НСР_{0,5}$, т/га = 0,038
2015 год $НСР_{0,5}$, т/га = 0,036
2016 год $НСР_{0,5}$, т/га = 0,042

Наибольшую продуктивность бобово-злаковой травосмеси формировали участки нижнего залужения и третьей буферной полосы, расположенные в нижней части склона. В среднем за 2014-2016 гг. за два укоса на нижнем залужении урожай зелёной массы травосмеси люцерны с житняком составлял на первой площадке 35,6 т/га, на второй площадке 35,1 т/га и на третьей площадке 30,4 т/га. На третьей буферной полосе урожай зелёной массы травосмеси люцерны с житняком за два укоса составлял на первой площадке 34,3 т/га, на второй площадке 33,6 т/га и на третьей площадке 26,0 т/га, т.е. особых различий между биологической урожайностью на первой и второй площадках нет.

Самая низкая урожайность зелёной массы бобово-злаковой травосмеси наблюдалась на участке верхнего залужения и составляла на первой площадке 25,2 т/га, на второй площадке 26,5 т/га и на третьей площадке 21,6 т/га.

Урожайность озимой ржи на третьей межбуферной полосе составляла 3,43 т/га, на второй межбуферной полосе – 3,10 т/га и на первой межбуферной полосе – 2,84 т/га. Если рассматривать урожайность озимой ржи по годам, то она больше всего зависела от погодных условий. Наибольшая урожайность формировалась в более благоприятный по влажности 2016 год. Наименьший урожай фиксировался в 2014 году, когда за весеннюю вегетацию, в самый ответственный для развития растений период, с апреля по июнь выпало всего 32,4 мм осадков.

Разница в урожайности озимой ржи колебалась от 0,16 т/га до 0,32 т/га. Отмеченная контрастность была обусловлена динамикой влаги в почве и ее влиянием на формирование урожая в засушливых условиях Нижнего Поволжья.

Таблица 7

Урожайность озимой ржи сорта Саратовская 7, т/га (среднее за 2014-2016 гг.)

Элементы ландшафта	Урожайность, т/га
Первая межбуферная полоса	2,84
Вторая межбуферная полоса	3,10
Третья межбуферная полоса	3,43

2014 год $НСР_{0,5}$, т/га = 0,112
2015 год $НСР_{0,5}$, т/га = 0, 131
2016 год $НСР_{0,5}$, т/га = 0, 144

Наибольшая урожайность ярового ячменя сорта Камышинский 23 в среднем за 3 года исследований наблюдалась на третьей межбуферной полосе и составляла – 2,47 т/га. Это также как и по озимой ржи объясняется в первую очередь лучшей влагообеспеченностью на данном элементе агроландшафта. На второй межбуферной полосе урожайность ячменя в среднем за 3 года исследований составляла 2,36 т/га. На первой межбуферной полосе урожайность была самой низкой и составляла 2,13 т/га, что являлось на 18% ниже урожайности, формировавшейся на третьей межбуферной площадке.

Таблица 8

Урожайность ярового ячменя сорта Камышинский 23, т/га (среднее за 2014-2016 гг.)

Элементы ландшафта	Урожайность, т/га
Первая межбуферная полоса	2,13
Вторая межбуферная полоса	2,36
Третья межбуферная полоса	2,47

2014 год НСР$_{0,5}$, т/га = 0,084 *2015 год НСР$_{0,5}$, т/га = 0, 112*
2015 год НСР$_{0,5}$, т/га = 0,126

Данные наименьших существенных разниц урожайностей по годам свидетельствуют о том, что различия выходили за границы ошибки опытов, а следовательно разница доказуема.

Перспективность любой системы земледелия зависит от ее экономической эффективности, то есть от затрат средств и труда на выращивание сельскохозяйственной продукции, ее себестоимости. Снижение эксплуатационных затрат при получении стабильных урожаев сельскохозяйственных культур – основная цель систем земледелия. Уменьшая материальные затраты на обработку единицы площади, мы снижаем себестоимость продукции и увеличиваем чистый доход с гектара.

Увеличение чистого дохода обусловливается не только экономией средств, труда, горючего при обработке почвы, но и стоимостью валовых прибавок урожая. Поэтому важно следить за урожайностью выращиваемых культур и стремиться с помощью новых технологий к ее росту.

Из табл. 9 видно, что себестоимость одной тонны озимой ржи при возделывании на третьей межбуферной полосе составила в среднем за 2014-2016 годы 3019 рублей, при возделывании озимой ржи на второй межбуферной полосе – 3330 рублей, а при возделывании озимой ржи на первой межбуферной полосе – 3620 рублей. Наибольший чистый доход с гектара был получен также на третьей межбуферной полосе – 6796 рублей, а самый низкий на первой межбуферной полосе – 3920 рублей с гектара. Наибольшая рентабельность определена на третьей межбуферной полосе – 39,6%, наименьшая на первой межбуферной полосе 27,6%.

В среднем по элементам ландшафта материальные затраты при возделывании озимой ржи по чёрному пару составили 10319 рублей на гектаре. Себестоимость продукции находилась на уровне 3019-3620 рублей на тонну. Чистый доход с одного гектара в среднем по элементам ландшафта – первой, второй и третьей межбуферным полосам составил 5281 рубль. Рентабельность возделывания озимой ржи в среднем по полосам составила за годы исследований 33,8%.

Таблица 9

Экономическая эффективность возделывания озимой ржи по элементам расчленённого склонового ландшафта

Элементы ландшафта	Урожайность, т/га	Стоимость валовой продукции с 1 га, руб.	Материальные затраты, руб./га	Себестоимость, руб.	Чистый доход с 1 га, руб.	Рентабельность, %
Первая межбуферная полоса	2,84	14200	10280	3620	3920	27,6
Вторая межбуферная полоса	3,10	15500	10323	3330	5177	33,4
Третья межбуферная полоса	3,43	17150	10354	3019	6796	39,6
В среднем по полосам	3,12	15600	10319	3307	5281	33,8

Экономическая эффективность возделывания ярового ячменя по элементам ландшафта представлена в табл. 10.

Таблица 10

Экономическая эффективность возделывания ярового ячменя по элементам расчленённого склонового ландшафта

Элементы ландшафта	Урожайность, т/га	Стоимость валовой продукции с 1 га, руб.	Материальные затраты, руб./га	Себестоимость, руб.	Чистый доход с 1 га, руб.	Рентабельность, %
Первая межбуферная полоса	2,13	10650	8842	4151	1808	17,0
Вторая межбуферная полоса	2,36	11800	8876	3761	2924	24,8
Третья межбуферная полоса	2,47	12350	8905	3605	3445	27,9
В среднем по полосам	2,32	11600	8874	3825	2726	23,5

Из табл. 10 видно, что себестоимость одной тонны ярового ячменя при возделывании на третьей межбуферной полосе составила в среднем за 2014-2016 годы 3605 рублей, при возделывании ярового ячменя на второй межбуферной полосе – 3761 рублей, а при возделывании на первой межбуферной полосе – 4151 рублей. Наибольший чистый доход с гектара был получен при выращивании ярового ячменя на третьей межбуферной полосе – 3445 рублей, а самый низкий на первой межбуферной полосе – 1808 рублей с гектара. В среднем по элементам ландшафта материальные затраты при возделывании ярового ячменя составили 8874 рублей на гектаре. Себестоимость продукции находилась на уровне 3825 рублей на тонну. Чистый доход с одного гектара в среднем по элементам ландшафта – первой, второй и третьей межбуферным полосам – составил 2726 рублей. Рентабельность возделывания ячменя в среднем по полосам составила за годы исследований 23,5%.

Выводы

1. Для предотвращения деградации склонового агроландшафта в условиях каштановых почв Нижнего Поволжья рекомендуется: Верхние и нижние участки ландшафта использовать под залужение. Среднюю широкую часть ландшафта разделить на 6 полос и чередовать буферные полосы под травосмесью бобово-злаковых многолетних трав с межбуферными полосами, использующимися под трёхпольный зернопаровой севооборот.

2. Для получения наибольшего выхода зерна, увеличения чистого дохода и снижения себестоимости продукции рекомендуется использовать ландшафты с соотношением буферных полос к межбуферным, как 1: 2.

Литература

1. Бабаян Л.А. Буферно-полосное размещение культур в условиях расчленённого агроландшафта Нижнего Поволжья: Материалы Всероссийской н.-пр. конф. Адаптивно-ландшафтные системы земледелия для засушливых условий Нижнего Поволжья (14-17 июня 2005г.). Волгоград. НВ НИИСХ, 2005. С. 37 – 41.

2. Бабаян Л.А. Агропроизводственное использование многолетних трав в севообороте на склонах сухостепной зоны Нижнего Поволжья // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2008. №1. С. 56 – 64.

3. Беннет Х.Х. Основы охраны почв: пер. с англ. М., 1958. 411 с.

4. О расстояниях между буферными полосами на землях, подверженных ветровой эрозии / М.И. Долгилевич, Ю.И. Васильев, А.Н. Сажин // Бюл. ВНИАЛМИ. Волгоград, 1993. Вып. 12. (66). С. 11.

5. Дегтярева Е.Т. Агропроизводственная группировка и характеристика почв. Волгоград: Нижне-Волжское кн. изд-во, 1981. С. 19 – 40.

6. Елешев Р.Е., Сапаров А.С. Плодородие почв Республики Казахстан: проблемы и пути сохранения // Проблемы агрохимии и экологии. 2008. №3. С. 23 – 26.

7. Заславский М.Н. Эрозия почв. М.: Высш. шк., 1979. 246 с.

8. Зайченко К.И. Агрономическая эффективность землевания смытых и размытых склоновых земель // Вопросы экономической оценки защитных лесных насаждений, оптимизированных по продуктивности и почвозащитной роли. Волгоград, 1990. Вып. 1 (59). С. 32 – 37.

9. Захаров В.В., Кретинин В.М. Приёмы повышения плодородия почвы и урожая сельскохозяйственных культур на межполосных полях // Пути повышения эффективности возделывания сельскохозяйственных культур. ВНИАЛМИ. Волгоград, 2001. С. 33 – 36.

10. Зеленев А.В. Биологизированные севообороты на каштановых почвах Нижнего Поволжья // Использование инновационных технологий для решения проблем АПК в современных условиях: Материалы межд. н.-пр. конф., посвящённой 65-летию образования ВГСХА. Волгоград, 2009. С. 85 – 90.

11. Иванов П.К., Смотров Н.А. Специализированные севообороты на склоновых землях Нижнего Поволжья // Вестник сельскохозяйственной науки. 1981. №4. С. 36 – 47.

12. Ивонин В.М. Противоэрозионные мелиорации водосборов в районах оврагообразования: Монография. М., 1992. 378 с.

13. Каштанов А.Н. Устойчивость земледелия: пути повышения. М., Россельхозиздат, 1983. 64 с.

14. Каштанов А.Н., Заславский М.Н. Почвоводоохранное земледелие. М., Россельхозиздат, 1984. 462 с.

15. Каштанов А.Н., Заславский М.Н. Почвозащитное земледелие. М.: Россельхозиздат, 1984. 208 с.

16. Кирюхин В.Д. Противоэрозионная организация территории. М., Колос, 1973. 160 с.

17. Солнечная активность, атмосферные осадки за май-июнь и урожайность зерновых культур в Волгоградской области / В.М. Кононов, А.Н.Ляхов, Е.М. Богданенко, Е.А. Куракулова, В.Н. Рассадников // Технологические основы экономического развития сельского социума. М.: Изд.-во «Современные тетради», 2005. С. 324 – 331.

18. Агролесомелиоративное адаптивно-ландшафтное обустройство водосборов / И.С. Кочетов, А.Т. Барабанов, Е.А. Гаршинёв, И.Г. Зыков. Волгоград,2001. 84 с.

19. Мосолов В.П. Рельеф местности и вопросы земледелия. Барнаул, 1979. 98 с.

20. Плескачев Ю.Н. Адаптивно-ландшафтные системы земледелия Волгоградской области: Материалы Всероссийской н.-пр. конф. Адаптивно-ландшафтные системы земледелия для засушливых условий Нижнего Поволжья (14-17 июня 2005г.). Волгоград. НВ НИИСХ, 2005. С. 16 – 18.

References

1. Babajan L.A. Buferno-polosnoe razmeshhenie kul'tur v uslovijah raschlenjonnogo agrolandshafta Nizhnego Povolzh'ja: Materialy Vserossijskoj n.-pr. konf. Adaptivno-landshaftnye sistemy zemledelija dlja zasushlivyh uslovij Nizhnego Povolzh'ja (14-17 ijunja 2005g.). Volgograd. NV NIISH, 2005. S. 37 – 41.

2. Babajan L.A. Agroproizvodstvennoe ispol'zovanie mnogoletnih trav v sevooborote na sklonah suhostepnoj zony Nizhnego Povolzh'ja // Izvestija Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. 2008. №1. S. 56 – 64.

3. Bennet H.H. Osnovy ohrany pochv: per. s angl. M., 1958. 411 s.

4. O rasstojanijah mezhdu bufernymi polosami na zemljah, podverzhennyh vetrovoj jerozii / M.I. Dolgilevich, Ju.I. Vasil'ev, A.N. Sazhin // Bjul. VNIALMI. Volgograd, 1993. Vyp. 12. (66). S. 11.

5. Degtjareva E.T. Agroproizvodstvennaja gruppirovka i harakteristika pochv. Volgograd: Nizhne-Volzhskoe kn. izd-vo, 1981. S. 19 – 40.

6. Eleshev R.E., Saparov A.S. Plodorodie pochv Respubliki Kazahstan: problemy i puti sohranenija // Problemy agrohimii i jekologii. 2008. №3. S. 23 – 26.

7. Zaslavskij M.N. Jerozija pochv. M.: Vyssh. shk., 1979. 246 s.

8. Zajchenko K.I. Agronomicheskaja jeffektivnost' zemlevanija smytyh i razmytyh sklonovyh zemel' // Voprosy jekonomicheskoj ocenki zashhitnyh lesnyh nasazhdenij, optimizirovannyh po produktivnosti i pochvozashhitnoj roli. Volgograd, 1990. Vyp. 1 (59). S. 32 – 37.

9. Zaharov V.V., Kretinin V.M. Prijomy povyshenija plodorodija pochvy i urozhaja sel'skohozjajstvennyh kul'tur na mezhpolosnyh poljah // Puti povyshenija jeffektivnosti vozdelyvanija sel'skohozjajstvennyh kul'tur. VNIALMI. Volgograd, 2001. S. 33 – 36.

10. Zelenev A.V. Biologizirovannye sevooboroty na kashtanovyh pochvah Nizhnego Povolzh'ja // Ispol'zovanie innovacionnyh tehnologij dlja reshenija problem APK v sovremennyh uslovijah: Materialy mezhd. n.-pr. konf., posvjashhjonnoj 65-letiju obrazovanija VGSHA. Volgograd, 2009. S. 85 – 90.

11. Ivanov P.K., Smotrov N.A. Specializirovannye sevooboroty na sklonovyh zemljah Nizhnego Povolzh'ja // Vestnik sel'skohozjajstvennoj nauki. 1981. №4. S. 36 – 47.

12. Ivonin V.M. Protivojerozionnye melioracii vodosborov v rajonah ovragoobrazovanija: Monografija. M., 1992. 378 s.

13. Kashtanov A.N. Ustojchivost' zemledelija: puti povyshenija. M., Rossel'hozizdat, 1983. 64 s.

14. Kashtanov A.N., Zaslavskij M.N. Pochvovodoohrannoe zemledelie. M., Rossel'hozizdat, 1984. 462 s.

15. Kashtanov A.N., Zaslavskij M.N. Pochvozashhitnoe zemledelie. M.: Rossel'hozizdat, 1984. 208 s.
16. Kirjuhin V.D. Protivojerozionnaja organizacija territorii. M., Kolos, 1973. 160 s.
17. Solnechnaja aktivnost', atmosfernye osadki za maj-ijun' i urozhajnost' zernovyh kul'tur v Volgogradskoj oblasti / V.M. Kononov, A.N.Ljahov, E.M. Bogdanenko, E.A. Kurakulova, V.N. Rassadnikov // Tehnologicheskie osnovy jekonomicheskogo razvitija sel'skogo sociuma. M.: Izd.-vo «Sovremennye tetradi», 2005. S. 324 – 331.
18. Agrolesomeliorativnoe adaptivno-landshaftnoe obustrojstvo vodosborov / I.S. Kochetov, A.T. Barabanov, E.A. Garshinjov, I.G. Zykov. Volgograd,2001. 84 s.
19. Mosolov V.P. Rel'ef mestnosti i voprosy zemledelija. Barnaul, 1979. 98 s.
20. Pleskachev Ju.N. Adaptivno-landshaftnye sistemy zemledelija Volgogradskoj oblasti: Materialy Vserossijskoj n.-pr. konf. Adaptivno-landshaftnye sistemy zemledelija dlja zasushlivyh uslovij Nizhnego Povolzh'ja (14-17 ijunja 2005g.). Volgograd. NV NIISH, 2005. S. 16 – 18.

Pleskachev Yu.N., Doctor of Agricultural Sciences (Advanced Doctor), Professor,
Volgograd State Agrarian University

BUFFER-STRIP SOWING OF CROPS ON ERODED SLOPES OF THE LOWER VOLGA REGION

Abstract: the Basic principle of adaptive-landscape arrangement of sloping land is the maximum re-establishment of the mode of operation of the territory, close to the natural landscape. Among the main methods of increasing the productivity of sloping agricultural landscapes, in terms of overt manifestations of water erosion of soils, band placement is allocated for field crops with alternating annual crops with perennial grasses. In result of the conducted researches it was established that to prevent degradation and increase productivity of sloping agricultural landscape under conditions of chestnut soils of the Lower Volga region it is recommended that: the Upper and lower parts of the landscape used for grassing. Middle wide part of the landscape to be divided into six lanes and alternate buffer strips under grass mixture legume-grass perennial herbs with minuterie strips used under the three-field grain-fallow crop rotation: black couples - winter rye - barley. To get the most output of grain, increasing net income and reducing the cost of production, it is recommended to use landscapes with a ratio of buffer strips to Minutemen as 1: 2.

Keywords: agrolandscape slope, water erosion, buffer strip

Плескачёв Ю.Н., доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
Холод А.А., кандидат сельскохозяйственных наук,
Сидоров А.Н., кандидат сельскохозяйственных наук,
Волгоградский государственный аграрный университет

ПРИМЕНЕНИЕ ОРГАНО-МИНЕРАЛЬНОЙ КОМПОЗИЦИИ «АМИДА» НА КАШТАНОВЫХ ПОЧВАХ НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

Аннотация: интенсивное использование сельскохозяйственных угодий без соблюдения технологий выращивания сельскохозяйственных культур на фоне низкого уровня использования органических, минеральных удобрений, химических и биологических мелиорантов привело к развитию в них таких деградационных процессов, как дегумификация, деструктуризация, переуплотнение, декальцификация, подкисление, засоление, слитизация.

В связи с этим использование более дешёвых органо-минеральных композиций, таких как «Амида», в сочетании с минеральными и органическими удобрениями, может существенно повысить эффективное плодородие светло-каштановых и каштановых почв, а разработка технологических приёмов устранения прогрессирующей антропогенной деградации почв при экономном использовании ресурсов является актуальным направлением современной земледельческой науки.

Ключевые слова: биологические мелиоранты, органо-минеральные удобрения, плодородие

Введение. Еще в 1563 г. французский естествоиспытатель Б. Палисси писал, что «соль есть основа жизни и роста всех посевов». Если засевать поле несколько лет подряд, не унавоживая, то посевы извлекут из земли соль, необходимую для своего роста; земля, таким образом, обедняется солями и перестает давать урожаи. Его представления о причинах истощения почвы, о необходимости возврата зольных веществ в виде удобрений лишь 300 лет спустя доказаны точными опытами.

В 1789 г. Рюккерт создал теорию истощения почв, довольно близкую к либиховской. Он считал, что каждое растение требует особого состава почвы, наиболее подходящего для его развития. Некоторые же растения при многолетней культуре обедняют почву, урожаи падают, а в то же время другие культуры на этой же почве вполне удаются. Истощение почвы можно устранить с помощью удобрения, содержащего недостающее вещество, поэтому разные растения требуют разных удобрений. Однако это верное научное положение не было убедительным для современников вследствие недостаточного совершенства методики анализа почвы и растений.

Заслуживают несомненного внимания воззрения немецкого ученого Шпренгеля. Особое внимание Шпренгель обращал на необходимость возмещения утраченных почвой минеральных веществ, так как углерод, водород и кислород растения находят в воздухе, который по сравнению с почвой всегда остается одинаковым по составу. Он считал обязательным внесение в почву связанных форм азота, так как большинство растений не способно усваивать азот атмосферы. Фактически Шпренгель создал учение о значении минеральных веществ для питания растений и необходимости их возврата в почву в целях предотвращения ее истощения.

Либих настойчиво рекомендовал возвращать в почву те минеральные вещества, которыми почва особенно истощена. Если же эти минимумы не устранить, то другие вещества окажутся бесполезными. Впоследствии это положение назвали «либиховский закон минимума», хотя сам Либих этот термин не употреблял и считал это научное положение относительным. В книге «55 тезисов» (1855) он отмечал: «Элемент, полностью отсутствующий или не находящийся в нужном количестве, препятствует прочим питательным соединениям произвести их эффект или, по крайней мере, уменьшает их питательное действие». Этим он подчеркивал незаменимость элементов питания растений [1, 2].

Передовые умы России интересовались минеральными удобрениями с давних времен. На рубеже XVIII-XIX вв. первые русские агрономы – А.Т. Болотов, М.И. Афонин, И.М. Комов – вслед за англичанами и немцами (а иногда опережая их) отмечали положительное действие золы, размолотых костей, мела и извести на урожаи зерновых [3, 4, 5, 6].

И.М. Комов предлагал для улучшения почв использовать песок, меловую глину, известковый камень, «кои хотя сами бесплодны, но смешиваясь с землею, делают ее плодоносною, а известь к тому же кислоту в земле истребляет» [9].

Удобрение является сильным средством изменения в растении характера обмена веществ и всех жизненных процессов, но в то же время физические и химические свойства удобрения изменяются под воздействием растения. Точно так же при взаимодействии почвы и удобрения, с одной сто-

роны, изменяются свойства почвы, ее кислотность или щелочность, содержание питательных веществ, деятельность микроорганизмов и т. п., а с другой стороны, под влиянием почвы в удобрении изменяется растворимость и доступность растению элементов питания, их концентрация под влиянием вымывания или превращения в труднорастворимые соединения и т. д. [10, 11, 13, 14].

Д.Н. Прянишников в своем определении понятия «удобрение» указывал, что оно может содержать пищу для растений, усиливать мобилизацию питательных веществ в почве, повышать энергию жизненных процессов в ней и изменять свойства самой почвы [15].

Описание органо-минерального удобрения

Композиция – пастообразная или комкообразная или иного вида масса типа почвы, не растворима в воде, набухает; при температуре выше 220 ^{0}С разлагается. Плотность при 20^{0}С от 880 – 960 г/дм3 при отсутствии влаги до 1240-1320 г/дм^{3}в набухшем состоянии.

ОМК «АМИДА» предназначена для применения в зеленом строительстве, сельскохозяйственном производстве для выращивания технических, кормовых, зерновых и сидеральных культур, лесоводстве под посадки лесохозяйственных культур вдоль дорог, в питомниках лесных и декоративных культур, цветоводстве, для окультуривания истощенных почв, рекультивации нарушенных земель и откосов автомобильных дорог; рекультивации свалок твердых бытовых отходов, территории очистных сооружений. ОМК «АМИДА» обеспечивает повышение плодородия почв, полное питание лесных, садовых и сельскохозяйственных культур, цветов в процессе их вегетации после высадки и посева, а также в качестве сырья для производства органо-минеральных удобрений и плодородных грунтов.

Условия и методика проведения исследований

Для реализации поставленной цели были поставлены опыты на опытном поле Волгоградского государственного аграрного университета в УНПЦ «Горная Поляна» Городищенского района Волгоградской области.

Почва опытного участка относится к подтипу светло-каштановых почв, тяжелосуглинистая, с высоким содержанием калия, с низким содержанием азота и со средним фосфора (таблица 1). Глубина пахотного горизонта достигает 0,3 м и содержит 1,75…1,78% гумуса. Показатель pH почвы – 7,65.

Мощность гумусового горизонта в среднем составляет 0,31 м. Глубина горизонта А – 0,00…0,25 м, почва в нём светло-коричневого цвета, уплотнённая, тяжелосуглинистая, сильно пронизана корнями растений. Содержание гумуса здесь не превышает 1,75 %. Переход к B_1горизонту заметный.

Горизонт B_1 коричневого цвета, с видимыми гумусовыми затёками, уплотнённый, крупнокомковатый, в глубину 0,25…0,31 м. Средне пронизан корнями растений, переход к B_2 горизонту слабо заметный.

Горизонт B_2 коричнево-бурого цвета, тяжелосуглинистый, в глубину 0,31… 0,65 м. Залегание карбонатов находится на глубине 0,48 м. От HClвскипание происходит с глубины 0,36 м. В этом слое содержание гумуса уменьшается до 1,24%. Переход к следующему С горизонту постепенный.

Горизонт С – это материнская порода, она светло-бурого цвета, среднесуглинистая, корни растений встречаются редко, в глубину более 0,65 м.

Содержание органического вещества небольшое. Опытный участок расположен на равнине, поэтому рельеф поля выровненный.

Таблица 1

Результаты анализа почвы с опытного поля

Слой почвы 0,0…0,1 м		
Гумус общий	1,78	%
pH (водн.)	8,09	-
Азот нитратный	54,2	мг/кг
Азот аммиачный	29,3	мг/кг
Фосфор	24,7	мг/кг
Калий	371,0	мг/кг
Слой почвы 0,2…0,3 м		
Гумус общий	1,75	%

Продолжение таблицы 1

pH (водн.)	8,11	-
Азот нитратный	48,4	мг/кг
Азот аммиачный	44,2	мг/кг
Фосфор	22,8	мг/кг
Калий	391,0	мг/кг

Повторность опыта трёхкратная, варианты в опыте размещены методом рендомизированных повторений, учётная площадь одной делянки варьировалась от 12 до 24 м^2.

В каждой повторности рассматривалось по 3 варианта: Контроль (без удобрений);ОМК «Амида» из расчёта 20 кг на 10 м^2;ОМК «Амида» из расчёта 40 кг на 10 м^2.

В опытах изучалось влияние органо-минеральной композиции «Амида» на рост, развитие и урожайность ячменя, нута в богарных условиях и на рост, развитие и урожайность хлопчатника, картофеля, томатов, перца болгарского, баклажанов на орошении.

Результаты исследований.

В результате проведённых исследований в Городищенском и Среднеахтубинском районах Волгоградской области на каштановых и светло-каштановых почвах было установлено, что ОМК «Амида» приводило к более быстрому прохождению фенологических фаз растений. В частности на картофеле цветение наблюдалось на 4-5 дней раньше, чем на обычном фоне. На обычном почвенном фоне цветение картофеля наступало через 34-35 дней после всходов. На делянках с внесённой органо-минеральной композицией «Амида» цветение картофеля наступало через 30-31 день после всходов. Что очевидно происходило из-за улучшения пищевого и теплового режимов.

Одним из приёмов стабилизации и улучшения гумусного состояния светло-каштановых и других почв является внесение органических удобрений и химическая мелиорация почв.

Исследованиями установлено, что содержание гумуса увеличивалось на всех делянках опыта с внесением органо-минеральной композиции «Амида». Увеличение по отношению к контролю зависело от нормы внесения и уже за первый год (анализ почвы проводился в апреле перед внесением ОМК «Амида» и в конце сентября) составляло от 0,15 до 0,25%.

Таблица 2

Влияние ОМК «Амида» на содержание гумуса и элементов питания в слое 0-0,1 м

Варианты	Гумус, %	Азот, мг/кг почвы	Фосфор, мг/кг почвы	Калий, мг/кг почвы
Первая повторность				
Контроль	1,78	83,7	24,7	374
Амида, 20 кг/10м^2	1,93	114,8	31,5	381
Амида, 40 кг/10м^2	2,02	132,8	38,7	390
Вторая повторность				
Контроль	1,78	84,2	23,3	385
Амида, 20 кг/10м^2	1,92	115,2	32,0	387
Амида, 40 кг/10м^2	2,01	134,1	36,9	394
Третья повторность				
Контроль	1,77	83,9	24,1	388
Амида, 20 кг/10м^2	1,92	117,2	32,3	395
Амида, 40 кг/10м^2	2,02	133,0	37,5	398

Максимальное содержание гумуса 2,02 % отмечено на делянках при внесении ОМК «АМИДА» из расчёта 40 кг на 10 м^2.

Аналогично изменениям содержания гумуса на опытных делянках в светло-каштановой почве изменялось содержание макроэлементов.

Как свидетельствуют результаты исследований до внесения органо-минеральной композиции «Амида», почва опытного участка характеризуется низкой обеспеченностью щелочногидролизуемым азотом. При внесении в почву ОМК «Амида» из расчёта 20 кг на 10 м^2 содержание нитратного и аммонийного азота возрастало на 31,0-33,3 мг/кг почвы. При внесении в почву ОМК «Амида» из расчёта 40 кг на 10 м^2 содержание нитратного и аммонийного азота возрастало на 49,1-49,9 мг/кг почвы. Таким образом, результаты исследований показали, что внесение органо-минеральной композиции «Амида» приводило к увеличению содержания азота в почве.

На варианте без органо-минеральной композиции «Амида» содержание подвижного фосфора в

посевном слое (0-0,1 м) составляло 23,3-24,7 мг/кг почвы, что соответствует очень низкому содержанию. При использовании органо-минеральной композиции «Амида» нормой эквивалентной 20 кг на 10 м^2 содержание фосфора увеличивалось на 6,8-8,2мг/кг почвы, а при использовании органо-минеральной композиции «Амида» нормой эквивалентной 40 кг на 10 м^2 содержание фосфора увеличивалось на 13,4-14,0 мг/кг почвы.

Содержание обменного калия в почвах Волгоградской области почти повсеместно высокое и очень высокое. Показатели калия на опытном участке, в среднем 381 кг/кг почвы – характеризуют это состояние как очень высокое.

На фоне внесения органо-минеральной композиции «Амида» из расчёта 20 кг на 10 м^2 содержание обменного калия возрастало по отношению к контролю на 2-7 мг/кг почвы. При внесении органо-минеральной композиции «Амида» из расчёта 40 кг на 10 м^2 содержание обменного калия возрастало по отношению к контролю на 9-16 мг/кг почвы. Применение органо-минеральной композиции «Амида» обеспечивало снижение величины pH и переход почвы из класса со слабощелочной реакцией в класс с реакцией среды близкой к нейтральной. При этом вполне логично выглядят результаты анализа. Внесение органо-минеральной композиции «Амида» из расчёта 20 кг на 10 м^2 снижало pH на 0,4 единицы, а внесение органо-минеральной композиции «Амида» из расчёта 40 кг на 10 м^2 снижало pH на 0,6 единиц.

Таблица 3

Влияние ОМК «Амида» на физико-химические свойства почвы

Варианты	pH сол, ед	ЕКО	Са + Мд
Первая повторность			
Контроль	8,09	38,67	32,8
Амида, 20 кг/10м^2	7,69	40,12	33,6
Амида, 40 кг/10м^2	7,50	41,35	34,1
Вторая повторность			
Контроль	8,09	38,72	32,8
Амида, 20 кг/10м^2	7,68	40,15	33,8
Амида, 40 кг/10м^2	7,49	41,36	34,3
Третья повторность			
Контроль	8,11	38,76	32,8
Амида, 20 кг/10м^2	7,71	40,09	33,5
Амида, 40 кг/10м^2	7,51	41,38	34,1

На фоне внесения органо-минеральной композиции «Амида» наметилась тенденция по увеличению ёмкости катионного обмена. При использовании нормы 20 кг на 10 м^2 ёмкость катионного обмена составляла от 40,09 до 40,15 мг-экв / 100 г почвы. При использовании нормы 40 кг на 10 м^2 ёмкость катионного обмена составляла от 41,35 до 41,38 мг-экв / 100 г почвы. Использование органо-минеральной композиции «Амида» повышало сумму обменных оснований на 0,7-1,0 мг-экв / 100 г почвы при внесении 20 кг на 10 м^2 поверхности почвы. При внесении нормы 40 кг на 10 м^{2}степень насыщенности основаниями увеличивалась до 34,1 – 34,3 38 мг-экв / 100 г почвы.

Как свидетельствуют экспериментальные данные, почва опытного участка характеризуется удовлетворительным структурным состоянием. Содержание водопрочных агрегатов в пахотном горизонте перед закладкой опытов составляло 51,4%. Однако внесение органо-минеральной композиции «Амида» увеличивало количество водопрочных агрегатов. И при использовании нормы 40 кг на 10 м^{2}структурное состояние пахотного горизонта перешло из удовлетворительного в хорошее.

Таблица 4

Влияние ОМК «Амида» на агрофизические свойства почвы

Варианты	Агрегаты >0,25 мм, %	Равновесная плотность, т/м^3	Пористость, %
Первая повторность			
Контроль	51,4	1,27	49,8
Амида, 20 кг/10м^2	53,7	1,22	51,0
Амида, 40 кг/10м^2	56,1	1,17	53,0

Продолжение таблицы 4

Вторая повторность			
Контроль	51,2	1,28	49,6
Амида, 20 кг/10м^2	53,8	1,23	50,6
Амида, 40 кг/10м^2	55,9	1,18	52,6
Третья повторность			
Контроль	51,5	1,28	49,6
Амида, 20 кг/10м^2	53,5	1,21	51,4
Амида, 40 кг/10м^2	55,7	1,17	53,0

Равновесная плотность пахотного горизонта на вариантах без внесения органо-минеральной композиции «Амида» варьировала от 1,27 до 1,28 т/м^3.

На фоне внесения органо-минеральной композиции «Амида» из расчёта 20 кг на 10 м^{2}плотность в среднем за сезон находилась на уровне 1,21-1,23т/м^3. На фоне внесения органо-минеральной композиции «Амида» из расчёта 40 кг на 10 м^{2}плотность в среднем за сезон составляла 1,17-1,18т/м^3. Как свидетельствуют результаты исследований, общая пористость в сентябре – месяце на контрольном варианте изменялась в пределах 49,6-49,8%.

Использование органо-минеральной композиции «Амида» достоверно повышало общую пористость при норме внесения 20 кг на 10 м^2 до 51,4 % и при норме 40 кг на 10 м^2 до 53,0%. Внесение органо-минеральной композиции «Амида, хотя и в неодинаковой степени, но оказало влияние на формирование всех наблюдаемых культур.

Большее проявление органо-минеральной композиции «Амида», как и следовало ожидать, наблюдалось на орошаемых участках. В богарных условиях засушливого земледелия, фактором жизни растений, находящимся в минимуме является влага, и урожайность сельскохозяйственных культур в первую очередь зависит от данного показателя.

Поэтому при возделывании ячменя и нута на богаре различия в урожайности этих культур с внесением ОМК «Амида» и без неё были не столь значительными.

Таблица 5

Влияние ОМК «Амида на урожайность ячменя сорта Волгоградский 12, ц/га

Варианты	Первая повторность	Вторая повторность	Третья повторность	Среднее
Контроль	17,6	17,8	17,9	17,8
Амида, 20 кг/10м^2	18,2	18,1	18,1	18,1
Амида, 40 кг/10м^2	18,4	18,6	18,6	18,5

Таблица 6

Влияние ОМК «Амида на урожайность нута сорта Приво, ц/га

Варианты	Первая повторность	Вторая повторность	Третья повторность	Среднее
Контроль	10,2	10,4	10,5	10,4
Амида, 20 кг/10м^2	10,8	10,9	10,7	10,8
Амида, 40 кг/10м^2	11,3	11,1	11,1	11,2

Хлопчатник, является культурой с длинным вегетационным периодом и поздними сроками уборки, поэтому эффективность действия ОМК «Амида» определялось по зелёной массе растений. Зелёная масса хлопчатника на рядках с внесённой органо-минеральной композицией была примерно в полтора раза больше, чем на рядках без данного вида удобрений. Взвешивание надземной части растений показало: 68,6 т/га зелёной массы на варианте с Амидой и 46,7 т/га зелёной массы на контрольном варианте.

Урожайность картофеля изменялось от 24,2 т/га на контрольном варианте до 31,5 т/га на участках с внесённой органо-минеральной композицией «Амида». Урожайность томатов варьировала от 95,2 т/га на участках с внесённой органо-минеральной композицией «Амида» до 78,4 т/га на участках без внесения органики. Урожайность перца составляла на участках с ОМК «Амида» 37,6 т/га, а на участках без неё 31,5 т/га. Урожайность баклажанов при внесении в почву ОМК «Амида» была на уровне 70 т/га, а без неё 60-62 тонны.

В Среднеахтубинском районе Волгоградской области проводились испытания органо-минеральной композиции «Амида» в теплицах на томатах.

Карбонатные теплицы размером 63 м х 8 м. Площадью 504 м^2.

Было отмечено, что органо-минеральная композиция «Амида» во-первых, приводила к сокращению прохождения фенологических фаз томатов, что является важным условием при выращивании скороспелой овощной продукции. Во-вторых, увеличивала биологический рост растений и продуктивность томатов с одного куста.

В теплице с площади 504 м^2 было получено 10 тонн стандартных плодов томатов, то есть 5 кг томатов с куста, а общий вес томатов с куста составлял от 7 до 8 кг.

Отсюда получается, что в тепличных условиях при использовании органо-минеральной композиции «Амида» можно получать свыше 200 тонн с одного гектара стандартных плодов томатов, или других овощей семейства баклажанных (паслёновых).

Томаты, выращенные на органо-минеральной композиции «Амида» в теплицах были отобраны для испытаний на предмет содержания в плодах нитратов, тяжёлых металлов и на патогенную флору.

В результате проведённых анализов было установлено, что содержание нитратов более чем в 5 раз меньше допустимых пределов. Содержание свинца и кадмия в 5 и 3 раза меньше допустимых значений, а ртуть не обнаружена совсем. Присутствие радионуклидов ничтожно мало, патогенной флоры не обнаружено.

По данным протокола испытаний федерального государственного бюджетного учреждения ЦАС «Волгоградский» и Аккредитованного Испытательного лабораторного центра Волгоградского филиала Федерального Бюджетного учреждения здравоохранения Центр гигиены и эпидемиологии по железнодорожному транспорту представленная продукция томатов полностью соответствует показателям декларации на экологически чистую продукцию.

Заключение. В результате проведённых исследований по изучению органо-минеральной композиции «Амида» на светло-каштановых почвах в УНПЦ Волгоградского государственного аграрного университета «Горная Поляна» и в теплицах в Среднеахтубинском районе Волгоградской области, можно сделать следующие выводы:

1. Органо-минеральная композиция «Амида» повышает содержание органического вещества и элементов питания в почве.
2. Улучшает её физико-химические свойства.
3. Оптимизирует структуру, плотность и пористость.
4. Повышает урожайность сельскохозяйственных культур, как в открытом грунте, так и в теплицах.

Литература

1. Ботнарь В.Ф. Влияние орошения на влажность воздуха и моделирование водного режима при возделывании томатов // Buletinul AŞM. Ştiinţele vieţii, 2012. №1. (316). С. 92 – 104.

2. Григоров М.С. Продуктивность томатов при капельном орошении в условиях светло-каштановых почв Волгоградской области // Известия Нижневолжского Агроуниверситетского Комплекса, 2014. №2 (34). С. 34 – 38.

3. Дубовицкий А.А., Климентова Э.А. Проблемы и перспективы развития овощеводства // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. 2014. №3. С. 89 – 95.

4. Минеев В.Г. Агрохимия: Учебник. М.: Изд-во МГУ. 2012. 720 с.

5. Эффективность производства овощей защищенного грунта / И.А. Минаков, А.В. Бекетов, А.В. Зюзя // Вестник МичГАУ. 2015. №1. С. 103 – 111.

6. Научно-технические основы оптимизации продукционного процесса в регулируемой агроэкосистеме / Г.Г. Панова, В.А. Драгавцев, Е.В. Канаш, М.В. Архипов, И.Н. Черноусов // Агрофизика,.2011. №1. С. 29 – 37.

7. Биотехнологические комплексы по круглогодичному интенсивному ресурсосберегающему производству высококачественной растительной продукции: основы создания и перспективы / Г.Г. Панова, Ю.И. Желтов, В.Л. Судаков, И.Н. Черноусов и др.: Матер. коорд. совещ. АФИ, СПб. 2012. С. 77 – 85.

8. Азарьева И.И. Совершенствование технологии капельного орошения томатов на светло-каштановых почвах Нижнего Поволжья: автореф. дис. … канд. с.-х. наук. Волгоград, 2010. 23 с.

9. Бородычев В.В. Современные технологии капельного орошения овощных культур: научное издание. Коломна: ФГНУ ВНИИ «Радуга», 2010. 241 с.

10. Бюллетень Географической сети опытов с удобрениями. Вып. 13. Научные основы, состояние и рекомендации. М.: ВНИИА, 2012. 64 с.

References

1. Botnar' V.F. Vlijanie oroshenija na vlazhnost' vozduha i modelirovanie vodnogo rezhima pri vozdelyvanii tomatov // Buletinul AŞM. Ştiinţele vieţii, 2012. №1. (316). S. 92 – 104.
2. Grigorov M.S. Produktivnost' tomatov pri kapel'nom oroshenii v uslovijah svetlo-kashtanovyh pochv Volgogradskoj oblasti // Izvestija Nizhnevolzhskogo Agrouniversitetskogo Kompleksa, 2014. №2 (34). S. 34 – 38.
3. Dubovickij A.A., Klimentova Je.A. Problemy i perspektivy razvitija ovoshhevodstva // Tehnologii pishhevoj i pererabatyvajushhej promyshlennosti APK – produkty zdorovogo pitanija. 2014. №3. S. 89 – 95.
4. Mineev V.G. Agrohimija: Uchebnik. M.: Izd-vo MGU. 2012. 720 c.
5. Jeffektivnost' proizvodstva ovoshhej zashhishhennogo grunta / I.A. Minakov, A.V. Beketov, A.V. Zjuzja // Vestnik MichGAU. 2015. №1. S. 103 – 111.
6. Nauchno-tehnicheskie osnovy optimizacii produkcionnogo processa v reguliruemoj agrojekosisteme / G.G. Panova, V.A. Dragavcev, E.V. Kanash, M.V. Arhipov, I.N. Chernousov // Agrofizika,.2011. №1. S. 29 – 37.
7. Biotehnologicheskie kompleksy po kruglogodichnomu intensivnomu resursosberegajushhemu proizvodstvu vysokokachestvennoj rastitel'noj produkcii: osnovy sozdanija i perspektivy / G.G. Panova, Ju.I. Zheltov, V.L. Sudakov, I.N. Chernousov i dr.: Mater. koord. soveshh. AFI, SPb. 2012. C. 77 – 85.
8. Azar'eva I.I. Sovershenstvovanie tehnologii kapel'nogo oroshenija tomatov na svetlo-kashtanovyh pochvah Nizhnego Povolzh'ja: avtoref. dis. … kand. s.-h. nauk. Volgograd, 2010. 23 s.
9. Borodychev V.V. Sovremennye tehnologii kapel'nogo oroshenija ovoshhnyh kul'tur: nauchnoe izdanie. Kolomna: FGNU VNII «Raduga», 2010. 241 s.
10. Bjulleten' Geograficheskoj seti opytov s udobrenijami. Vyp. 13. Nauchnye osnovy, sostojanie i rekomendacii. M.: VNIIA, 2012. 64 s.

Pleskachev Yu.N., Doctor of Agricultural Sciences (Advanced Doctor), Professor,
Kholod A.A., Candidate of Agricultural Sciences (Ph.D.),
Sidorov A.N., Candidate of Agricultural Sciences (Ph.D.),
Volgograd State Agrarian University

THE APPLICATION OF ORGANO-MINERAL COMPOSITION AMIDA ON CHESTNUT SOILS OF THE LOWER VOLGA REGION

Abstract: intensive use of agricultural lands without observance of technology of cultivation of agricultural crops due to low level of utilization of organic, mineral fertilizers, chemical and biological ameliorants led to the development of such degradative processes as dehumification, destructurization, compaction, decalcification, acidification, salinization, slicesize.

In this regard, the use of lower cost organic mineral compositions, such as Amida, in combination with mineral and organic fertilizers, can significantly raise the effective fertility of light chestnut and chestnut soils, and the development of technological methods to eliminate the progressive anthropogenic soil degradation in the economic use of resources is a topical direction of modern agricultural science.

Keywords: biological meliorate, organo-mineral fertilizers, fertility

Поздняков В.А., доктор сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник,
Нагиев Т., кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник,
ФГБНУ Ленинградский НИИСХ «БЕЛОГОРКА»,
Петров Д.В., соискатель,
Дрижаченко А.И., соискатель,
Санкт-Петербургский государственный аграрный университет

АКТУАЛЬНОСТЬ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ В СЕЛЕКЦИИ РАСТЕНИЙ

Аннотация: разработаны приемы экологической селекции при использовании разных методов для создания высокопродуктивных сортов клевера лугового. Штаммы азотфиксирующих, в том числе клубеньковых бактерий, в питомнике конкурсного сортоиспытания оказали заметный стимулирующий эффект на фотосинтетическую активность клевера лугового Лужский. Проведена оценка сортообразцов, полученных по программе экологической селекции ТОС "Клевер», координируемой ВНИИ кормов им. В. Р. Вильямса - двух тетраплоидных – 2ТВ 210 и 4п180 и трех диплоидных – 2Т 184, В 177 и ГПД 5. На основе сорта овсяницы красной Северная 32

Сформированы четыре перспективные сортомикробные смеси. Мобилин 880, Азоризин 8 и биопрепарат Клевер 339б показали положительное фитогормональное воздействие на ускорение прохождения онтогенетических фаз развития растений овсяницы красной Северная 32. Предложен способ селекции многолетних трав на устойчивость к патогенам на основе биогеохимических и агроклиматических характеристик мест происхождения исходных образцов, являющийся по своей сути одним из направлений экологической генетики.

Ключевые слова: эколого-генетические и биогеохимические факторы, овсяница красная, клевер луговой, растительно-микробные системы

Н.И. Вавиловым был предложен ботанико-географический принцип в изучении иммунитета растений к болезням. Им в 1940г. была разработана агроэкологическая систематика культурных растений.

В мировой и отечественной практике для создания новых сортов многолетних трав часто используют экотипический отбор. По Е.Н. Синской экотип это, когда его ареал меньше ареала подвида. У других авторов экотип – это группа растений, характеризующаяся комплексом биологических и морфологических признаков. Ареал во втором случае установит трудно. В сборнике СПбГАУ за 2008 г. [1] нами предложен способ селекции многолетних трав на устойчивость к патогенам на основе биогеохимических и агроклиматических характеристик мест происхождения исходных образцов, являющийся по своей сути одним из направлений экологической генетики.

Еще в более ранней статье (2001) было показано, что благодаря присутствию достаточно интенсивных полос поглощения соединений, включающих фосфор, с частотой 1300-1000 см$^{-1}$ фунгицид топсин М способствовал снижению резонансного эффекта "пульсационных" колебаний бензольных колец фунгицида и стероидного соединения (1580-1600 и 1450-1500 см $^{-1}$) эндофитных грибов. У соединения типа фоликул еще более заметны различия в частотах с алкалоидами. Например, валентные колебания связей С-С1 фунгицида составляют всего 850-795 см$^{-1}$. Было указано, что изменение хода ферментативных процессов в семенах овсяницы можно объяснить тем, что фунгициды топсин М и фоликур ингибировали синтез алкалоидов грибов р.Acremonium. В последних публикациях биофизической направленности [2].

указано, что ангармоничные атомные группы – осциллятор (Амид 1) C=O, N-H…OH_2 преобразуют химическую энергию АТФ, возбуждающую их колебания, в энергию когеррентную – солитон. Наш способ дифференциации многолетних трав и некоторых видов растений-резерватов патогенов по уровню магнитной индукции опубликован [3].

Эпигенетическая изменчивость как явление получила современное объяснение в свете разрабатываемого естествоиспытателями нелинейного подхода к объектам живой и неживой природы. Нелинейный подход к изучению закономерностей окружающего мира с успехом заменяет эпигенетическую модель изменчивости живых организмов.

Примером эпигенетической изменчивости служит известный селекционерам факт наличия положительных биологических и хозяйственно ценных признаков у толерантных к патогенам сортов полевых культур.

Толерантные, частично устойчивые к патогенам сорта растений имеют больше шансов на выживание. Хотя клевер луговой в производственных и селекционных посевах на 80% и более поражается возбудителями различных болезней

(клеверный рак, фузариоз, антракноз и др.), культура благодаря высокой способности восстанавливать изреженный после перезимовки травостой всегда обеспечивала нужный урожай питательной зеленой массы.

Характерной чертой нынешнего развития науки является акцент физики на изучение биологических явлений. Тематикой Зимней школы Физ. Тех им. А. Иоффе (2017, Зеленогорск) было выбрано направление «Нано- и оптомеханика, полупроводниковые композитные структуры для диагностики социально значимых заболеваний».

Российским ученым в самое последнее время удалось сформулировать биологическую теорию развития живых организмов. Она включает многолетние наработки исследователй-биологов, включая мичуринскую биологию (в просторечии «лысенковщина»), вейсманизм-морганизм («продажная девка империализма»), молекулярную генетику, биохимию, биофизику, биоматематику, космофизические исследования.

Современная наука выдвигает на первое место позитивные технологии, включающие создание средств защиты растений с характеристиками отдельных атомов (например Selen) и молекулярных структур (антибиотики), биотехнологию, компьютерную технику и информационую технологию.

Прослежен путь влияния условий выращивания через ДНК, солитон А.С. Давыдова, фрактальные кристаллы воды, космофизические факторы, биогеоценотические особенности на потенциальные возможности новых сортов растений. Выращивание меристемного картофеля в стране определено конъюктурными соображениями и не имеет ни научного, ни производственного обоснования. Одно появление новых агрессивных штаммов патогенов после 2-3 летнего продуцирования меристемых клонов картофеля в полевых условиях заставляет критически оценить многозатратные усилия на получение оздоровленного семенного материала.

Только синхронизированные с местом выращивания по спектрам излучений толерантные генотипы имеют преимущества перед конкурентами. Естественно их больше у отечественных сортов, хотя возможно выделение удачных сортообразцов и среди номеров западной селекции. Погодные условия в наших местах каждый год непредсказуемые, поэтому селективное преимущество у сортов средней продуктивности и стабильной по годам урожайности зеленой массы, семян и клубней картофеля.

Это не ретроградство. Ныне выдающиеся сорта трав, зерновых, картофеля создаются в основном интуитивно, благодаря таланта ученого- селекционера. Создание толерантных к стрессовым условиям сортов потребует на порядок больше усилий по разработке современного оборудования для диагностики и идентификации физическим методами ценных генотипов и сортов растений, послужит живительной струей для совершенствования разрабатываемой в Агрофизическом институте (С-Петербург) системы точного земледелия.

Новые структуры (растительно-микробные системы, меристемные клоны картофеля), образующиеся в коллективных нелинейных молекулярно-биологических процессах, всегда представляют собой новый пример нелинейного подхода к формированию исходного материала многолетних трав.

Открытые системы – растительно-микробные популяции трав, меристемные клоны картофеля являются неравновесными. Теоретические разработки явления тесно связано с именами Л. Онзагера и И. Пригожина.

Растительно-микробные симбиозы (РМС) – удобные модели для разработки фундаментальных аспектов симбиологии и симбиогенетики, так как растения вступают в разнообразные симбиотические отношения с микроорганизмами, выполняющими трофические, защитные и регуляторные функции. Не солидно с научной точки зрения в связи с этим выглядит полный запрет на использование геномодифицированных сортов в России. В память выдающего селекционера по картофелю Е.А. Осиповой в ближайшее время необходимо добиться регистрации в Госкомиссии созданного в Кубанском университете растительно-микробного сорта картофеля Невский. Преодолевая натиск колорадских жуков новому сорту не будет проблем и с переносчиками вирусов – крылатыми тлями. Кроме того, пчелы предпочитают совсем другие медоносы для сбора пыльцы.

Для бобовых растений (клевера лугового) характерна системная регуляция, повышающая целостность симбиоза. Она обеспечивает сопряжение симбиотрофного питания бобовых азотом с «автотрофным» питанием (например, с усвоением нитратов) и с фотосинтезом.

В лаборатории используются различные приемы экологической селекции для создания высокопродуктивных сортов клевера лугового.

Под воздействием азотфиксирующих микроорганизмов изменяется прохождение фаз онтогенеза. Хотя семян клевера больше не получено, здесь еще нужно синхронизировать цветение с активностью пчел (табл. 1).

Таблица 1

Изменение биологических и хозяйственных признаков клевера лугового сорт Лужский под воздействием биопрепаратов. Питомник КСИ. Посев 2014 г. Учет 2016 г.

Биопрепарат	Мощность, балл	Количество зацветших головок, %		Высота стеблей, см	Зеленая масса, т/га	Завязываемость, %	Семена, кг/га
		05.07	17.07				
Контроль	3,3	8,3	38,3	78	8,5	27,6	26,5
Азоризин 6	3,3	14,5*	41,7	70	5,5	25,0	24,0
Азоризин 8	3,5	10,8	41,7	100	5	19,4	22,5
Мобилин 880	3,3	12,0	45,8*	94	9,5	21,0	25,0
Клевер 339б	2,8	13,7	31,7	76	5,5	21,9	20,0
НСР 05		5,6	7,2		7,0	5,3	1,8

***Примечание**:* – достоверные различия при р=0,95*

Штаммы азотфиксирующих, в том числе клубеньковых бактерий, в питомнике конкурсного сортоиспытания оказали заметный стимулирующий эффект на фотосинтетическую активность клевера лугового Лужский. В первую очередь, отмечено влияние Азоризина 6, Азоризина 8 и Мобилина 880 на ускорение развития растений клевера лугового. Количество зацветших головок у опытных образцов с этими биопрепаратами было наибольшим как в первый (10,8-14,5%), так и во второй срок учета – 41,7-45,8%. Ускорение процессов роста и развития за счет физиологически активных веществ азотфиксирующих микроорганизмов сопровождалось увеличением накопления в опытных растениях хлорофилла а и каротиноидов. Это относится к вариантам с Азоризином 8, Мобилином 880 и Клевером 339б по хлорофиллу а и с Мобилином 880 и Клевером 339б – по каротиноидам.

В лаборатории селекции многолетних трав получены 4 сортомикробные популяции клевера лугового на основе препарата Мобилин и 4 – Азоризин. Образцы клевера лугового различного эколого-географического происхождения в питомнике предварительного размножения, инфицированные биопрепаратом Мобилин 880, заметно ускоряли свой рост и формирование генеративной сферы. По семенной продуктивности более высокий урожай получен по образцу сорта Лужский от повторного инфицирования по биопрепаратам Мобилин 880 и Азоризин – 113,8-135,5% к среднему по опыту. Достоверно выше была и завязываемость семян – 54,3-55,7%.

Изучение реакции бобовых растений на ризосферные микроорганизмы в процессе онтогенетического развития проведено на трех перспективных, в том числе тетраплоидных, сортообразцах: СПГ 1 2п, 2 В 177 2п и 2ТВ 210 4п (табл. 2).

Таблица 2

Влияние применения биопрепаратов на морфобиологические и биологические признаки растений клевера лугового. Белогорка. Лаборатория

Биопрепарат	Поражение плесенью, 8-9-й дни,% /16-й день, степень		
Образец	1	2	3
Стандарт	3/Сл.	11/Ср.	0/Нет
Азоризин 6	0/Нет	5/Ср.	0/Сл.
Азоризин 8	1/Сл.	12/Сил.	0/Сил.
Мобилин 880	0/Нет	1/Ср.	1/Сл.
Клевер 339в	0/Сл.	11/Сил.	1/Ср.

***Примечание**: 1.Образец 1 –СПГ 1 2п, 2 - В 177 2п, 3 – 2ТВ 210 4п*
2. Сл. – слабая, Ср. – средняя, Сил. – сильная

В условиях лаборатории на девятом дне эксперимента отмечено плесневение проростков. Инфекция в сильной степени была отмечена на диплоидных образцах (СПГ 1 2п, 2 В 177 2п) в чашках без биопрепаратов и с препаратами Азоризин 8 и Клевер 339в. В средней степени гриб развился в чашках с Азоризином 6. Мобилин на этом отрезке эксперимента ингибировал развитие инфекции. Тетраплоидный образец 2ТВ 210 4п был слабо восприимчив к патогенам, кроме варианта с Азоризином 8. Лучшие показатели по ингибированию плесневого гриба по препаратам на 16-й день опыта по всем трем образцам, инокулированных Азоризином 6 и Мобилином 880.

В опытах совсяницей красной для оптимизации симбиотических систем используются биопрепараты на основе ризосферных микроорганизмов: Азоризин, штаммы №6 и №8 (*Azospirillum brasilense);* Мобилин создан на основе *Klebsiella mobilis*, штамм 880; Агрофил и Ризоагрин созданы на основе штаммов, относящихся к роду Agrobacterium, а также, Флавобактерин и Глиокладин.

Применение биопрепаратов на овсянице красной способствовало ускоренному прохождению фаз развития растений. Если визуально довольно трудно диагностировать различия в скорости созревания злаков, то по биохимическим показателям различия оказались более чем убедительными (табл. 3).

Таблица 3

Содержание легкорастворимых углеводов в сухом веществе сортомикробных смесей овсяницы красной сорт Северная 32. Питомник КСИ. Посев 2014г. Учет 2016 г.

Дел.	Биопрепарат	Сумма сахаров, %	К стандарту, %
1	Контроль	29,4	100,0
2	Азоризин 6	26,4	89,8
3	Азоризин 8	23,4*	79,6
4	Мобилин 880	24,9*	84,7
5	Клевер 339б	20,9*	71,7
НСР 05		4,0	

Примечание: ** – достоверные различия при p=0,95*

Клубеньковые и ассоциативные азотфиксирующие бактерии биопрепаратов Клевер 339б, Мобилин 880 и Азоризин 8 показали положительное фитогормональное воздействие на ускорение прохождения онтогенетических фаз развития растений овсяницы красной Северная 32. Получено достоверное снижение суммы сахаров, отражающих и характеризующих более поздний этап развития травостоя.

Литература

1. Поздняков В.А., Малашин С.Н., Поздняков А.В., Дрижаченко А.И. Эпигенетический контроль устойчивости к патогенам у многолетних злаковых трав. С-Пб., г. Пушкин. Сб., 2011. С. 64 – 66.
2. Галль Л.Н. Физические принципы функционирования материи живого организма. СПб., 2014. 400 с.
3. Поздняков В.А., Поздняков А.В., Дрижаченко А.И. Способ дифференциации многолетних трав и некоторых видов растений-резерватов патогенов по уровню магнитной индукции // Известия СПГАУ, 2014. №37. С. 52 – 55.

References

1. Pozdnjakov V.A., Malashin S.N., Pozdnjakov A.V., Drizhachenko A.I. Jepigeneticheskij kontrol' ustojchivosti k patogenam u mnogoletnih zlakovyh trav. S-Pb., g. Pushkin. Sb., 2011. S. 64 – 66.
2. Gall' L.N. Fizicheskie principy funkcionirovanija materii zhivogo organizma. SPb., 2014. 400 s.
3. Pozdnjakov V.A., Pozdnjakov A.V., Drizhachenko A.I. Sposob differenciacii mnogoletnih trav i nekotoryh vidov rastenij-rezervatov patogenov po urovnju magnitnoj indukcii // Izvestija SPGAU, 2014. №37. S. 52 – 55.

Pozdnyakov V.A., Doctor of Agricultural Sciences (Advanced Doctor), Senior Research Officer,
Nagiyev T., Candidate of Agricultural Sciences (Ph.D.), Senior Research Officer,
Federal State-Funded Institution of Science "Leningrad Research Institute of Agriculture "BELOGORKA"”
Petrov D.V., Applicant,
Drizhachenko A.I., Applicant,
St. Petersburg State Agricultural University

THE RELEVANCE OF ENVIRONMENTAL FOCUS IN PLANT BREEDING

Abstract: ecological breeding techniques have been developed by using different techniques to create high-yielding varieties of red clover. Nitrogen-fixing strains, including nodulating bacteria in the Kennel competitive trials had a marked stimulating effect on the photosynthetic activity of red clover Luga. Accessions evaluated earned under the ecological breeding CBT "Clover", coordinated by VNII feeds them. V, R. Williams-two tetraploidnyh-2tv 210 and 180 4 and three diploid-2T, 184 and 177 GPA 5. Red Fescue varieties based North 32 formed four promising sortomikrobnye mixture. Mobilin 880, Azorizin 8 and biologic Clover 339 b showed a positive fitogormonalnoe impact on the acceleration of passing phases of plant growth ontogeneticheskih red Fescue North 32. A method of breeding of perennial grasses for resistance to pathogens based on biogeochemical and climatic characteristics of the sites usability.

Keywords: ecological-genetic and biogeochemical factors, red fescue, clover, meadow plant-microbial systems

Помякшева Л.В., младший научный сотрудник,
Коновалов С.Н., ведущий научный сотрудник,
кандидат биологических наук,
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Всероссийский селекционно-технологический
институт садоводства и питомниководства»

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ФЕРТИГАЦИИ ЗЕМЛЯНИКИ САДОВОЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ КОМБИНИРОВАННОГО МИНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕНИЯ АКВАРИН

Аннотация: с целью снижения химической нагрузки на почву и оптимизации процесса фертигации с капельным поливом была изучена возможность применения комбинированного минерального удобрения марки Акварин при возделывании земляники садовой как альтернативы физиологически уравновешенному питательному раствору из смеси простых удобрений.

Ключевые слова: земляника садовая, минеральные удобрения, Акварин, фертигация

Одним из экологических аспектов применения удобрений в современных интенсивных технологиях является снижение доз за счет прецизионного внесения [4]. Фертигация растений с капельным поливом раствором минеральных удобрений является одним из способов прецизионного внесения удобрений, применяемых в нашей стране и за рубежом [3, 15, 16]. Внесение минеральных удобрений в необходимом в данную фенофазу количестве и соотношении питательных элементов позволяет оптимизировать расход туков, предотвратить попадание минеральных удобрений в грунтовые воды, улучшить питательный режим растений.

Комбинированное водорастворимое удобрение марки Акварин производства Буйского химического завода (Костромская область) рекомендовано для широкого применения в защищенном грунте при любой системе полива [10], но дальнейшие исследования показали эффективность удобрения в открытом грунте, преимущественно как виде некорневых подкормок, так и при внутрипочвенном внесении [13]. Отмечено положительное влияние удобрения марки Акварин на показатели продуктивности растений сливы [8], химического состава плодов и листьев яблони [5, 9], сахарокислотного индекса ягод смородины черной [12].

Ягодные культуры, особенно земляника садовая, играют важную роль в решении проблем полноценного питания населения России. Эта культура широко распространена в нашей стране и в мире благодаря высокой экологической пластичности, легкости размножения, быстрому вступлению в плодоношение. При этом земляника садовая требовательна к влажности почвы и уровню плодородия [3].

Целью исследований было установление возможности применения комбинированного минерального удобрения марки Акварин при фертигации земляники садовой как альтернативы раствору простых и сложных минеральных удобрений, по составу схожему с гидропонными растворами. Применение таких растворов оправдано в гидропонных установках при выращивании растений без почвы и на инертных субстратах, в защищенном грунте [14]. Фертигация с капельным поливом растений на дерново-подзолистой почве в открытом грунте требует корректировки состава вносимого раствора.

Исследования проводились в Московской области в 2009-2012 гг. в полевых агрохимических опытах на сортах земляники садовой Русич, Троицкая, Дукат. По результатам исследований, эти сорта обладают хозяйственно-ценными признаками и достаточно продуктивны в условиях данного региона [1, 11]. Схема посадки четырёхстрочная, 80 тыс. растений на 1 га, гряды шириной 1 м мульчировались черной полиэтиленовой пленкой. Почва дерново-подзолистая среднесуглинистая. Влажность почвы поддерживалась на уровне 0,8НВ до и во время плодоношения, 0,7НВ – после плодоношения. Капельный полив растений проводили с июня 2009 года, фертигацию – с мая 2010 года. Фертигация проводилась регулярно, 4-5 раз в неделю, концентрация раствора минеральных удобрений (РМУ) в среднем составляла 2-3 мг/л, состав раствора менялся в зависимости от фенофазы растений.

Схема опыта: **вариант 1** – контроль, капельный полив без удобрений; **вариант 2** – капельный полив, фертигация растений раствором минеральных удобрений (РМУ), сходным по составу с гидропонными растворами; **вариант 3** – капельный полив, фертигация растений удобрением Акварин (марки 1, 6, 14, 15, в зависимости от фенофазы).

Закладку опытов и статистическую обработку результатов проводили согласно методическим указаниям [2]. Содержание нитратного азота в почве определяли в соответствии с методикой ГОСТ 26951-86 «Почвы. Определение нитратов ионометрическим методом», содержание подвиж-

ных форм калия – по методике ГОСТ 26207-91 «Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО» [6]. Продуктивность растений оценивали по методике Седова и Огольцовой [7]. Содержание сухих веществ и сахаров определяли рефрактометрическим методом, витамина С и титруемой кислотности – титриметрическим методом [6].

Количество внесенных макроэлементов через систему капельного полива в опытных вариантах представлено в табл. 1.

Таблица 1

Количество внесенных макроэлементов в 2010-2012 гг. с РМУ и Акварином, кг/га

Год	Вариант	Макроэлементы						
		$N\text{-}NO_3$	$N\text{-}NH_4$	$N_{общ}$	P	K	Ca	Mg
2010	Фертигация РМУ	114	19	133	58	171	68	12
	Фертигация удобрением Акварин	43	12	55	24	167	0	10
2011	Фертигация РМУ	94	16	110	49	147	57	14
	Фертигация удобрением Акварин	43	12	55	24	167	0	10
2012	Фертигация РМУ	112	19	131	60	163	70	13
	Фертигация удобрением Акварин	50	16	66	31	202	0	13
Всего за 3 года	Фертигация РМУ	320	54	374	167	481	195	39
	Фертигация удобрением Акварин	150	41	191	79	536	0	33

За три года исследований азота и фосфора в варианте с фертигацией РМУ внесли в 2 раза больше, чем в варианте с фертигацией Акварином, магния – на 15% больше. Калия с Акварином внесли больше на 10% больше, кальций не вносили.

В табл. 2 представлено содержание в почве нитратного азота и подвижных форм калия в течение трех лет опыта (время взятия образцов почвы – июль, после сбора урожая).

Таблица 2

Содержание нитратного азота и K_2O в почве, мг/100 г почвы. 2010-2012 гг.

Год / Вариант	2010		2011		2012	
	$N\text{-}NO_3$	K_2O	$N\text{-}NO_3$	K_2O	$N\text{-}NO_3$	K_2O
1. Капельный полив	2,4	20,9	6,2	14,5	0,9	13,5
2. Фертигация РМУ	3,0	26,8	5,0	24,5	0,8	17,8
3. Фертигация удобрением Акварин	3,4	25,7	5,0	19,5	0,9	25,7

Содержание нитратного азота в почве в контрольных и опытных вариантах в последний, наиболее благоприятный с точки зрения погодных условий, год опыта, был на одинаково низком уровне. В 2010 году, во время аномальной жары, внесение нитратов с фертигацией увеличивало их содержание в почве в опытных вариантах, по сравнению с контрольным. Более низкое содержание нитратного азота в варианте с фертигацией РМУ, предположительно, обусловлено выносом азота из почвы с урожаем, более высоким, чем в варианте с фертигацией Акварином. Сходная ситуация наблюдалась в 2011 году, когда общий уровень продуктивности был снижен из-за аномальной жары предыдущего года и, как следствие, низкой интенсивности закладки цветковых почек. В 2012 году продуктивность растений была выше в опытных вариантах, по сравнению с контрольным, этим обусловлено снижение нитратного азота. Содержание доступных форм калия в почве в опытных вариантах было также выше, чем в контрольном, и не зависело от количества вносимых удобрений. Данный вопрос требует дальнейшего изучения.

Продуктивность растений земляники сорта Русич в среднем за 3 года в опытных вариантах существенно не отличалась от контрольного. Растения сорта Троицкая показали существенную прибавку продуктивности в опытных вариантах, растения сорта Дукат – в варианте с фертигацией РМУ, что подтверждает сортоспецифичность реакции (табл. 3).

Таблица 3

Продуктивность растений земляники садовой в среднем за 3 года, г/растение

Сорт / Вариант	Русич	Троицкая	Дукат
1. Капельный полив	90	122	89
2. Фертигация РМУ	108	**161**	**127**
3. Фертигация удобрением Акварин	97	**145**	109
$НСР_{05}$	$F_ф<F_т$	22,3	21,6

Применение удобрения Акварин на сорте Троицкая показало больший эффект, чем на сортах Русич и Дукат. Одновременно продуктивность растений сорта Троицкая была самой высокой среди исследуемых сортов. Предположительно, оптимизация схемы внесения комбинированного минерального удобрения Акварин позволит увеличить продуктивность растений земляники садовой до уровня варианта с фертигацией РМУ. Отдельного изучения требует кальциевый питательный режим земляники садовой. В состав удобрения Акварин кальций не входит, что предполагает возможность его дополнительного внесения с капельным поливом при недостатке в почве и в растениях.

Биохимические показатели ягод земляники садовой опытных вариантов большей частью не отличались от показателей контрольного варианта (табл. 4).

Таблица 4

Биохимические показатели ягод земляники садовой, в среднем за 3 года

Сорт	Вариант	РСВ, %	Сумма сахаров, %	Витамин С, мг%	Титруемая кислотность, %
Русич	1. Капельный полив	9,5	7,9	50,1	1,14
	2. Фертигация РМУ	8,0	8,1	43,1	**1,06**
	3. Фертигация удобрением Акварин	7,8	7,0	62,1	1,17
	$НСР_{05}$	$F_ф < F_т$	$F_ф < F_т$	$F_ф < F_т$	0,08
Троицкая	1. Капельный полив	7,6	6,1	52,4	1,10
	2. Фертигация РМУ	8,0	7,3	50,3	1,03
	3. Фертигация удобрением Акварин	6,8	7,5	43,3	1,04
	$НСР_{05}$	$F_ф < F_т$	$F_ф < F_т$	$F_ф < F_т$	$F_ф < F_т$
Дукат	1. Капельный полив	8,3	7,4	53,6	1,23
	2. Фертигация РМУ	8,1	8,3	52,3	1,20
	3. Фертигация удобрением Акварин	7,6	7,7	54,5	**1,0**
	$НСР_{05}$	$F_ф < F_т$	$F_ф < F_т$	$F_ф < F_т$	0,14

Уровень РСВ в опытных вариантах снижался при фертигации удобрением Акварин, уровень содержания сахаров незначительно увеличивался у ягод сортов Троицкая и Дукат. Фертигация удобрением Акварин способствовала снижению титруемой кислотности ягод земляники садовой сортов Троицкая и Дукат, фертигация РМУ – сортов Русич и Троицкая. Фертигация не повлияла на содержание витамина С в ягодах земляники сорта Дукат. В опытном варианте с фертигацией удобрением Акварин содержание витамина С незначительно увеличилось в ягодах сорта Русич и снизилось в ягодах сорта Троицкая. При этом известно, что на биохимический состав ягод в разной степени влияют как режимы питания, так и погодные условия.

Таким образом, подтверждается сортоспецифичность реакции растений земляники садовой на фертигацию с капельным поливом. Из изученных сортов максимально перспективным для интенсивного возделывания можно назвать сорт Троицкая, меньше всего на вносимые с капельным поливом удобрения реагировали растения сорта Русич.

Комбинированное минеральное удобрение Акварин возможно применять в фертигации, при этом необходим регулярный мониторинг содержания основных макроэлементов в почве и в листьях растений. Применение комбинированного удобрения Акварин позволит снизить химическую нагрузку на почву, связанную, прежде всего, с избытком вносимых азотных удобрений, без существенного снижения продуктивности.

Литература

1. Айтжанова С.Д., Андронова Н.В., Орехова Г.В. Адаптивный и продуктивный потенциал новых сортов и отборов земляники // Главный агроном. 2010. №1. С. 35 – 38.

2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос. 1979. 416 с.

3. Интенсивная технология производства земляники садовой: методические рекомендации / ВСТИСП; под ред. И.М. Куликова. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2014. 84 с.

4. Коновалов С.Н., Петрова В.И. Эффективность биологизированных методов прецизионной агрохимии // Плодоводство и ягодоводство России: сб. научных работ. М. 2014. Т. 40. Ч. 1. С. 174 – 179.

5. Ненько Н.И., Сергеева Н.Н., Киселева Г.К., Караваева А.В. Регуляторы роста и минеральные листовые подкормки яблони как инструмент управления устойчивостью плодового ценоза // Научные труды ГНУ СКЗНИИСиВ. Краснодар. 2015. Т. 7. С. 128 – 134.

6. Практикум по агрохимии / МГУ; под ред. В.Г. Минеева. М.: Изд. Московского университета, 2001. 689 с.

7. Седов Е.Н., Огольцова Т.Н. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. Орёл: Изд. ВНИИСПК, 1999. С. 253 – 299.

8. Сергеева Н.Н., Кузнецова А.П., Ненько Н.И., Сергеев Ю.И., Караваева А.В. Функциональная стабильность растений сливы в зависимости от сорто-подвойных комбинаций, системы формирования кроны и применения удобрений // Научные труды ГНУ СКЗНИИСиВ. Краснодар. 2014. Т. 5. С. 113 – 119.

9. Сергеева Н.Н., Трунов Ю.В., Ткачев Е.Н., Ярошенко О.В. Химический состав яблок в зависимости от применения специальных удобрений // Плодоводство и ягодоводство России: сб. научных работ. М. 2012. Т. 30. С. 152 – 158.

10. Солоничкин В.Н. Удобрения Буйского химического завода для овощных культур // Вестник овощевода. 2009. №1. С. 29 – 32.

11. Толстогузова В.Г., Джура Н.Ю., Павлова А.Ю. Агробиологические особенности сортов земляники садовой различного эколого-географического происхождения в условиях Подмосковья // 21 век: фундаментальная наука и технологии: мат. XII междунар. научно-практ. конф. North Charleston, USA, 24-25 апреля 2017 г. 2017. С. 74 – 76

12. Трунов Ю.В., Стукалов Н.В. Влияние некорневых подкормок на урожайность и качество ягод смородины черной в ЦЧР // Достижения науки и техники АПК. 2010. №5. С. 41-42.

13. Труфанова А.А. Влияние комплексных удобрений на свойства почв // Эпоха науки: электронное периодическое издание. 2015. №3. URL: http://eraofscience.com/index/3_mart_2015_g/0-42 (дата обращения: 27.07.2017).

14. Чесноков В.А., Базырина Е.Н., Бушуева Т.М., Ильинская Н.Л. Выращивание растений без почвы. Ленинград: Изд. Ленинградского университета. 1960. 170 с.

15. Haynes R.J., Goh K.M. Effects of nitrogen and potassium applications on strawberry growth, yield and quality // Commun. in Soil Science Plant Anal., 18(4). 1987. P. 457 – 471.

16. Martinsson M., Kwast A., Cieslinski G., Treder W. Impact of production systems and fertilizer application on yield and quality of strawberries // Proc. Vth Int. Strawberry Symposium. Acta Horticulture 708, ISHS 2006. P. 59 – 64.

References

1. Ajtzhanova S.D., Andronova N.V., Orehova G.V. Adaptivnyj i produktivnyj potencial novyh sortov i otborov zemljaniki // Glavnyj agronom. 2010. №1. S. 35 – 38.

2. Dospehov B.A. Metodika polevogo opyta. M.: Kolos. 1979. 416 s.

3. Intensivnaja tehnologija proizvodstva zemljaniki sadovoj: metodicheskie rekomendacii / VSTISP; pod red. I.M. Kulikova. M.: FGBNU «Rosinformagroteh», 2014. 84 s.

4. Konovalov S.N., Petrova V.I. Jeffektivnost' biologizirovannyh metodov precizionnoj agrohimii // Plodovodstvo i jagodovodstvo Rossii: sb. nauchnyh rabot. M. 2014. T. 40. Ch. 1. S. 174 – 179.

5. Nen'ko N.I., Sergeeva N.N., Kiseleva G.K., Karavaeva A.V. Reguljatory rosta i mineral'nye listovye podkormki jabloni kak instrument upravlenija ustojchivost'ju plodovogo cenoza // Nauchnye trudy GNU SKZNIISiV. Krasnodar. 2015. T. 7. S. 128 – 134.

6. Praktikum po agrohimii / MGU; pod red. V.G. Mineeva. M.: Izd. Moskovskogo universiteta, 2001. 689 s.

7. Sedov E.N., Ogol'cova T.N. Programma i metodika sortoizuchenija plodovyh, jagodnyh i orehoplodnyh kul'tur. Orjol: Izd. VNIISPK, 1999. S. 253 – 299.

8. Sergeeva N.N., Kuznecova A.P., Nen'ko N.I., Sergeev Ju.I., Karavaeva A.V. Funkcional'naja stabil'nost' rastenij slivy v zavisimosti ot sorto-podvojnyh kombinacij, sistemy formirovanija krony i primenenija udobrenij // Nauchnye trudy GNU SKZNIISiV. Krasnodar. 2014. T. 5. S. 113 – 119.

9. Sergeeva N.N., Trunov Ju.V., Tkachev E.N., Jaroshenko O.V. Himicheskij sostav jablok v zavisimosti ot primenenija special'nyh udobrenij // Plodovodstvo i jagodovodstvo Rossii: sb. nauchnyh rabot. M. 2012. T. 30. S. 152 – 158.

10. Solonichkin V.N. Udobrenija Bujskogo himicheskogo zavoda dlja ovoshhnyh kul'tur // Vestnik ovoshhevoda. 2009. №1. S. 29 – 32.

11. Tolstoguzova V.G., Dzhura N.Ju., Pavlova A.Ju. Agrobiologicheskie osobennosti sortov zemljaniki sadovoj razlichnogo jekologo-geograficheskogo proishozhdenija v uslovijah Podmoskov'ja // 21 vek: fundamental'naja nauka i tehnologii: mat. XII mezhdunar. nauchno-prakt. konf. North Charleston, USA, 24-25 aprelja 2017 g. 2017. S. 74 – 76

12. Trunov Ju.V., Stukalov N.V. Vlijanie nekornevyh podkormok na urozhajnost' i kachestvo jagod smorodiny chernoj v CChR // Dostizhenija nauki i tehniki APK. 2010. №5. S. 41-42.

13. Trufanova A.A. Vlijanie kompleksnyh udobrenij na svojstva pochv // Jepoha nauki: jelektronnoe periodicheskoe izdanie. 2015. №3. URL: http://eraofscience.com/index/3_mart_2015_g/0-42 (data obrashhenija: 27.07.2017).

14. Chesnokov V.A., Bazyrina E.N., Bushueva T.M., Il'inskaja N.L. Vyrashhivanie rastenij bez pochvy. Leningrad: Izd. Leningradskogo universiteta. 1960. 170 s.

15. Haynes R.J., Goh K.M. Effects of nitrogen and potassium applications on strawberry growth, yield and quality // Commun. in Soil Science Plant Anal., 18(4). 1987. P. 457 – 471.

16. Martinsson M., Kwast A., Cieslinski G., Treder W. Impact of production systems and fertilizer application on yield and quality of strawberries // Proc. Vth Int. Strawberry Symposium. Acta Horticulture 708, ISHS 2006. P. 59 – 64.

Pomyaksheva L.V., Research Assistant,
Konovalov S.N., Candidate of Biological Sciences (Ph.D.), Leading Research Officer,
Federal State-Funded Institution of Science "All-Russian Horticultural Institute for Breeding Agrotechnology and Nursery"

ECOLOGICAL FEATURES FERTIGATION OF STRAWBERRY WITH A COMBINED MINERAL FERTILIZERS AKVARIN

Abstract: with the aim of reducing chemical load on soil and optimization of fertigation with drip irrigation was studied the possibility of combined mineral fertilizers Akvarin in the cultivation of strawberries as alternative to a physiologically balanced nutrient solution of a mixture of simple fertilizers.

Keywords: strawberry, mineral fertilizers, Akvarin, fertigation

Пономарев С.Н., доктор сельскохозяйственных наук,
главный научный сотрудник,
Гильмуллина Л.Ф., кандидат сельскохозяйственных наук,
старший научный сотрудник,
Маннапова Г. С., научный сотрудник,
Фомин С.И., кандидат сельскохозяйственных наук,
старший научный сотрудник,
ФГБНУ «Татарский научно-исследовательский
институт сельского хозяйства»

АДАПТИВНО ЗНАЧИМЫЕ ПРИЗНАКИ У СОРТОВ ОЗИМОЙ ТРИТИКАЛЕ

Аннотация: исследования проведены на экспериментальной базе ФГБНУ «Татарский НИИСХ» в 2013-2015 гг. в полевых и лабораторных условиях. Материалом для исследований послужили 93 сортообразца озимой тритикале российской селекции из коллекции ФГБНУ "Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова". Установлено, что зимостойкость и продуктивность колоса являются наиболее лимитирующими и адаптивно значимыми признаками при формировании урожайности озимой тритикале в условиях Республики Татарстан. Выявлены статистически достоверные и высокозначимые корреляции между эими показателями. У изученных 96 образцов тритикале отечественной селекции зимостойкость в большей степени определялась генотипом (70,5%). Показано, что на формирование массы зерна с колоса, массы 1000 зерен и натуры зерна существенное влияние (63,2-65,8%) оказывали средовые факторы. Доля влияния генотипа и среды на урожайность была почти равной (39,6 и 40,8%). Проведена оценка сортообразцов по адаптивной способности и стабильности генотипов по методике Кильчевского и Хотылевой (1985). Выделены источники для селекции высокопродуктивных сортов по адаптивной способности и стабильности: Корнет, Докучаевский 8, Докучаевский 12, Каприз, Бард, Легион, Зимогор, Консул, Вокализ, Топаз, Капрал, СНТ 13/94, Цекад 90, Алтайская 4.

Ключевые слова: озимая тритикале, генотип, адаптивность, корреляция, влияние среды, стабильность, урожайность, зимостойкость

Республика Татарстан – один из крупнейших российских регионов по производству зерна. Стабильность зернового комплекса определяется не только техногенными факторами земледелия (удобрения, пестициды, средства защиты и др.), но и биоразнообразием возделываемых культур, обеспечивающих устойчивость валовых сборов в различные по погодным условиям годы.

Тритикале (X Triticosecale Wittm. ex A. Camus) является относительно новой зерновой культурой по сравнению с традиционно возделываемыми пшеницей и рожью, от скрещивания которых она была получена. В отличие от родительских видов она более урожайна, вынослива к биотическим и абиотическим стрессорам, особенно к засухе и вредителям. Урожай зерна новых сортов достигает 11т/га (Грабовец, Крохмаль, 2014; Гриб, 2014). К числу достоинств культуры следует отнести ее пластичность и толерантность к уровню плодородия. Тритикале, занимая определенную нишу в структуре посевных площадей, обеспечивает не только увеличение сборов продовольственного зерна, но и рост кормовой базы животноводческой отрасли, которую республика интенсивно развивает. Для изучаемой культуры важным свойством является сбалансированность зерна по минеральному и витаминному составу. Ценное качество сортов тритикале – способность формировать высокую долю зерна в накопленной биомассе по сравнению с другими сельскохозяйственными культурами и хорошая отзывчивость на внесение удобрений (Орлова, 2011).

Вначале селекционной работы с культурой решалось множество проблем, главными из которых были недостаточная адаптивность, склонность к полеганию, невыполненность и морщинистость зерна, медленное прорастание семян при посеве, прорастание зерна на корню и другие. Многие из названных недостатков с успехом преодолены в новых селекционных достижениях по культуре, но вопросы повышения адаптивных свойств не теряют актуальность и сейчас.

Для каждого региона характерна своя специфика проявления благоприятных и экстремальных экологических факторов. Селекционные программы должны быть ориентированы на максимальное использование благоприятных факторов внешней среды и придание сортам устойчивости к тем экологическим стрессорам, которые в наибольшей степени ограничивают величину и качество урожая в конкретной почвенно-климатической зоне

(Пономарева, Пономарев, Маннапова, Гильмуллина, 2015).

Ритм внешних условий среды в лесостепной зоне Среднего Поволжья в период вегетации тритикале отличается сильным варьированием и не обнаруживает определенной закономерности, что значительно осложняет типизацию лет и селекционный процесс в целом. Эти же обстоятельства определяют многовекторность селекции и ее адаптивный характер. Поэтому очень важной предпосылкой успешной селекции является удачный выбор нескольких ключевых признаков из того множества, которое имеет перспективу улучшения (Мережко, 2005).

При этом особое внимание следует уделять расширению генетического разнообразия вовлекаемых в скрещивания форм, что даст возможность существенно поднять потенциал селекционных достижений, преодолеть уязвимость сельскохозяйственных культур к биотическим стрессам и расширить их адаптацию к меняющимся условиям среды. В процессе создания будущего сорта оценка адаптивных свойств должна быть достаточно надежной и выполнена на ранних этапах селекции.

Целью данного исследования было выявление адаптивно значимых признаков озимой тритикале, на которые, в первую очередь, должна быть направлена селекционная работа.

Материал и методы. Материалом для исследований послужили 93 сортообразца озимой тритикале российской селекции из коллекции ФГБНУ "Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова". На экспериментальной базе ФГБНУ «Татарский НИИСХ» в 2013-2015 гг. проводилось их изучение в полевых и лабораторных условиях. Зимостойкость оценивалась полевым методом на делянках площадью 1 $м^2$ в двукратной повторности. Параметры адаптивной способности и стабильности сортов по урожайности определяли по А.В. Кильчевскому и Л.В. Хотылевой (1985). В качестве сред при оценке по этим параметрам выступили контрастные, но в целом типичные для зоны метеорологические условия 2013-2015 годов. Экспериментальные данные обрабатывали методами биометрической статистики в изложении Доспехова (1989) с использованием компьютерных программ

Результаты и обсуждение.

Созданные на сегодняшний день сорта озимой тритикале, несмотря на высокий потенциал продуктивности, не имеют достаточного широкого распространения в производстве. Требования современного сельскохозяйственного производства основываются не только на высокой, но и стабильной по годам урожайности, высоком качестве зерна, устойчивости к болезням и вредителям, а также к неблагоприятным факторам внешней среды.

Как и в селекции любой зерновой культуры, создание исходного материала озимой тритикале начинается с изучения мировой коллекции и поиска ценных источников. Проблема мобилизации и изучения растительных ресурсов, по мнению Н.И. Вавилова, особенно остро стоит в неблагоприятных по почвенно- климатическим и погодным условиям земледельческих зонах. Именно здесь выдвигаются на первый план такие показатели адаптивного потенциала культивируемых растений, как их конститутивная и приспособительная устойчивость к действию температурных, водных и биотических стрессоров.

Оценка сопряженной изменчивости дает возможность провести анализ адаптивности различных форм и сортов не только по элементам структуры урожая растений, но и по интегральной оценке и реакции на условия произрастания (Маннапова, 2008, Фомин, 2012). Изучение корреляционных связей урожайности с морфобиологическими и хозяйственно-ценными признаками в условиях нашего региона за ряд контрастных лет позволил определить, за счет каких элементов структуры урожая можно более эффективно повышать продуктивность растений, прогнозировать повышение эффективности отбора и совершенствовать селекционный процесс.

Согласно результатам корреляционного анализа выявлено, что урожайность в зоне исследований статистически значимо сопряжена с зимостойкостью растений (r=0,713**) и продуктивностью колоса (r=0,603**) (табл. 1). Растения озимой тритикале должны выдерживать температуру на узле кущения -19-21С^{o} , длительное залегание снега и наличие ледяной корки, негативное действие возврата заморозков при возобновлении весенней вегетации. Неблагоприятные условия при перезимовке являются одними из основных стрессоров, которые определяют урожай зерна у исследуемой культуры. Выявлена незначительная, но достоверная взаимосвязь между урожайностью и массой 1000 зерен (r=0,346*) и натурной массой зерна (r=0,390*). Зимостойкость значимо, но в средней степени коррелировала с продуктивностью колоса (r=0,391*) и натурой (r=0507*).

Таблица 1

Коэффициенты корреляции урожайности с хозяйственно ценными признаками у образцов озимой тритикале

	Урожай-ность	Зимо-стойкость	Продук-тивность колоса	Масса 1000 зерен	Натурная масса зерна
Урожайность	1,000	0,713**	0,603**	0,349*	0,390*
Зимостойкость		1,000	0,391*	0,192	0,507*
Продуктивность колоса			1,000	0,481*	0,211
Масса 1000 зерен				1,000	0,058
Натурная масса зерна					1,000

** – значимо на 5% уровне, ** – значимо на 1% уровне*

Установлено, что устойчивость тритикале к низким температурам на узле кущения до сих пор, несмотря на потепление климата, не потеряла своей актуальности (Грабовец, Фоменко, 2013). По сообщению данных авторов решение проблемы заключается в усилении рекомбинационных процессов и изменение канализированности при взаимодействии генов, увеличение генетической вариабельности доступных признаков, обуславливающих адаптивность. Наиболее приемлемый метод для этого − гибридизация специально подобранных компонентов.

На основании регрессионного анализа установлена прямо пропорциональная линейная зависимость между урожайностью зерна с единицы площади и зимостойкостью растений. Полученное уравнение линейной регрессии показывает, что повышение зимостойкости тритикале на 1 балл повысит урожайность на 164 г/кв.м. (рис. 1).

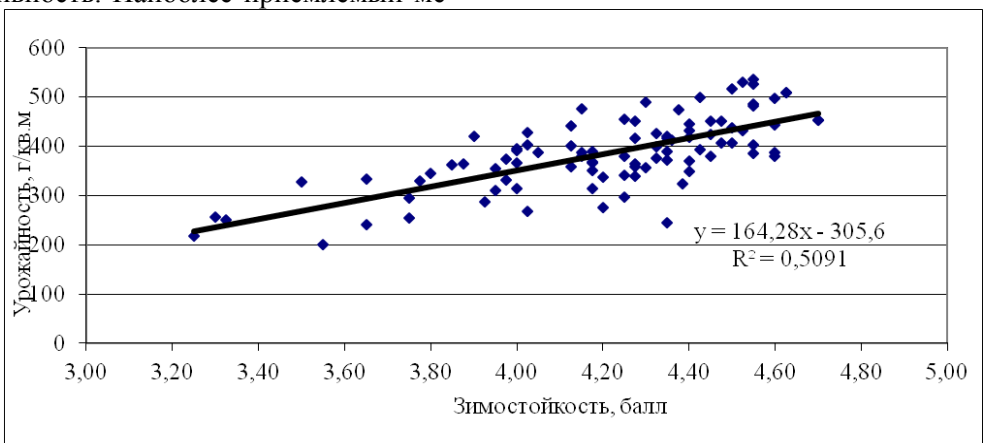
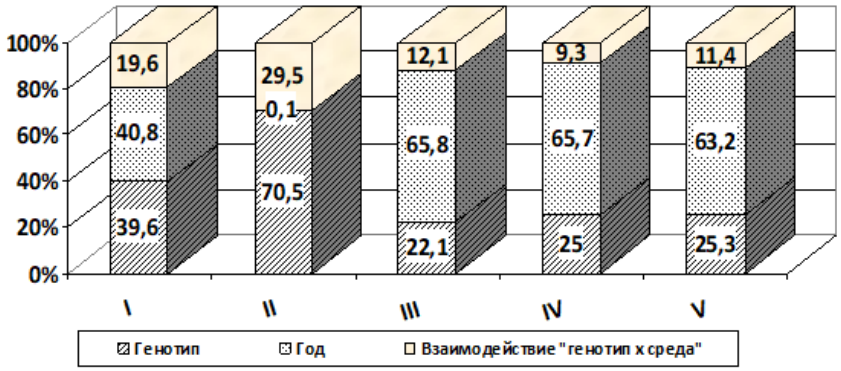


Рис. 1. Взаимосвязь урожайности и зимостойкости коллекционных образцов

Для определения эффективности отбора образцов по хозяйственно ценным признакам целесообразно рассмотреть, какое участие в величине изменчивости признака имеют генотип, условия среды и их взаимодействие. Дисперсионным анализом установлено, что для коллекционных образцов озимой тритикале средовые факторы играют значимую роль, воздействуя на урожайность. Зимостойкость является наиболее генотипически обусловленным признаком, доля влияния генотипа составляет 70,5% (рис. 2). Доля влияния условий среды на зимостойкость составляет всего 0,1% и взаимодействия «генотип х среда» – 29,5%. Отбор генотипов по этому признаку будет иметь высокую эффективность.

Условия года оказывают существенное влияние на продуктивность колоса (65,8%), массу 1000 зерен (65,7%), натурную массу зерна (63,2%). На урожайность доля влияния генотипа и среды оказалась практически равной (генотипа – 39,6, года – 40,8%).



Признаки: I – урожайность; II – зимостойкость; III – продуктивность колоса; IV – масса 1000 зерен; V – натурная масса зерна

Рис. 2. Доля влияния факторов на изменчивость хозяйственно ценных признаков, %

В настоящее время перед селекционерами стоит задача выведения высокопродуктивных сортов, сочетающих ее со стабильностью и пластичностью. Из существующих методов количественной оценки этих параметров мы использовали методику А.В. Кильчевского и Л.В. Хотылевой, основанную на испытании сортов в различных средах, которая позволяет выявить общую (ОАС) и специфическую (САС) адаптивную способность, стабильность (Sgi) и селекционную ценность генотипов (СЦГ).

Согласно этому методу реакция сорта на условия выращивания характеризует общую адаптивную способность (ОАС) – среднее значение признака в различных условиях среды, специфическая адаптивная способность (САС) – отклонение от общей в определенной среде. Стабильность – способность генотипа в результате регуляторных механизмов поддерживать определенный фенотип в различных условиях произрастания.

Первый этап оценки параметров ОАС и стабильности сортов – двухфакторный дисперсионный анализ признаков изучаемых коллекционных образцов, который выявил высокую достоверность различий между эффектами генотипов, сред и их взаимодействий. Сравнить сорта по общей адаптивной способности можно путем сопоставления $ОАС_i$, которая демонстрирует способность образцов давать постоянно высокий урожай при различных погодных условиях. Среди изучаемых сортов выделяется группа из 22 образцов, имеющих наибольшую адаптивную способность по урожаю (табл. 2). Окончательный выбор сорта производится с учетом других изучаемых признаков. Высокой $ОАС_i$ в условиях нашей зоны отличались сорта Корнет, 3/9 oh Ag 4418, Докучаевский 8, Докучаевский 12, Бард, Зимогор, Вокализ, СНТ 5/92, Цекад 90, ТИ-17, Каприз, Каскад, Трибун, Легион, Консул, Алмаз, Топаз, Капрал, Авангард, СНТ 13/94, СНТ 53/96, ЛОГ 8.

Специфическая адаптивная способность (САС) характеризует сортообразец по возможности реагировать и быть устойчивым к специфическим условиям климата. Наибольшей стабильностью генотипа отличаются сорта с низкой вариансой δ^2САС. Такого рода сортов выделено немного: Снегиревская з/к, Линия 7, Топаз, Алтайская 4, ПРАГ Д 426, Рондо, Докучаевский 5, Каприз, Легион, Святозар. Чем больше σ^2 САСi, тем менее стабильным будет значение признака сорта при изменении условий среды.

Значения относительной ценности генотипа S_{gi} варьировали от 3,493 до 58,075%, что объясняет широкий спектр изменчивости урожайности изученного генофонда.

Коэффициент компенсации генотипов и сред (K_{gi}) колебался в пределах 0,021-8,26. Он используется для определения компенсирующего эффекта. При отборе стабильных генотипов предпочтение отдаем генотипам с $K_{gi} \leq 1$. У 72% образцов коэффициент компенсации был выше единицы, что свидетельствует о преобладании эффекта дестабилизации.

Таблица 2

Источники высокой адаптивной способности и стабильности

Направление селекции сортов	Параметры адаптивной способности и стабильности	Источники
Общая адаптивная способность	v_i, 50-149	Корнет, 3/9 oh Ag 4418, Докучаевский 8, Докучаевский 12, Бард, Зимогор, Вокализ, СНТ 5/92, Цекад 90, ТИ-17, Каприз, Каскад, Трибун, Легион, Консул, Алмаз, Топаз, Капрал, Авангард, СНТ 13/94, СНТ 53/96, ЛОГ 8
Способность вступать во взаимодействие со средами	$\delta^2(G \times E)_{gi}$, 11551 – 66283	Виктор, Гермес, Антей, Докучаевский 13, Каскад, Орлик, Башкирская к/с
Высокая стабильность на специфические условия среды	$\delta^2 CAC_i$, 170 – 3765	Снегиревская з/к, Линия 7, Топаз, Алтайская 4, ПРАГ Д 426, Рондо, Докучаевский 5, Каприз, Легион, Святозар
Высокая продуктивность в сочетании с экологической стабильностью	$СЦГ_i$, 302,6 – 421,21	Корнет, Докучаевский 8, Докучаевский 12, Каприз, Бард, Легион, Зимогор, Консул, Вокализ, Топаз, Капрал, СНТ 13/94, Цекад 90, Алтайская 4

Селекционная ценность генотипа ($СЦГ_i$) позволяет отобрать высокопродуктивные генотипы со стабильным проявлением урожайности. Они могут быть использованы в селекции сортов с высокой продуктивностью в сочетании с экологической стабильностью. Нами выделены источники для создания сортов с адаптивной способностью и стабильностью генотипов: Корнет, Докучаевский 8, Докучаевский 12, Каприз, Бард, Легион, Зимогор, Консул, Вокализ, Топаз, Капрал, СНТ 13/94, Цекад 90, Алтайская 4 (табл. 2).

Итак, в ходе исследований нами определено, что зимостойкость и продуктивность колоса являются наиболее лимитирующими и адаптивно значимыми признаками при формировании урожайности озимой тритикале в условиях Республики Татарстан. Выявлены статистически достоверные и высокозначимые корреляции между эими показателями. У изученных 96 образцов тритикале отечественной селекции зимостойкость в большей степени определялась генотипом (70,5%). Показано, что на формирование массы зерна с колоса, массы 1000 зерен и натуры зерна существенное влияние (63,2-65,8%) оказывали средовые факторы. Доля влияния генотипа и среды на урожайность была почти равной (39,6 и 40,8%). Проведена оценка сортообразцов по адаптивной способности и стабильности генотипов. Выделены источники для селекции высокопродуктивных сортов по адаптивной способности и стабильности.

Литература

1. Грабовец А.И., Фоменко М.А. Создание и внедрение сортов пшеницы и тритикале с широкой экологической адаптацией // Научно-производственный журнал «Зернобобовые и крупяные культуры». 2013. №2 (6). С 41 – 46.

2. Гриб С.И. Генофонд, методы и результаты селекции тритикале в Беларуси // Весці Нацыянальнай Акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. РУП "Издательский дом "Белорусская наука". 2014. №3. С. 40 – 45.

3. Грабовец А.И., Крохмаль А.В. Итоги и перспективы селекции озимого тритикале на Дону // Тритикале. Генетика, селекция, агротехника, использование зерна и кормов: сб. тр. междунар. науч.-практ. конф. Ростов на Донц, 2014. С. 29 – 37.

4. Кильчевский А.В., Хотылева Л.В. Методы оценки адаптивной способности и стабильности генотипов, дифференцирующей способности среды. Сообщение 1. Обоснование метода // Генетика. 1985. Т. 21. №9. С. 1481 – 1490.

5. Кильчевский А.В., Хотылева Л.В. Методы оценки адаптивной способности и стабильности генотипов дифференцирующей способности среды. Сообщение 2. Числовой пример и обсуждение // Генетика. 1985. Т. 21. №9. С. 1491 – 1498.

6. Маннапова Г.С. Генофонд источников ценных признаков озимой ржи применительно к задачам селекции в лесостепной зоне Среднего Поволжья: дис. …канд.с.-х. наук. Киров, 2008. 192 с.

7. Мережко А.Ф. Принципы поиска, создания и использования доноров ценных признаков в селекции растений // Идентифицированный генофонд и селекция. СПб.: ВИР. 2005. С. 189 – 205.

8. Орлова Н.С. Каневская И.Ю., Касынкина О.М. Селекция тритикале в Нижнем Поволжье: история создания, биологические особенности, использование. Саратов: ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ», 2011. 180 с.

9. Пономарева М.Л., Пономарев С.Н., Маннапова Г.С., Гильмуллина Л.Ф. Особенности селекции озимой ржи на адаптивность в Республике Татарстан // Достижения науки и техники АПК. 2015. Т. 29. №5. С. 11 – 14.

10. Фомин С.И. Морфо-биологические и хозяйственные признаки генофонда озимой тритикале в связи с селекцией в лесостепи Среднего Поволжья: дис. … к.с.-х.н. Казань, 2012. 189 с.

References

1. Grabovec A.I., Fomenko M.A. Sozdanie i vnedrenie sortov pshenicy i tritikale s shirokoj jekologicheskoj adaptaciej // Nauchno-proizvodstvennyj zhurnal «Zernobobovye i krupjanye kul'tury». 2013. №2 (6). S 41 – 46.

2. Grib S.I. Genofond, metody i rezul'taty selekcii tritikale v Belarusi // Vesci Nacyjanal'naj Akadjemii navuk Belarusi. Seryja agrarnyh navuk. RUP "Izdatel'skij dom "Belorusskaja nauka". 2014. №3. S. 40 – 45.

3. Grabovec A.I., Krohmal' A.V. Itogi i perspektivy selekcii ozimogo tritikale na Donu // Tritikale. Genetika, selekcija, agrotehnika, ispol'zovanie zerna i kormov: sb. tr. mezhdunar. nauch.-prakt. konf. Rostov na Donc, 2014. S. 29 – 37.

4. Kil'chevskij A.V., Hotyleva L.V. Metody ocenki adaptivnoj sposobnosti i stabil'nosti genotipov, differencirujushhej sposobnosti sredy. Soobshhenie 1. Obosnovanie metoda // Genetika. 1985. T. 21. №9. S. 1481 – 1490.

5. Kil'chevskij A.V., Hotyleva L.V. Metody ocenki adaptivnoj sposobnosti i stabil'nosti genotipov differencirujushhej sposobnosti sredy. Soobshhenie 2. Chislovoj primer i obsuzhdenie // Genetika. 1985. T. 21. №9. S. 1491 – 1498.

6. Mannapova G.S. Genofond istochnikov cennyh priznakov ozimoj rzhi primenitel'no k zadacham selekcii v lesostepnoj zone Srednego Povolzh'ja: dis. …kand.s.-h. nauk. Kirov, 2008. 192 s.

7. Merezhko A.F. Principy poiska, sozdanija i ispol'zovanija donorov cennyh priznakov v selekcii rastenij // Identificirovannyj genofond i selekcija. SPb.: VIR. 2005. S. 189 – 205.

8. Orlova N.S. Kanevskaja I.Ju., Kasynkina O.M. Selekcija tritikale v Nizhnem Povolzh'e: istorija sozdanija, biologicheskie osobennosti, ispol'zovanie. Saratov: FGBOU VPO «Saratovskij GAU», 2011. 180 s.

9. Ponomareva M.L., Ponomarev S.N., Mannapova G.S., Gil'mullina L.F. Osobennosti selekcii ozimoj rzhi na adaptivnost' v Respublike Tatarstan // Dostizhenija nauki i tehniki APK. 2015. T. 29. №5. S. 11 – 14.

10. Fomin S.I. Morfo-biologicheskie i hozjajstvennye priznaki genofonda ozimoj tritikale v svjazi s selekciej v lesostepi Srednego Povolzh'ja: dis. … k.s.-h.n. Kazan', 2012. 189 s.

Ponomarev S.N., Doctor of Agricultural Sciences (Advanced Doctor), Chief Research Officer,
Gilmullina L.F., Candidate of Agricultural Sciences (Ph.D.), Research Officer,
Mannapova G.S., Research Officer,
Fomin S.I., Candidate of Agricultural Sciences (Ph.D.), SeniorResearch Officer,
Federal State-Funded Institution of Science «Tatar Scientific Research Institute of Agriculture»

ADAPTIVELY SIGNIFICANT SIGNS OF WINTER TRITICALE CULTIVARS

Abstract: the research was carried out on the experimental basis of FSBI "Tatar research Institute of agriculture" in 2013-2015 in the field and laboratory conditions. The material for research was 93 Russian selection varieties of winter triticale from the collection of the Federal Research Center The N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources. It is established that the winter hardiness and ear productivity are the most limiting and adaptive significant characteristics in the formation of winter triticale productivity in the conditions of Tatarstan Republic. Statistically and highly significant correlations between these indicators were revealed. In the studied 96 samples of triticale of domestic selection, winter hardiness was largely determined by the genotype (70.5%). It is shown that environmental factors played a significant role in shaping the weight of grain per ear, weight of 1000 grains and the grain nature (63.2-65.8%). The share of influence of genotype and environment on yield was almost equal (39.6 and 40.8%). Assessment of varieties on adaptive ability and stability of genotypes was carried out according to the method of Kilchevsky and Khotyleva (1985). The sources for selection of highly productive varieties on adaptive ability and stability are singled out: Kornet, Dokuchaevsky 8, Dokuchaevsky 12, Capriz, Bard, Legion, Zimogor, Consul, Vokaliz, Topaz, Kapral, SNT 13/94, Tsekad 90, Altay 4.

Keywords: winter triticale, genotype, adaptability, correlation, environmental influences, stability, productivity, winter hardiness

Пономарев С.Н., доктор сельскохозяйственных наук,
главный научный сотрудник,
Пономарева М.Л., доктор биологических наук, профессор,
главный научный сотрудник
Маннапова Г.С., кандидат сельскохозяйственных наук,
старший научный сотрудник,
Илалова Л.В., научный сотрудник,
ФГБНУ «Татарский научно-исследовательский
институт сельского хозяйства»

БОЛЕЗНИ ОЗИМОЙ РЖИ В СРЕДНЕМ ПОВОЛЖЬЕ И ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ИСТОЧНИКИ УСТОЙЧИВОСТИ

Аннотация: в соответствии с индексом оценки приоритета в селекции на устойчивость наиболее значимыми заболеваниями озимой ржи в Республике Татарстан являются бурая ржавчина, мучнистая роса и снежная плесень. Успех создания устойчивых сортов во многом зависит от наличия генетически разнообразных высокоэффективных источников и доноров. Объектами исследования являлись образцы озимой ржи мировой коллекции ВИР, полирезистентные доноры устойчивости к грибным болезням, местные селекционные формы. В статье представлены результаты исследований этого материала к местным популяциям возбудителей наиболее вредоносных заболеваний в 2007-2015 гг. С использованием искусственных инфекционных фонов ФГБНУ «Татарский НИИСХ» для оценки бурой ржавчины и мучнистой росы и естественных провокационных фонов на устойчивость к снежной плесени, оценены иммунологические показатели и хозяйственно ценные признаки. По каждой из исследованных болезней выделен исходный и селекционный материал для селекции на устойчивость с хорошими значениями агрономических показателей, которые использованы в селекции новых высокопродуктивных сортов. *Для каждого региона необходимо иметь своеобразный «банк источников устойчивости», оцененных по наиболее важным признакам.* Изучение исходного материала на устойчивость в условиях Республики Татарстан выявило значительный дефицит форм, несущих устойчивость к бурой ржавчине и снежной плесени.

Ключевые слова: озимая рожь, источник, устойчивость, бурая ржавчина, мучнистая роса, снежная плесень

Среди многочисленных болезней ржи наиболее распространенными и вредоносными являются бурая ржавчина (*Puccinia recondita f. sp. secalis Roberge ex Desmaz*), мучнистая роса *Blumeria graminis (DC.) Speer f. sp. secalis Marchal.*, снежная плесень (*Microdochium nivale (Fr.) Samuleles et. Hallet).*

Пластичность возбудителя бурой ржавчины ржи, способность давать несколько уредогенераций за вегетационный период, огромная скорость нарастания инфекции обуславливает высокую вредоносность заболевания (Пономарева М.Л., Пономарев С.Н., 2000). Доля инфекции в патогенном комплексе составляет 67%. В годы эпифитотий поражение достигает 60-80%, потери урожая составляют 20-25%.

Мучнистая роса ржи также наносит значительный хозяйственный урон. Потери урожая могут составлять около 5-25% в зависимости от степени поражения, времени заражения, генетических особенностей возделываемых сортов (Кобылянский В.Д, Солодухина О.В., 1982; Солодухина О.В., 1994; Ишкова Т.И. и др., 2002; Левитин М.М., Тютерев С.Л., 2003). Однако сведения о вредоносности мучнистой росы существенно различаются по агроклиматическим территориям Российской Федерации.

Массовое и интенсивное развитие снежной плесени наблюдается в регионах с благоприятными условиями патогенеза и ежегодным глубоким залеганием снега. В нашей стране снежная плесень распространена на 30-60% площадей, эпифитотии наблюдаются каждые 2-3 года, гибель растений колеблется от 3 до 15% (Захаренко В.А., 2003).

А.А. Гончаренко (2003) считает, что до сих пор не удалось создать сорта с устойчивостью на уровне экономически значимого порога. Применение фунгицидов несет экологическую опасность, дестабилизирует фитосанитарную обстановку агроэкосистем и вызывает развитие резистентности фитопатогенов к химическим соединениям (Волкова Г.В., 2005). Для оздоровления фитосанитарного состояния ценозов озимой ржи важно создавать гетерогенные полирезистентные популяции, что возможно только на базе широкого генетического разнообразия исходного материала с учетом внутривидовой дифференциации возбудителей и тенденций происходящих изменений.

Успех селекции на устойчивость к болезням

определяется многими факторами, среди которых генетические ресурсы имеют решающее значение (Каширкин А.Д., Макаров А.А., 2011). По сообщению Р.Шлегеля (2015) рожь проявляет широкий диапазон генетического разнообразия, основанный на больших экологических различиях между регионами возделывания и центром происхождения. В различных странах имеются обширные коллекции, содержащие местные сорта из Европы, Азии и Южной Америки, исходные популяции с Ближнего Востока и дикие виды рода *Secale*. Эта всемирная коллекция представлена 22200 образцами в 94 генных банках. Чем больше и разнообразнее источников устойчивости включается в селекцию, тем больше возникает возможностей получить совершенно новые формы растений с обогащенным генофондом.

Устойчивость ржи к мучнистой росе и бурой ржавчине контролируется доминантными аллелями генов. Гены *Lr5, Lr8, Lr9 и Lr10* контролируют высоко устойчивые типы реакций растений в течение всей вегетации и относятся к высокоэффективным. Гены *Lr4, Lr6* и *Lr7* контролируют устойчивые типы реакций растений от всходов до колошения, но к периоду налива зерна на листьях наряду с устойчивостью появляются нормально развитые пустулы патогена, занимающие от 1 до 20% площади листа (Солодухина О.В., Кобылянский В.Д., 2007). В полевых условиях растения доноров устойчивости с генами *Lr8* и *Lr10* в гомозиготном состоянии демонстрируют более устойчивые типы реакции, чем в гетерозиготном, что свидетельствует о различной экспрессивности *Lr*-генов в зависимости от аллельного состояния.

Установлено, что гетерогенный тип устойчивости растений к данному заболеванию некоторых созданных доноров обеспечивает блок сцепленных генов, детерминирующих устойчивость к отдельным изолятам гриба. Такой блок выступает в гибридологическом анализе как единица рекомбинации (Солодухина О.В., Кобылянский В.Д., 2007).

Для выведения сортов, длительное время сохраняющих устойчивость, необходима направленная селекция, учитывающая особенности источников генов устойчивости и возможность их передачи в селектируемые сорта. Немецкие исследователи Roux R.S. с коллегами (2004) установили локализацию трех доминантных генов устойчивости к бурой ржавчине Pr3, Pr4, и Pr5 с использованием молекулярных маркеров. Первый ген находился в центромерной зоне хромосомы −в 1RL. Хромосомная локализация свидетельствует, что эти гены представляют собой различные и ранее не использованные гены устойчивости ржи к ржавчине.

В потенциале рода ржи также выявлены доноры расоспецифической устойчивости к мучнистой росе с доминантными генами устойчивости *Er* и *Pm2*.

Основным источником инфекционного выпревания растений считается возбудитель *Microdochium nivale (Fr.) Samuleles et. Hallet,* вызывающий снежную плесень озимой ржи. Создание устойчивых сортов к этому факультативному паразиту более сложная проблема, чем селекция на устойчивость к листовым патогенам (Birjukovich T., Artsiukh D., 2010). Генетические основы создания устойчивых к снежной плесени сортов ржи практически не разработаны. Ни один современный сорт не обладает абсолютной устойчивостью к этой болезни. Среднеустойчивыми к *Microdochium nivale* в фазу кущения после перезимовки оказались сорта Устюжна, Кировская 89, Вятка 2, Татарская 1, Дымка (Овсянкина А.В., 2010).

Таким образом, гены устойчивости ржи к листовым заболеваниям в условиях России характеризуются различной эффективностью и, следовательно, разной надежностью защиты растений от патогена. Создание генетически защищенных сортов предполагает скрининг поведения вредоносных патогенов, изучение генетической основы устойчивости и проведение направленных скрещиваний (Коломиец Т.М. и др., 2002; Коваленко Е.Д. и др., 2004). Необходимой предпосылкой успешной селекции озимой ржи на иммунитет является расширение резистентного к болезням генофонда и иммунологическая характеристика источников устойчивости.

Материал и методы исследования

Исследования проводили в полевых условиях на опытных участках ФГБНУ «Татарский НИИСХ» (г. Казань) в 2007-2015 гг. Объектами исследования являлись образцы мировой коллекции ВИР, полирезистентные доноры устойчивости к грибным болезням, местные селекционные формы.

Полевые инфекционные питомники организованы по снежной плесени, бурой ржавчине и мучнистой росе отдельно. Методы создания искусственных фонов изложены в работе Л.К. Анпилоговой, Г.В. Волковой (2000). В полевых условиях основными критериями оценки устойчивости сортов служили: тип реакции и степень поражения растений по шкале, рекомендуемой ФАО. Инфицирование растений осуществляли равномерным опрыскиванием раствором суспензии спор местной популяции возбудителей (10 мг урединиоспор на 1м^2), которое проводили в вечерние часы в начале фазы выхода в трубку, укрывая на ночь полиэтиленовой пленкой для обеспечения необходимого режима влажности. Устойчивость растений к снежной плесени оценивалась через 10 суток по-

сле схода снега по выживаемости и интенсивности поражения листовой поверхности, по 9-ти балльной шкале.

В период максимального развития заболеваний проводили учёт пораженности. Индекс оценки приоритета болезней рассчитывали по формуле (АхВхС/ДхЕ), где А – частота встречаемости болезни, В - вредоносность, С – вклад селекции, Д – Вклад агротехники, Е – вклад химической защиты.

Результаты и обсуждение

Для Республики Татарстан, занимающей вторую по величине посевную площадь озимой ржи в Российской Федерации, вопросы устойчивости к болезням являются первостепенными. На фоне постоянного удорожания фунгицидных препаратов и экологической нестабильности важное значение приобретает поиск новых источников устойчивости к болезням, особенно к группе листовых возбудителей. Успех селекции устойчивых сортов к наиболее вредоносным заболеваниям будет зависеть от того, каковы будут приоритеты в селекции на иммунитет, насколько исходный материал обладает генетическим разнообразием, способным сдерживать развитие болезней в зоне исследований.

При разработке стратегии исследования и обоснования приоритетов работы нами приняты во внимание частота встречаемости патогена на территории республики, его развитие, вредоносность и предполагаемый вклад селекции в решении проблемы (табл. 1). Как альтернатива селекционным методам была учтена эффективность защиты сортов от болезней агротехническими и химическими методами. В соответствии с индексом оценки приоритета в селекции на первые места выдвигаются бурая ржавчина, мучнистая роса и снежная плесень. Необходимо отметить, что работы по селекции на устойчивость к болезням были обоснованы не только рангом приоритетов, но и реальными возможностями фитопатологической оценки, наличием эффективных доноров резистентности, достигнутыми результатами, а также новизной и исключительной актуальностью исследований.

Таблица 1

Приоритеты селекции на устойчивость к болезням

Основные болезни	Поражаемые части растения	Частота встречаемости	Вредоносность	Вклад селекции	Вклад агротехники	Вклад химической защиты	Индекс оценки приоритета
Снежная плесень	Листья, узел кущения, колос	Высокая (7)	Высокая (7)	Высокий (7)	Низкий (3)	**Высокий** (7)	16
Склеротиния	Точки роста, узел кущения	Низкая (3)	Высокая (7)	Средний (5)	Низкий (3)	Низкий (3)	12
Мучнистая роса	Листья, влагалища	Высокая (7)	Средняя (5)	Очень высокий (9)	Низкий (3)	Средний (5)	21
Бурая ржавчина	Листья, стебли	Высокая (7)	Высокая (7)	Очень высокий (9)	Низкий (3)	Средний (5)	29
Стеблевая ржавчина	Стебель, листья, колос	Низкая (3)	Высокая (7)	Высокий (7)	Низкий (3)	Средний (5)	10
Корневые гнили	Стебель, колос, корни, зерно	Средняя (5)	Средняя (5)	Низкий (3)	Средний (5)	Низкий (3)	5
Ринхоспориоз	Листья	Средняя (5)	Низкая (3)	Высокий (7)	Средний (5)	Средний (5)	4
Септориоз	Листья, колос	Низкая (3)	Низкая (3)	Средний (5)	Низкий (3)	Средний (5)	3
Спорынья	Колос	Средняя (5)	Низкая (3)	Низкий (3)	Средний (5)	Очень низкий(1)	9
Вирусные и бактериальные болезни	Растения	Низкая (3)	Средняя (5)	Низкий (3)	Средний (5)	Очень низкий(1)	9

Одним из эффективных направлений создания устойчивых к листовым болезням сортов озимой ржи считается мониторинг генофонда коллекции ВИР. Устойчивость к мучнистой росе проявили 24 сортообразца (табл. 2). Приведенные в таблице формы уже использованы и продолжают использоваться в селекции на устойчивость к *Blumeria graminis*. Значительный набор источников устойчивости из разных эколого-географических зон и селекционных учреждений позволяет надеяться на присутствие в генотипах различных генов резистентности.

Таблица 2

Источники с высоким уровнем неспецифической устойчивости к вредоносным грибным болезням

Патоген	Выделено образцов с неспецифической устойчивостью, шт.	Из них образцы с высоким уровнем неспецифической устойчивости
Мучнистая роса	24	Чулпан 4, Имериг 4, Пурга, Pudmericke, Беняконская Hl, Эсценон 415, Сарумрос, Волхова 2, Заречанская 2, Черниговская Hl, SCW-5999, Снежана, Грань, Память Кондратенко, Таловская 29, Сибирская 82, Чулпан 7, Паллада, Ясельда, Арфа, Borfuro, Yolton 1, J_o 72112
Бурая ржавчина	2	Фаленская 4, Бородинская
Снежная плесень	3	Эстафета Татарстана, Радонь, Татарская 1

Высокоустойчивых образцов к бурой ржавчине среди исследованного генофонда не обнаружено. Выявлено всего два устойчивых сорта (степень развития до 20%): Фаленская 4 (ГНУ НИИСХ Северо-Востока) и Бородинская (Воронежская обл.), степень развития бурой ржавчины у которых составила 14 и 20%, соответственно. У 13 сортов степень развития бурой ржавчины за годы исследований колебалась от 21 до 30%: Рушник, Арфа, Warko, Pastewne Zielone, Palonskie Wczeshe, Krajove Kribice, Borfuro, Snikawa, Zduno, Грань, Юлия, ПТ-2 (смесь), Синильга. Следовательно, резистентность к бурой ржавчине – более сложная задача селекции, поэтому поиск следует вести из среднеустойчивого к данному заболеванию генофонда.

По снежной плесени нами не выявлено высокоэффективных источников устойчивости. Наименьшим поражением характеризовались сорта Эстафета Татарстана, Радонь, Татарская 1. Проведенные исследования показали, что различия по устойчивости к снежной плесени обусловлены не столько чувствительностью к поражению грибной инфекцией, сколько способностью к регенерации в зависимости от серьезности повреждений. В связи с этим, основный акцент следует делать не на выделении источников устойчивости к данному виду патогенов, а на поиске растений с максимальной выносливостью или толерантностью, способных быстро восстанавливать стеблестой за счет скорости отрастания.

Результаты иммунологической оценки коллекционного генофонда позволили выделить ограниченное число сортов (9 шт.) с групповой устойчивостью к обеим листовым инфекциям, представленных в табл. 3.

Следует отметить, что условия внешней среды выступали в качестве основного модулятора, обуславливающего взаимоотношения в системе патоген – растение. Размножение вредоносных грибов на устойчивых сортах под воздействием факторов среды может привести к изменению величины и структуры популяции патогена. Поэтому весьма просто объясняется потеря устойчивости растений к возбудителям и распространение новых рас и штаммов возбудителя. Значение того или иного возбудителя изменяется по годам и зависит от многих факторов: погодных и экологических условий, сортового состава хозяина, используемых фунгицидов и т.д. (Койшибаев М.М., 2012). Поэтому для селекции всегда необходимо иметь резерв идентифицированных источников и доноров устойчивости к самым различным заболеваниям, и что более экономично, к комплексу заболеваний для упреждения возникновения эпифитотий (Щеклеина Л.М., Шешегова Т.К., 2012).

Таблица 3

Источники групповой устойчивости к мучнистой росе и бурой ржавчине

Наименование	Продуктивная кустистость	Длина стебля, см	Длина колоса, см	Количество в колосе		Масса зерна, г		Масса 1000 зерен, г
				колосков	зерен	с колоса	с растения	
Zduno	3,6	84,4	9,6	27,8	45,8	1,68	5,10	36,7
Pastewne Zielone	4,6	102,3	9,6	29,9	46,4	1,49	5,23	31,2
Borfuro	3,1	95,1	10,3	29,9	52,0	1,67	4,85	32,6
Warko	2,8	80,2	8,9	26,4	44,3	1,42	3,45	30,9
Palonskie Wczeshe	4,7	103,3	10,2	31,1	46,3	1,42	5,48	32,8
Snikawa	4,7	101,0	11,0	31,6	48,3	1,49	5,08	29,3
Арфа	3,6	90,6	10,6	28,3	45,9	1,70	4,50	36,0
Бородинская	4,5	101,6	10,6	31,5	49,6	1,61	4,56	32,6
Фаленская 4	3,8	85,3	11,3	32,6	52,0	1,41	4,78	26,9
НСР $_{05}$	0,7	5,1	0,8	2,5	5,6	0,29	0,95	3,2

Устойчивые сортообразцы являются ценным исходным материалом для селекции, умеренно устойчивые – часто выделяются высокой продуктивностью и другими хозяйственно ценными признаками, а среди восприимчивых образцов находим формы, необходимые для изучения генетики признака и установления природы их устойчивости.

В практической селекции мы убедились, что успех создания устойчивых сортов во многом зависит от наличия генетически разнообразных высокоэффективных источников и доноров. Они *не только должны обеспечивать высокую устойчивость к наиболее опасным возбудителям болезней, но обязаны передавать это качество по наследству наряду с высокими агрономическими показателями. В противном случае сроки создания сорта существенно возрастают, поскольку возникает необходимость применять беккроссы и более сложные скрещивания для снижения отрицательного влияния используемых источников.*

Для каждого региона необходимо иметь своеобразный «банк источников устойчивости», оцененных по наиболее важным селектируемым признакам. Кроме того, при работе с перекрестноопыляемой культурой следует учитывать, что каждый источник, по сути, представляет собой популяцию растений, содержащую как устойчивые, так и восприимчивые к болезни генотипы. Размножение этих образцов должно сопровождаться негативными отборами и удалением пораженных растений до цветения, проводимом на инфекционном или сильном естественном фоне, а также последующим внутрипопуляционным переопылением устойчивых форм. В противном случае донорский признак можно потерять через определенный отрезок времени.

Большое внимание уделено изучению источников и доноров иммунитета, полученных из ВИР. *В табл. 4 приведены результаты иммунологической оценки источников устойчивости, применяемых нами в гибридизации для создания полирезистентных популяций.*

По урожайности достоверные преимущества выявлены у образцов Иммунная 5+6 (615 г/м²), Чулпан 4 (603 г/м²) и Волхова 2 (561 г/м²). Последний источник формировал урожайность за счет существенно большей густоты стояния продуктивного стеблестоя. Зимостойкость варьировала от 82,5 (Ил 23/94) до 94,7% (Чулпан 4). При этом ни один из источников не достиг показателей стандартного сорта Радонь. Важно выделить группу источников, которые были значимо короче стандарта: Волхова 2, Гетера 3, Гибридная 8 Hl, Малыш 72-2, Черниговская Hl, у которых высота растений колебалась в пределах 57,1-93,1 см, что положительно сказывается на их устойчивости к полеганию.

По массе 1000 зерен в одну группу с районированным сортом Радонь вошли источники Иммунная 5+6 и Сарумрос. Среди источников выявлено 7 высокобелковых форм: Иммунная 4, Новозыбковская 4-2, Сарумрос, Комбайниняй Hl, Беняконская Hl, Ил 23/94, Эсценон 415, показавшие достоверное превышение содержания белка в зерне над стандартом (11,76-13,06).

Таблица 4

Селекционная ценность источников устойчивости к болезням

Образцы	Урожай зерна, г/м²	Зимостойкость %	Продуктивный стеблестой, шт./м²	Высота растений, см	Масса зерна с колоса, г	Белок, %	Масса 1000 зерен, г
Радонь (ст.)	455	95,6	392	105,2	1,84	11,20	33,6
Комбайниняй Hl	443	92,1	305*	110,1	1,53	12,30*	31,0
Беняконская Hl	315*	89,7	228*	113,9*	1,46	11,96*	32,6
Малыш 72-2	405	93,1	291*	92,5*	1,53	-	36,8
Новозыбковская 4-2	353*	91,6	261*	105,4	1,55	12,42*	27,2*
Эсценон 415	367	89,6	273*	104,8	1,50	11,76*	33,6
Сарумрос	383	86,4	284*	121,4*	1,52	12,42*	33,0
Волхова 2	561*	91,7	444*	57,1*	1,40	11,91	28,8
Заречанская 2	462	90,5	343*	117,1*	1,46	-	30,0
Иммунер 76	377	91,3	316*	102,0	1,38	-	30,9
Черниговская Hl	408	85,4	344*	93,1*	1,29	11,35	23,6*
Ил 23/94	283*	82,5	233*	106,7	1,18	12,03*	27,0*
Иммунная 4	303*	88,3	266*	124,2*	1,17	13,06*	30,4*
Иммунная 5+6	615*	90,1	381	101,4	1,75	12,64*	33,3
Куспан 145/24	275*	89,2	225*	115,4*	1,31	10,90	32,9
Гетера 3	305*	85,6	267*	88,0*	1,72	-	27,7
Гибридная 8 Hl	238*	79,1	254*	92,4*	1,53	-	34,0
Чулпан 4	603*	94,7	384	104,5	1,83	-	29,2
$НСР_{05}$	96	2,7	47,1	7,4	0,16	0,48	1,5

Из числа исследованных источников устойчивости к болезням выделен образец Чулпан 4, сочетающий высокую устойчивость к мучнистой росе и слабую восприимчивость к бурой ржавчине с комплексом других ценных признаков: высокая урожайность, длина колоса, количество и масса зерна с колоса. Для селекционной работы также интересен короткостебельный источник Волхова 2, который характеризуется устойчивостью к мучнистой росе, густотой продуктивного стеблестоя и высокой урожайностью. Недостатком данного образца является восприимчивость к ржавчинной инфекции.

В качестве источника групповой устойчивости нами также широко используется сорт нашей селекции Эстафета Татарстана. Он был создан на основе 17 доноров иммунитета: Комбайниняй 3Hl (*Lr4, Rm2, Er*), Черниговская-2 (*Lr4, Rm2, Er*), 145/24 Куспан (*Lr6, Sr1, Er*), Компус (*Lr6, Sr1, Er*), И 125/79 (*Lr4, Rm2, Er*), Крупнозерная 2 х 2 Россиянка (*RPd, Sr1, Er*), (3 Волжанка х Полтавка) х Казанская (*Lr4, Sr1, Er*), 3 Волжанка х Полтавка (*Lr4, Sr1, Er*), 6 Россул х SCW 5999 (*Lr4, Rm2, Er*), (*S.montanum* х Заречанская зеленоукосная) х Гетера 2 (*Lr4, RPd, Rm2, Er*), 145/24 Куспан х 2 Гетера (*Lr4, Lr6, Rm2, Er*), Гетера 2 (*Lr4, Sr1, Rm2, Er*), Харьковская 55 Hl (*Lr4, Sr1, Er*), Оргиб Hl (*Lr4, Sr1, Er*), Россул (*Lr4, Sr1, Er*), Волхова 2 (*Lr4, Lr6, Er*), Заречанская 3 (*RPd*), созданных в ВИРе. Они характеризуются групповой расоспецифической устойчивостью к болезням: *Rm 2, Er* – гены устойчивости к мучнистой росе; *Rpd, Lr2, Lr 4, Lr 5, Lr 6* – гены устойчивости к бурой ржавчине, *Rpg, Sr 1, Sr2* – гены устойчивости к стеблевой ржавчине.

Возделывание сорта в течение 20 лет показало, что Эстафета Татарстана на сегодняшний день показывает только частичную устойчивость к мучнистой росе (в зарубежной литературе синоним partial). Ее характерной особенностью является уменьшение количества и размера пустул, подавление быстрого распространения инфекции и растянутый латентный период. Такое поведение сорта может быть объяснено наличием в популяции, как "больших", так и "малых" генов резистентности, взаимодействие которых визуально воспринимается как устойчивость замедленного развития. Высокий уровень изменчивости признака устойчивости в популяциях является причиной их буферной способности противостоять интенсивному нарастанию инфекции и служит основой долговременной устойчивости, а также резервом для дальнейшей селекции ржи на иммунитет (Lind V., 1988). Несмотря на длительное (почти 20 лет) и массовое репродуцирование сорта Эстафета Татарстана (в период 2000-2002 гг. он занимал в республике площадь более 250 тыс. га), эффективность генов устойчивости к мучнистой росе снизилась, но сохраняется и обеспечивает большую сохранность урожая.

Для создания устойчивых популяций к снежной плесени целесообразно выявление выносливого или толерантного материала, обладающего спо-

собностью к регенерации после поражения. Для этого необходимо проводить селекционно-генетическое изучение материала на естественных и искусственных инфекционных фонах, периодический отбор форм с хорошей регенерационной способностью. Основное внимание было сосредоточено на периодических отборах хорошо регенерирующих генотипов, проводимых после сильного естественного заражения и на провокационном фоне.

Таким образом, приоритет в селекции на иммунитет должен быть направлен на повышение устойчивости к бурой ржавчине, мучнистой росе и снежной плесени. Комплексная фитопатологическая характеристика имеющегося генофонда позволила подобрать источники для селекции на устойчивость к болезням фотосинтетического аппарата и снежной плесени. Изучение исходного материала на устойчивость в условиях Республики Татарстан выявило значительный дефицит форм, несущих устойчивость к бурой ржавчине и снежной плесени.

Литература

1. Анпилогова Л.К., Волкова Г.В. Методы создания искусственных инфекционных фонов и оценки сортообразцов пшеницы на устойчивость к вредоносным болезням (фузариозу колоса, ржавчинам, мучнистой росе) РАСХН ВНИИБЗР. Краснодар, 2000. 28 с.

2. Волкова Г.В. Фундаментальные проблемы популяционно-генетических исследований фитопатогенных грибов при селекции пшеницы на устойчивость к возбудителям ржавчины [*Puccinia striiformis и P. recondita*] // Фитосанитарное оздоровление экосистем. 2005. Т. 1. С. 415 – 417.

3. Гончаренко А.А. Состояние и основные направления исследований по селекции озимой ржи в РФ // Развитие научных идей академика Петра Ивановича Лисицына М.: Московская с.-х. акад., 2003. С. 112 – 121.

4. Захаренко В.А. Тенденции изменения комплексов, видового разнообразия, внутрипопуляционных структур и динамики вредных организмов. М.: Россельхозакадемия, 2003. 34 с.

5. Ишкова Т.И., Берестецкая Л.И., Гасич Е.Л. Диагностика основных грибных болезней зерновых культур. СПб.: ВИЗР, 2002. 76 с.

6. Каширкин А.Д., Макаров А.А. Метод предварительной оценки полевой устойчивости пшеницы к бурой ржавчине // Вестник зашиты растений. 2011. № 1. С.27-33.

7. Кобылянский В.Д., Солодухина О.В. Вредоносность главнейших грибных болезней и методы селекции короткостебельной ржи на устойчивость Доклады ВАСХНИЛ.1982. № 9. С. 3 – 5.

8. Коваленко Е.Д., Киселева М.И., Коломиец Т.М., Соломатин Д.А. Основные типы взаимодействия в системе пшеница – бурая ржавчина и их значение для разработки стратегии селекции сортов с длительной устойчивостью: Материалы докладов Международной конф. «Биологическая защита растений – основа стабильности агросистем». Краснодар, 2004. С. 74 – 75.

9. Коломиец Т.М., Коваленко Е.Д., Соломатин Д.А., Панкратова Л.Ф. Изучение сортов пшеницы с целью отбора исходного материала для селекции на иммунитет к комплексу вредоносных болезней // 1 Всероссийская конференция по иммунитету растений к болезням и вредителям. СПб., 2002. С. 196 – 199.

10. Койшибаев М., Сагитов А.О. Защита зерновых культур от особо опасных болезней // Рекомендации. Алматы. 2012. 33 с.

11. Койшыбаев М., Муминджанов Х. Методические указания по мониторингу болезней, вредителей и сорных растений на посевах зерновых культур / Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций. Анкара, 2016. http://www.fao.org/3/a-i5550r.pdf

12. Левитин М.М., Тютерев С.Л. Грибные болезни зерновых культур // Защита и карантин растений. 2003. № 11. С. 75.

13. Пономарева М.Л., Пономарев С.Н. Селекционная ценность источников устойчивости озимой ржи к группе грибных болезней // Вестник защиты растений. СПб.-Пушкин, 2000. №1. С. 59 – 64.

14. Овсянкина А.В. Источники устойчивости к корневой гнили и снежной плесени у озимой ржи // Биологическая защита растений – основа стабилизации агроэкосистем. Краснодар, 2010. Вып. 6. С. 636 – 638.

15. Солодухина О.В. Потенциал наследственной изменчивости ржи по устойчивости к бурой ржавчине и мучнистой росе // Генетика. 1994. Т. 30. № 10. С. 1352 – 1362.

16. Солодухина О.В., Кобылянский В.Д. Генетические ресурсы культурных растений в 21 веке / II Вавиловская международная конференция. СПб., 2007. С. 131 – 137.

17. Шлегель Р. Селекция гибридных форм как стимул развития молекулярно-генетических исследований у ржи// Вавиловский журнал генетики и селекции. 2015. Т. 19(5). С. 589 – 603. DOI 10.18699/VJ15.076

18. Щеклеина Л.М., Шешегова Т.Г. Иммунологическое состояние перспективных популяций озимой ржи селекции НИИСХ Северо-Востока // Достижения науки и техники АПК. 2012. №6. С. 23 – 26.

19. Birjukovich T., Artsiukh D. Assessment of winter rye varieties on winter-hardiness and resistance to snow mould // International Symposium on Rye breeding & Genetics. Minsk, Belarus. P. 52.

20. Lind V. Half seed selection for resistance to powdery mildew *(Erysiphe graminis DC. f. p. secalis Marchal)* in rye populations // Theoret. Appl. Genet. 1988. T. 76. №4. P. 560 – 564.

21. Roux S.R., Hackauf B., Linz A., Ruge B., Klocke B., Wehling P. Leaf-rust resistance in rye *(Secale cereale L.).* 2. Genetic analysis and mapping of resistance genes Pr_3, Pr_4, and Pr_5 // Theoretical and Applied Genetics. 2004. V. 110(1). P. 192 – 201.

References

1. Anpilogova L.K., Volkova G.V. Metody sozdanija iskusstvennyh infekcionnyh fonov i ocenki sortoobrazcov pshenicy na ustojchivost' k vredonosnym boleznjam (fuzariozu kolosa, rzhavchinam, muchnistoj rose) RASHN VNIIBZR. Krasnodar, 2000. 28 s.

2. Volkova G.V. Fundamental'nye problemy populjacionno-geneticheskih issledovanij fitopatogennyh gribov pri selekcii pshenicy na ustojchivost' k vozbuditeljam rzhavchiny [Puccinia striiformis i P. recondita] // Fitosanitarnoe ozdorovlenie jekosistem. 2005. T. 1. S. 415 – 417.

3. Goncharenko A.A. Sostojanie i osnovnye napravlenija issledovanij po selekcii ozimoj rzhi v RF // Razvitie nauchnyh idej akademika Petra Ivanovicha Lisicyna M.: Moskovskaja s.-h. akad., 2003. S. 112 – 121.

4. Zaharenko V.A. Tendencii izmenenija kompleksov, vidovogo raznoobrazija, vnutripopuljacionnyh struktur i dinamiki vrednyh organizmov. M.: Rossel'hozakademija, 2003. 34 s.

5. Ishkova T.I., Beresteckaja L.I., Gasich E.L. Diagnostika osnovnyh gribnyh boleznej zernovyh kul'tur. SPb.: VIZR, 2002. 76 s.

6. Kashirkin A.D., Makarov A.A. Metod predvaritel'noj ocenki polevoj ustojchivosti pshenicy k buroj rzhavchine // Vestnik zashity rastenij. 2011. № 1. S.27-33.

7. Kobyljanskij V.D., Soloduhina O.V. Vredonosnost' glavnejshih gribnyh boleznej i metody selekcii korotkostebel'noj rzhi na ustojchivost' Doklady VASHNIL.1982. № 9. S. 3 – 5.

8. Kovalenko E.D., Kiseleva M.I., Kolomiec T.M., Solomatin D.A. Osnovnye tipy vzaimodejstvija v sisteme pshenica – buraja rzhavchina i ih znachenie dlja razrabotki strategii selekcii sortov s dlitel'noj ustojchivost'ju: Materialy dokladov Mezhdunarodnoj konf. «Biologicheskaja zashhita rastenij – osnova stabil'nosti agrosistem». Krasnodar, 2004. S. 74 – 75.

9. Kolomiec T.M., Kovalenko E.D., Solomatin D.A., Pankratova L.F. Izuchenie sortov pshenicy s cel'ju otbora ishodnogo materiala dlja selekcii na immunitet k kompleksu vredonosnyh boleznej // 1 Vserossijskaja konferencija po immunitetu rastenij k boleznjam i vrediteljam. SPb., 2002. S. 196 – 199.

10. Kojshibaev M., Sagitov A.O. Zashhita zernovyh kul'tur ot osobo opasnyh boleznej // Rekomendacii. Almaty. 2012. 33 s.

11. Kojshybaev M., Mumindzhanov H. Metodicheskie ukazanija po monitoringu boleznej, vreditelej i sornyh rastenij na posevah zernovyh kul'tur / Prodovol'stvennaja i sel'skohozjajstvennaja organizacija Ob#edinennyh Nacij. Ankara, 2016. http://www.fao.org/3/a-i5550r.pdf

12. Levitin M.M., Tjuterev S.L. Gribnye bolezni zernovyh kul'tur // Zashhita i karantin rastenij. 2003. № 11. S. 75.

13. Ponomareva M.L., Ponomarev S.N. Selekcionnaja cennost' istochnikov ustojchivosti ozimoj rzhi k gruppe gribnyh boleznej // Vestnik zashhity rastenij. SPb.-Pushkin, 2000. №1. S. 59 – 64.

14. Ovsjankina A.V. Istochniki ustojchivosti k kornevoj gnili i snezhnoj pleseni u ozimoj rzhi // Biologicheskaja zashhita rastenij – osnova stabilizacii agrojekosistem. Krasnodar, 2010. Vyp. 6. S. 636 – 638.

15. Soloduhina O.V. Potencial nasledstvennoj izmenchivosti rzhi po ustojchivosti k buroj rzhavchine i muchnistoj rose // Genetika. 1994. T. 30. № 10. S. 1352 – 1362.

16. Soloduhina O.V., Kobyljanskij V.D. Geneticheskie resursy kul'turnyh rastenij v 21 veke / II Vavilovskaja mezhdunarodnaja konferencija. SPb., 2007. S. 131 – 137.

17. Shlegel' R. Selekcija gibridnyh form kak stimul razvitija molekuljarno-geneticheskih issledovanij u rzhi// Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii. 2015. T. 19(5). S. 589 – 603. DOI 10.18699/VJ15.076

18. Shhekleina L.M., Sheshegova T.G. Immunologicheskoe sostojanie perspektivnyh populjacij ozimoj rzhi selekcii NIISH Severo-Vostoka // Dostizhenija nauki i tehniki APK. 2012. №6. S. 23 – 26.

19. Birjukovich T., Artsiukh D. Assessment of winter rye varieties on winter-hardiness and resistance to snow mould // International Symposium on Rye breeding & Genetics. Minsk, Belarus. P. 52.

20. Lind V. Half seed selection for resistance to powdery mildew (Erysiphe graminis DC. f. p. secalis Marchal) in rye populations // Theoret. Appl. Genet. 1988. T. 76. №4. P. 560 – 564.

21. Roux S.R., Hackauf B., Linz A., Ruge B., Klocke B., Wehling P. Leaf-rust resistance in rye (Secale cereale L.). 2. Genetic analysis and mapping of resistance genes Pr3, Pr4, and Pr5 // Theoretical and Applied Genetics. 2004. V. 110(1). P. 192 – 201.

Ponomarev S.N., Doctor of Agricultural Sciences (Advanced Doctor), Chief Research Officer,
Ponomareva M.L., Doctor of Agricultural Sciences (Advanced Doctor), Professor, Chief Research Officer,
Mannapova G.S., Candidate of Agricultural Sciences (Ph.D.), Senior Research Officer,
Ilalova L.V., Research Officer,
Federal State-Funded Institution of Science «Tatar Scientific Research Institute of Agriculture»

DISEASES OF WINTER RYE IN THE MIDDLE VOLGA AND GENETIC SOURCES OF RESISTANCE

Abstract: in accordance with the evaluation index priority to breeding for resistance the most important diseases of winter rye are brown rust, powdery mildew and snow mold in Tatarstan Republic. Success of creation of resistant varieties is largely dependent on the presence of highly genetically diverse sources and donors. The objects of study were the samples of winter rye of world VIR collection, multiresistant donors of resistance to fungal diseases, and the local breeding form. The article presents the results of studies of this material to the local populations of the pathogens of the most harmful diseases in 2007-2015. With the use of artificial infectious backgrounds of FSBI "Tatar research Institute of agriculture" for the evaluation of brown rust and powdery mildew and natural provocative backgrounds on snow mold resistance evaluated immunological parameters and economic characters. For each of the studied diseases selected material for resistance breeding with good agronomic properties, which are used in selection new high-yielding variety. Each region must have a kind of "bank sources of resistance", estimated on the most important characteristics. Study of source material on the stability in Tatarstan Republic has revealed a significant shortage of forms that carry resistance to leaf rust and snow mold.

Keywords: winter rye, the source resistance, leaf rust, powdery mildew, snow mold

Пономарева М.Л., доктор биологических наук, профессор,
главный научный сотрудник,
Пономарев С.Н., доктор сельскохозяйственных наук,
главный научный сотрудник,
Маннапова Г.С., кандидат сельскохозяйственных наук,
старший научный сотрудник,
ФГБНУ «Татарский научно-исследовательский
институт сельского хозяйства»

ЗНАЧЕНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ОЗИМОЙ РЖИ И ИХ ОЦЕНКА МЕТОДАМИ МНОГОМЕРНОГО АНАЛИЗА

Аннотация: для эффективного создания конкурентоспособных сортов необходимо располагать генетически разнообразным и качественно новым исходным материалом. Методы многомерного анализа дают более объективную характеристику исследуемых сортообразцов и их важно использовать на этапе планирования системы скрещиваний в селекционной программе. Экспериментальные исследования проведены в 2001-2015 гг. в ФГБНУ «Татарский НИИСХ», расположенном в Предкамской зоне Республики Татарстан. Объектом исследования служили 72 образца из мировой коллекции ВИР, полирезистентные доноры устойчивости к грибным болезням, местные селекционные формы. В результате анализа дендрограммы исходного материала по 17 селектируемым признакам были выделены 12 кластеров, представленных разным количеством образцов (от 1 до 16). Приведены результаты использования источников коллекции в гибридизации по межкластерному принципу. Выделены лучшие кластеры озимой ржи (№1, №6, №8, №10), которые необходимо включить в селекцию на продуктивность и адаптивность, а также для расширения биоразнообразия и ассортимента генофонда в Среднем Поволжье и сопредельных областях.

Ключевые слова: озимая рожь, генетические ресурсы, образец, признак, кластерный анализ, селекционная программа

Анализ состояния мировой селекции озимой ржи позволил выявить ряд факторов, сдерживающих селекционный прогресс в отношении её продуктивности. Наиболее важными среди них является постепенное исчерпание доступного генофонда культурной ржи, пригодного для введения в скрещивания при создании принципиально новых сортов, и отсутствие, в связи с этим, новых признаков, позволяющих существенно повысить продуктивность.

Селекционный процесс озимой ржи все более совершенствуется, а требования к новым сортам постоянно усложняются. При этом следует признать, что рожь − весьма трудная для селекции культура. Генетика ее стала активно изучаться только в последние годы, а в методическом отношении ей уделяется второстепенное внимание в сравнении с другими злаками.

С открытием короткостебельных форм в селекции ржи произошли качественные изменения. В 70-х годах XX века во Всесоюзном институте растениеводства им. Н.И. Вавилова (ВИР) В.Д. Кобылянский в результате комплексных генетических исследований идентифицировал у ржи ценные гены короткостебельности (Сазонова Л.В., 2007). В 80-90-х годах В.Д. Кобылянским и О.В. Солодухиной были созданы доноры короткостебельности, сочетающие указанный признак с высокой продуктивностью и устойчивостью растений к наиболее вредоносным грибным заболеваниям (Бражников П.Н., 2012; Солодухина О.В., Кобылянский В.Д., 2008). При проведении этих работ сложилось очень тесное сотрудничество лаборатории серых хлебов ВИРа с селекционерами различных регионов страны, которые активно привлекали этот материал в свои селекционные программы. Внедрение новых короткостебельных сортов, устойчивых к полеганию и болезням, способствовало повышению экологической безопасности, снижению материальных затрат на защиту растений. При этом положительный эффект сорта проявлялся сразу же в год внедрения и реализовывался на всей площади его использования.

Второе важное направление селекции культуры – качество зерна и продукции, получаемой из него. Рожь всегда считалась культурой универсального назначения, пригодной для хлебопечения, производства кормов и спирта. На данном этапе наиболее емкими сегментами рынка зерна ржи остаются мукомольная и фуражная отрасли. Однако в качестве сырья для каждого из этих производств рожь должна обладать специфическим спектром признаков или, другими словами, соответствовать целевому использованию. Популяции ржи альтернативного направления должны обладать следующими характеристиками: для выпечки хлеба – высоким содержанием пентозанов, высокой водопоглощающей способностью, устойчивостью к про-

растанию зерна на корню; для производства этанола – высокой активность α-амилазы, низким содержанием и вязкостью пентозанов; для производства крахмала и кормов – низким содержанием и вязкостью водорастворимых пентозанов при высоком уровне устойчивости к прорастанию зерна на корню (Flamme W. et. al., 1997).

Последнее направление весьма важно для диверсификации использования зерна ржи с целью укрепления кормовой базы и организации рационального и полноценного кормления сельскохозяйственных животных. Однако до сих пор доля зерна ржи в составе комбикормов составляет около 20% от массы зерна в рационе (Гончаренко А.А., Тимощенко А.С., 2007; Кедрова Л.И. и др., 2007). Генетическое улучшение сортов ржи целевого направления использования может быть достигнуто также путем селекции на другие биохимические характеристики, такие как содержание протеина, его фракционный и аминокислотный состав (Гончаренко А.А., 2009; Ленков Д., 2006; Gunnarsson E., 2000). Важно увеличить включение зерна озимой ржи в рецептуру кормления, особенно в регионах, благоприятных для выращивания этой культуры.

Таким образом, технологические качества создаваемых сортов в зависимости от цели использования должны быть различными. Каждому сорту должны соответствовать определенные и генетически детерминированные свойства, позволяющие использовать его в качестве сырьевого источника. Только селекционная работа позволяет прогнозировать возможности совершенствования и расширения сырьевой базы перерабатывающих предприятий и создания новых прогрессивных технологий, связанных с переработкой зерна озимой ржи (Пономарева М.Л. и др., 2008).

Третьей значимой целью селекции стало повышение адаптивного потенциала сортов – интегральной характеристики степени устойчивости к изменениям внешней среды. Использование генетических ресурсов должно быть ориентировано на максимальное использование благоприятных факторов внешней среды, придание сортам устойчивости к тем экологическим стрессорам, которые в наибольшей степени ограничивают величину и качество урожая в данной почвенно-климатической зоне (Жученко А.А., 2008).

За последние годы усилились агроэкологические и фитосанитарные проблемы, обусловленные непредсказуемыми погодными флуктуациями. Идеалом селекции является сочетание в одном сорте высокого потенциала урожайности, устойчивости к комплексу биотических и абиотических факторов с улучшенными технологическими свойствами зерна. В реальных условиях урожайность сорта всегда ниже потенциальной продуктивности и определяется адаптивными характеристиками. С учетом этого для создания сортов озимой ржи нового поколения с высокой пластичностью к внешним воздействиям необходима преадаптивная (упредительная) селекция.

В Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию в Российской Федерации на 2017 год, включено 91 сорт и гибрид озимой ржи, в т.ч.: 8 тетраплоидных, 1 кормовой, 3 сорта с низким содержанием пентозанов (Подарок, Вавиловская, Берегиня), 6 F_1 гибридов, 12 родительских компонентов. Наряду с озимой рожью в Государственном реестре имеются рожь многолетняя Державинская 29 и рожь яровая Онохойская. В настоящее время результативную селекцию озимой ржи в РФ ведут 14 научных учреждений. Наибольшее количество зарегистрированных сортов ржи имеют Московский НИИСХ (8 сортов), Зональный НИИСХ Северо-Востока им. Н.В. Рудницкого (7 сортов), Татарский НИИСХ (6 сортов), НИИСХ Юго-Востока (5 сортов), Воронежский НИИСХ (5 сортов). Суммарный вклад этих пяти институтов составляет половину всего сортового потенциала страны по культуре рожь. Наиболее распространенными по числу регионов допуска являются следующие сорта: Чулпан (Башкирский НИИСХ) – 8 регионов, Саратовская 5 (НИИСХ Юго-Востока) и Таловская 41 (Воронежский НИИСХ) – 5 регионов. Распространение в 4 регионах имеют 7 сортов: Валдай, Марусенька, Памяти Кунакбаева, Саратовская 6, Саратовская 7, Татьяна, Фаленская 4.

Однако если учитывать современные рыночные условия и сравнивать интенсивность передачи сортов ржи с интенсивностью по другим зерновым культурам, то можно констатировать, что новых сортов ржи создается явно недостаточно, из-за чего сортосмена происходит медленно, а производитель сталкивается с ограниченным выбором сортов (табл. 1).

Таблица 1

Количество сортов основных зерновых культур, включенных в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию в РФ на 2017 г.

Регион	Пшеница мягкая		Рожь	Тритикале	Ячмень	Овес
	озимая	яровая	озимая	озимая	яровой	яровой
Северный	-	5	10	-	1	6
Северо-Западный	22	19	22	7	29	23
Центральный	29	17	25	20	46	26
Волго-Вятский	20	27	24	13	36	34
Центрально-Черноземный	63	18	17	13	47	19
Северо-Кавказский	181	3	6	34	25	8
Средневолжский	43	42	23	19	31	13
Нижневолжский	74	24	6	7	19	6
Уральский	22	59	8	10	19	13
Западно-Сибирский	12	83	24	7	28	37
Восточно-Сибирский	-	42	9	6	20	24
Дальневосточный	-	13	2	-	16	12

Так, по Центрально-Черноземному региону РФ генетическое разнообразие по озимой пшенице составляет 63 сорта, по яровому ячменю 47 сортов, а по озимой ржи только 17 сортов. Даже в таких традиционных для возделывания озимой ржи регионах России, как Волго-Вятский, Средневолжский и Уральский, сортимент ржи уступает сортименту пшеницы, ячменя и овса – 8-24 сорта ржи, 47-81 сортов пшеницы (озимая и яровая), 19-36 сортов ячменя, 13-34 сорта овса. Сказанное выше приводит к заключению, что в ближайшие годы необходимо интенсифицировать селекционную работу по созданию новых конкурентоспособных сортов озимой ржи.

Для эффективного решения этой задачи необходимо располагать генетически разнообразным и качественно новым исходным материалом. Н.И. Вавилов был первым, кто в полной мере оценил значение исходного материала для создания новых сортов. Его идея о мобилизации мировых естественных ресурсов видов растений в настоящее время получила новое звучание. Проблема поиска исходного материала постепенно возрастает в связи с увеличением требований, предъявляемым к создаваемым сортам. При этом, по мере создания все более урожайных сортов, увеличения знаний о биологической природе признаков, усложнения задач селекции и по ряду других причин, меняются требования и к самому исходному материалу. Приоритетным направлением при этом попрежнему остаётся сокращение сроков его изучения и создания.

Материал и методы. Специфика природно-климатических условий Предкамской зоны Республики Татарстан, где проводились исследования, обусловлена ее географическим положением в Поволжском регионе, вследствие которого по ряду факторов, регулирующих динамику развития сельскохозяйственных растений и определяющих потенциал их продуктивности, она существенно отличается от других зон. В основном это относится к температурному режиму, количеству осадков, продолжительности и характеру зимнего периода, которые в совокупности определяют длительность и интенсивность вегетативного и генеративного процессов озимой ржи. Климат данной сельскохозяйственной зоны имеет континентальные особенности: количество осадков за период май-сентябрь составляет 290-300 мм, но оно крайне неравномерно; суммарно за год выпадает 430-500 мм. Средняя высота снежного покрова за зиму составляет 35-45 см, глубина промерзания почвы колеблется от 38 до 180 см, продолжительность залегания снега 98-151 день. Почва опытного участка по плодородию, гранулометрическому составу, физико-химическим свойствам благоприятна для возделывания озимой ржи (серая лесная, суглинистая, содержание гумуса −3,1-3,7%; щелочно-гидролизуемого азота − 11,2-15,1 мг/100 г почвы; подвижного фосфора – 34,2-50,0 мг/100 г почвы; обменного калия – 5,6-10,0 мг/100 г почвы; pH сол. 6,2-6,6).

Объектом исследования служили образцы мировой коллекции ВИР, полирезистентные доноры устойчивости к грибным болезням, местные селекционные формы. Изучение коллекционных образцов проводилось согласно методическим указаниям ВИР (1981). Посев коллекционного питомника проводили вручную на глубину 3-4 см по предшественнику черный пар с нормой высева 300 всхожих зерен на 1 м^2. Учетная площадь делянок – 1,5 м^2, повторность – двукратная, размещение – систематическое. Для расчетов были взяты многолетние данные (2001-2015 гг.) по 72 сортообразцам, в которых учитывались 17 селекционно-значимых показателей: урожайность, зимостой-

кость, высота растений, элементы структуры урожая, качественные характеристики (число падения, высота амилограммы, температура пика клейстеризации крахмала, содержание белка), устойчивость к мучнистой росе и бурой ржавчине.

Анализ элементов структуры урожая выполнен на 30 случайно взятых растений с каждой повторности по таким показателям, как общая и продуктивная кустистость, количество колосков и зерен в главном колосе, масса зерна с главного колоса, масса зерна с растения, масса 1000 зерен, натурная масса зерна. Статистический и кластерный анализ экспериментальных данных проводили с использованием пакетов программ AGROS (версия 2.13), Excel 7.0,

Результаты и обсуждение. Для получения новых популяций, характеризующихся сочетанием адаптивных и продукционных свойств, необходимо иметь всесторонне проверенный в генетическом отношении исходный материал и широкий арсенал методов селекционной работы с культурой. В связи с большим генетическим разнообразием образцов, сложными задачами, поставленными в нашей селекционной программе, многочисленности изучаемых показателей использованы многомерные методы статистического анализа, в частности кластерный анализ. Задачей кластерного анализа было образование групп схожих между собой образцов, при котором все исследуемые признаки одновременно участвовали в группировке по принципу минимального взаимодействия генотип-среда внутри группы и максимального – между кластерами. В результате анализа дендрограммы исходного материала были выделены 12 кластеров, представленных разным количеством образцов (от 1 до 16). Принадлежность сортов к отдельным кластерам представлена в таблице 2.

Наиболее многочисленным был кластер №1 (22% изученного генофонда), представленный 9 сортами отечественной селекции, тремя сортами зарубежной селекции и четырьмя перспективными сортообразцами. Вторым по величине оказался кластер №6, объединивший 13 форм, из которых 3 −иностранные. В кластере №9 сгруппированы 6 источников российского и 4 зарубежного происхождения. В кластерах №2 и №11 сосредоточено по 6 образцов, в №4 – пять, в №8, №10 и №12 – по 4 образца. Особняком выделены кластеры №3 и №7, представленные единичными генотипами, сортами Frumos (Германия) и Метелица (Красноярский край).

Далее исследованы средние величины признаков, характеризующие определенный кластер (табл. 3). Анализируя причины объединения в кластеры, можно выявить следующие положения.

Таблица 2

Кластеризация исходного материала озимой ржи

Номер кластера	Количество генотипов в кластере	Наименование
1	16	Таловская 29, Таловская 31, Пурга, Paniceni, Сибирская 82, Elous, Ярославна, Гибридная 8 Hl Pd, Устюжна, J07864, Кировская 89, Ржанка, Луга, Имериг 4, И-1222, Поп к-3 Саратовская
2	6	Бухтарминская, Krajove Buran, Местная (Финляндия), SCW-5999, J0 3364, Antoninskie
3	1	Frumos
4	5	Estaco, Вега, П-8, Пышма, Radstadter Berglond
5	3	Енисейка, Hja 7009, Нейва
6	13	Зубровка, Иммунная 5+6, Малыш 72-2, Folud, J03374, Fs 118/99, Bedecin, Волна Hl, Чулпан 4, Чулпан 7, Бородинская, Иммунер 76, КП 1/39 Саратовская
7	1	Метелица
8	4	Паллада, Заречанская 2, Фея, Таежная
9	9	Ильмень, Ил 23/94, Эсценон 415, Hania, Черниговская Hl Pd, Волхова 2, Pudmericke, Mehltauresistant, Snikawa,
10	4	Памяти Кондратенко, Жатва, ПТ - 2 смесь Саратовская, КП 1/25 Саратовская
11	6	Сарумрос, Саратовская 6, Беняконская Hl, Новозыбковская 2, А-8, Kastoria
12	4	Кама 3, Комбайниняй Hl, Гетера 3, Куспан 145/24

Первый кластер объединил высокопродуктивные сорта с достаточно хорошей зимостойкостью, с длинным хорошо озерненным и продуктивным колосом, обладающие устойчивостью к мучнистой росе и слабой восприимчивостью к бурой ржавчине.

Во втором кластере сгруппированы формы, сочетающие высокорослость с коротким колосом с

невысоким количеством зерен, низкой массой 1000 зерен и восприимчивостью к ржавчине. Однако они имели высокое содержание белка в зерне, хорошую кустистость и устойчивость к мучнистой росе.

Для сорта Frumos (кластер №3) были характерны низкая зимостойкость, высокий стебель, восприимчивость к обеим листовым болезням. При этом он формировал высокую продуктивность колоса и растения, а зерно имело относительно высокую крупность и натурную массу.

Таблица 3

Характеристика кластеров озимой ржи

Признаки	Номер кластера											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Урожайность зерна, г/м^2	392,1	334,3	366,1	371,4	347,3	398,8	311,5	474,1	350,1	420,6	319,2	388,0
Зимостойкость, %	91,4	89,7	78,8	80,6	82,6	85,3	94,8	90,0	82,7	86,7	85,5	88,8
Продуктивная кустистость, шт.	5,9	6,1	5,4	4,9	5,1	4,7	4,7	6,1	5,1	5,2	4,7	5,2
Длина стебля, см	107,1	121,6	110,2	115,2	104,5	97,4	98,4	107,1	104,5	98,3	103,1	103,9
Длина колоса, см	11,2	10,4	10,8	11,1	10,6	11,4	11,3	11,0	11,3	11,0	10,2	11,2
Количество колосков в колосе, шт.	30,4	29,1	32,2	30,0	31,2	32,4	34,0	30,8	31,2	31,7	29,4	32,3
Количество Зерен в колосе, шт.	50,2	46,3	54,9	47,1	49,3	51,9	51,0	50,9	47,7	50,4	44,1	49,9
Масса зерна с колоса, г	1,71	1,40	1,81	1,57	1,43	1,72	1,42	1,66	1,51	1,79	1,52	1,60
Масса зерна с растения, г	7,15	6,31	7,15	5,55	5,29	5,63	5,03	7,36	5,69	6,95	5,23	6,28
Масса 1000 зерен, г	34,0	29,3	33,3	32,5	29,8	32,9	27,7	32,8	30,8	34,5	34,6	31,6
Натурная масса зерна, г/л	678,0	672,2	740,5	685,5	698,1	680,4	682,0	687,9	685,4	706,3	695,6	690,3
Число падения, сек	-	180	-	180	-	-	-	-	163,9	164,2	164,7	178,9
Содержание белка в зерне, %	-	12,91	-	11,80	-	-	-	-	12,07	11,26	11,73	11,26
Мучнистая роса, распространенность, %	30,0	48,0	76,5	56,8	64,8	52,7	61,5	40,5	41,8	56,3	63,3	64,8
Мучнистая роса, степень развития, %	16,7	18,8	36,9	26,9	30,6	23,9	25,6	18,6	14,4	20,2	33,9	27,0
Бурая ржавчина, распространенность, %	80,1	93,0	76,5	91,0	91,3	89,0	80,0	91,0	86,4	92,2	93,3	73,3
Бурая ржавчина, степень развития, %	34,4	47,1	41,6	44,0	39,2	38,2	36,2	35,7	37,7	49,3	46,9	45,5

В кластер №4 вошли среднеурожайные образцы с недостаточной зимостойкостью, имеющие высокий стебель, среднеустойчивые к мучнистой росе и восприимчивые к бурой ржавчине. Их достоинством является высокое число падения, характеризующее устойчивость зерна к прорастанию.

Характерной особенностью сортов Енисейка, Hja 7009, Нейва, вошедших в кластер №5, было значительное поражение в наших условиях снежной плесенью, приводившее к изреживанию стеблестоя, восприимчивость к листовым болезням и формирование невысокого урожая (в среднем 347 г/м^2).

Анализ коллекционных образцов ржи, выделенных в кластер №6, позволил охарактеризовать их как высокоурожайные с определенным типом формирования продуктивности. Их отличает хорошая зимостойкость, высокая масса зерна с колоса, повышенная озерненность колоса и поражение заболеваниями листового аппарата в средней степени.

Самостоятельными и отличными от других оказались корреляционные связи сорта Метелица, который показал высокую зимостойкость в сочетании с длинным многозерным колосом, среднюю устойчивость к мучнистой росе. Недостатками его были мелкое зерно и поражаемость бурой ржавчиной.

Восьмой кластер включал четыре наиболее высокоурожайных сорта. Основной тип формирования продуктивности основан на достаточно хорошей перезимовке, продуктивном кущении, средней высоте растений, способствующей устойчивости к полеганию. Им была присуща высокая продуктивность колоса и растения, устойчивость к мучнистой росе и слабая восприимчивость к ржавчине.

В кластере №9 сгруппированы сортообразцы, занимающие промежуточную позицию по уровню урожайности и зимостойкости. Они были выделены благодаря высокому содержанию белка в зерне и устойчивости к мучнистой росе.

Доминирующими признаками кластера №10 являются высокая урожайность, короткий стебель, крупнозерность, высокая масса зерна с колоса, высокие показатели натурной массы зерна, устойчивость к мучнистой росе. По бурой ржавчине выявлена слабая восприимчивость.

Группу образцов Сарумрос, Саратовская 6, Беняконская Hl, Новозыбковская 2, А-8, Kastoria (кластер №11) отличали невысокая продуктивность вследствие недостаточной сохранности продуктивного стеблестоя, короткий колос со средней озерненностью. Несомненным достоинством этих сортообразцов было крупное выполненное зерно.

Кластер №12 составили 4 сортобразца (Кама 3, Комбайниняй Hl, Гетера 3, Куспан 145/24), имеющих низкую урожайность (319,2 г/м^2) и недостаточную устойчивость к листовым инфекциям, но выделившихся по таким признакам, как длина колоса, число зерен с колоса и масса зерна с растения.

Таким образом, на основе кластерного анализа были отобраны группы высокоурожайных образцов (кластеры №1, №6, №8, №10) и образцы с отдельными улучшенными характеристиками, представляющие интерес для селекции. С высокой долей вероятности комбинации скрещивания урожайных образцов из разных кластеров обеспечат повышение трансгрессивной изменчивости или получение гетерозисного эффекта у гибридного потомства. При этом следует учитывать, что сортам разного географического происхождения характерен свой набор признаков, определяющих их урожайность. В зависимости от условий выращивания происходит смена доминантных корреляций и комплекса соподчиненных признаков. Поэтому сорта продуктивные в одних регионах могут формировать низкую урожайность в других из-за смены комплекса лимитирующих факторов.

Наши исследования показали, что кластерный анализ является весьма полезным инструментом, который позволяет проводить относительно объективную классификацию достаточно большого числа исследуемых объектов по значительному количеству селектируемых признаков. Многолетний характер наблюдений и оценок, интегральный анализ большого разнообразия форм в сочетании с множеством струтурных показателей, полевых учетов и лабораторных данных «вручную» практически не осуществим. Кластерный анализ оценки исходного материала становится важным потому, что специфической особенностью селекционных исследований на этом этапе является одновременная оценка элементов структуры урожайности, качественных характеристик, устойчивости к болезням и других важных параметров, имеющих различные шкалы измерений. Это невозможно сделать без соответствующих методов многомерной статистики.

Выводы. В селекции озимой ржи за последние 30 лет произошли существенные изменения, отразившиеся на уровне продуктивности культуры и новых целях работы. При этом неизменной осталась задача ускоренного создания разнообразных генотипов с новыми признаками и свойствами, которые могут служить в качестве исходного материала при создании сортов. Ценность его в качестве «строительного» материала неоспорима в усовершенствовании и сокращении сроков селекционной работы, при создании новых сортов путем гибридизации. Приведенные результаты свидетельствуют о целесообразности использования источников коллекции в гибридизации по межкластерному принципу. Выделенные лучшие кластеры озимой ржи необходимо включить в селекцию на продуктивность и адаптивность, а также для расширения биоразнообразия и ассортимента генофонда в Среднем Поволжье и сопредельных областях. Методы многомерного анализа дают более объективную характеристику исследуемому исходному материалу и их важно использовать на этапе планирования системы скрещиваний в селекционной программе.

Литература

1. Бражников П.Н. Исходный материал для селекции озимой ржи в условиях севера Томской области // Достижения науки и техники АПК. 2012. №5. С. 5 – 7

2. Гончаренко А.А. Сравнительная оценка сортов зерновых культур по вязкости водного экстракта и структуре водорастворимых пентозанов // Вестник РАСХН. 2007. №1. С. 58 – 61

3. Гончаренко А.А., Тимощенко А.С. Структура крахмального комплекса зерна озимой ржи и его связь с вязкостью водного экстракта // Зернофураж России. М.: Всерос. науч.-исслед. ин-т кормов им. В.Р. Вильямса, 2009. С. 194 – 205.

4. Жученко А.А. Перспективы использования мировых растительных ресурсов в селекции. Генетические основы селекции // Башкир. науч.-исслед. ин-т сел. хоз-ва. Уфа, 2008. С. 11 – 20

5. Кедрова Л.И., Уткина Е.И., Парфенова Е.С., Устюжанин И.А., Грибков М.В. Генофонд озимой ржи для создания сортов кормового направления // Зерновое хозяйство. 2007. №2. С. 24 – 25.

6. Ленков Д. Что происходит в «царстве ржи» // Хлебопродукты. 2006. №7. С. 42 – 44.

7. Пономарева М.Л., Пономарев С.Н., Гильмуллина Л.Ф., Хазиев А.З. Оценка технологического потенциала сортов озимой ржи: Материалы Международной научно-практ. конф. «Производство растениеводческой продукции: резервы снижения затрат и повышения качества». Минск, 2008. Т. 2. С. 111 – 113.

8. Сазонова Л.В. Расширение ареала и повышение урожайности зерновых культур в России в XX веке на основе развития отечественной селекции // Сельскохозяйственная биология. 2007. №5. С. 15 – 25.

9. Солодухина О.В., Кобылянский В.Д. Возможности селекции ржи с долговременной устойчивостью к бурой и стеблевой ржавчинам / Озимая рожь: селекция, семеноводство, технологии и переработка. Саратов: Изд-во Новый ветер, 2008. С. 120 – 125

10. Flamme W., Dill P., Jansen G., Roux G. Developing rye germplasm for alternative uses: Quality assessment methods and progress from selection // Beitrage zur Zuchtungsforschung. 1997. B. 3. H.1. S. 26 – 40.

11. Gunnarsson E. Bra livsmedelskvalitet i rag // Sver.Utsadesforen.Tidskr. 2000. Arg. 110. № 1. P. 59 – 66.

References

1. Brazhnikov P.N. Ishodnyj material dlja selekcii ozimoj rzhi v uslovijah severa Tomskoj oblasti // Dostizhenija nauki i tehniki APK. 2012. №5. S. 5 – 7

2. Goncharenko A.A. Sravnitel'naja ocenka sortov zernovyh kul'tur po vjazkosti vodnogo jekstrakta i strukture vodorastvorimyh pentozanov // Vestnik RASHN. 2007. №1. S. 58 – 61

3. Goncharenko A.A., Timoshhenko A.S. Struktura krahmal'nogo kompleksa zerna ozimoj rzhi i ego svjaz' s vjazkost'ju vodnogo jekstrakta // Zernofurazh Rossii. M.: Vseros. nauch.-issled. in-t kormov im. V.R. Vil'jamsa, 2009. S. 194 – 205.

4. Zhuchenko A.A. Perspektivy ispol'zovanija mirovyh rastitel'nyh resursov v selekcii. Geneticheskie osnovy selekcii // Bashkir. nauch.-issled. in-t sel. hoz-va. Ufa, 2008. S. 11 – 20

5. Kedrova L.I., Utkina E.I., Parfenova E.S., Ustjuzhanin I.A., Gribkov M.V. Genofond ozimoj rzhi dlja sozdanija sortov kormovogo napravlenija // Zernovoe hozjajstvo. 2007. №2. S. 24 – 25.

6. Lenkov D. Chto proishodit v «carstve rzhi» // Hleboprodukty. 2006. №7. S. 42 – 44.

7. Ponomareva M.L., Ponomarev S.N., Gil'mullina L.F., Haziev A.Z. Ocenka tehnologicheskogo potenciala sortov ozimoj rzhi: Materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakt. konf. «Proizvodstvo rastenievodcheskoj produkcii: rezervy snizhenija zatrat i povyshenija kachestva». Minsk, 2008. T. 2. S. 111 – 113.

8. Sazonova L.V. Rasshirenie areala i povyshenie urozhajnosti zernovyh kul'tur v Rossii v XX veke na osnove razvitija otechestvennoj selekcii // Sel'skohozjajstvennaja biologija. 2007. №5. S. 15 – 25.

9. Soloduhina O.V., Kobyljanskij V.D. Vozmozhnosti selekcii rzhi s dolgovremennoj ustojchivost'ju k buroj i steblevoj rzhavchinam / Ozimaja rozh': selekcija, semenovodstvo, tehnologii i pererabotka. Saratov: Izd-vo Novyj veter, 2008. S. 120 – 125

10. Flamme W., Dill P., Jansen G., Roux G. Developing rye germplasm for alternative uses: Quality assessment methods and progress from selection // Beitrage zur Zuchtungsforschung. 1997. B. 3. H.1. S. 26 – 40.

11. Gunnarsson E. Bra livsmedelskvalitet i rag // Sver.Utsadesforen.Tidskr. 2000. Arg. 110. № 1. R. 59 – 6

Ponomareva M.L., Doctor of Biological Sciences (Advanced Doctor), Professor, Chief Research Officer,
Ponomarev S.N., Doctor of Biological Sciences (Advanced Doctor), Chief Research Officer,
Mannapova G.S., Candidate of Agricultural Sciences (Ph.D.), Senior Research Officer,
Federal State-Funded Institution of Science «Tatar Scientific Research Institute of Agriculture»

THE VALUE OF THE GENETIC RESOURCES OF WINTER RYE AND THEIR ESTIMATION METHODS MULTIVARIATE ANALYSIS

Abstract: to effectively create competitive varieties, it is necessary to have a genetically diverse and qualitatively new source material. Methods of multivariate analysis give a more objective characterization of the investigated varieties and it is important to use them at the stage of planning the system of crosses in the breeding program. The experiments were performed in 2001-2015 in FSBI "Tatar research Institute of agriculture", located in the Predkam zone of Tatarstan Republic. The object of the study was 72 samples from the VIR world collection, multiresistant donors to fungal diseases, local selection forms. As a result of the analysis of the dendrogram of the source material, 12 clusters were selected for 17 selectable features, represented by a different number of samples (from 1 to 16). The results of the use of collection sources in hybridization by the intercluster principle are presented. The best clusters of winter rye are identified (№1, №6, №8, №10), which should be included in the selection for productivity and adaptability, as well as for expanding biodiversity and assortment of the gene pool in the Middle Volga region and adjacent areas.

Keywords: winter rye, genetic resources, sample, sign, cluster analysis, breeding program

Постников Д.А., доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
Постников А.Н., доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
РГАУ МСХА им. К.А. Тимирязева,
Лошаков В.Г., доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
ФГБНУ «ВНИИ агрохимии»,
Темирбекова С.К., доктор биологических наук, профессор,
ФГБНУ – ВНИИФ

СТРАТЕГИЯ И ТАКТИКА В ПРИНЯТИИ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ДЛЯ НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ

Аннотация: в статье авторы приводят результаты полевых опытов, по использованию биологических регуляторов роста при возделывании картофеля. Показано, что применение препарата Циркон положительно влияет на увеличение массы листьев картофеля (+26%), урожая клубней (+45%).

Рассмотрена схема отбора клубней картофеля по удельной массе в зависимости от плотности. При сортировке в солевом растворе существенно возрастает урожай картофеля за счет получения на выходе высококачественного посадочного материала.

Большое внимание уделено применению такого экологического приема как сидерация, представлены схемы севооборотов с классическими и перспективными сидеральными культурами.

В заключении авторы отмечают, что необходим научно-обоснованный подход в выборе рассмотренных приемов.

Ключевые слова: сидераты, севооборот, картофель, Циркон

Введение

В основу альтернативного (экологического) земледелия входит задача сократить до минимума внешнее воздействие на агроэкосистему, создать правильные предпосылки для использования ее собственного биопотенциала при сбалансированном использовании имеющихся всех средств и методов в системе сельскохозяйственного производства.

Необходимо подчеркнуть, что традиционная система земледелия в настоящее время перегружена массированным использованием всех факторов интенсификации сельскохозяйственного производства и это, несомненно, ведет к усилению противоречий по экологической стратегии развития агросферы между разумным, ресурсосберегающим типом хозяйствования и интенсивным земледелием, которое доминирует в структуре обработки земель сельскохозяйственного назначения и использования других ресурсов биосферы [1].

В западных странах альтернативное (экологическое) земледелие получило название «сельское хозяйство выживания». В 1972 г. в Версале (Франция) была создана Международная организация органического земледелия (IFOAM). В настоящее время действует система базисных стандартов ИФОАМ. Базисные стандарты отражают современный уровень экологического производства и переработки. Фактически стандарты обновляются в соответствии с развитием экологического сельского хозяйства во всем мире.

Материал и методика

Полевые опыты проводили при выращивании картофеля на дерново-подзолистой почве. В опытах изучали действие Циркона (д.в. Гидроксикоричная кислота). Класс опасности: 3В/3. Исходная концентрация препарата – 1мл/10 л, расход рабочего раствора для обработки клубней составил 10 л/т.

Исследования проводили на полевой опытной станции РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. Использовали ранний сорт картофеля Удача. Закладка вариантов методом рендомизированных повторений. Площадь делянки 25 $м^2$. Почва по гранулометрическому составу среднесуглинистая, содержание гумуса по Тюрину – 2,4%, pH – 5,8. Содержание азота -57мг/кг, фосфора подвижного - 165мг/кг, обменного калия – 90мг/кг [2].

Также полевые опыты проводили на участке станции защиты растений – РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. Почва опытного участка дерново-подзолистая, $pH_{сол}$ – 5,7, K_2O -20мг/100г, P_2O – 19мг/100г, мощность $A_{пах}$ -18-20см.

Сравнительную агроэкологическую оценку применения традиционных и перспективных сидеральных культур проводили в полевых условиях на землях ГНУ ВСТИСП (бывш. МО ВИР). Почва опытного участка – дерново-подзолистая, среднесуглинистая, среднеокультуренная. По почвенному профилю хорошо выражен подзолистый горизонт, подстилающая порода –моренный суглинок. Эрозионные процессы выражены слабо. $A_{пах}$-20-22см, содержание гумуса – 1,4%, фосфора и калия по Кирсанову в модификации ЦИНАО, ГОСТ

26207-84 – 210-224 и 170-193 мг/кг соответственно, $pH_{сол}$ -5,7, предшествующая культура – многолетние травы [3], технология общепринятая.

В опытах использовали сорта картофеля – Удача, Невский, горчицы белой – Рапсодия, сафлора – Шифо, люпина узколистного –Ладный.

Результаты и обсуждение

При возделывании картофеля можно с успехом применять препарат Циркон. Этот регулятор роста способствует более мощному развитию растений, улучшает адаптационные свойства картофеля к воздействию абиотических факторов. Предпосадочная обработка клубней картофеля регулятором роста Циркон способствовала усилению роста надземной части растений картофеля.

Следует отметить, что даже в условиях недостаточной обеспеченности влагой опытных растений (2007 год, полевая опытная станция МСХА имени К.А. Тимирязева) масса ботвы в варианте с применением Циркона превышала контроль на 26%, это объясняется тем, что в засушливые годы препарат, проникая в ткани растений снижает активность транспирации с площади ассимилирующей поверхности на 50% (табл. 1).

В отношении экологического значения данного препарата необходимо пояснить, что Циркон как природный регулятор, несомненно, является элементом технологического обеспечения развития агроэкологических подходов в сельском хозяйстве.

Препарат в используемых концентрациях полностью безопасен для человека, не наносит вред окружающей среде, не накапливается в различных компонентах биосферного комплекса. Использование подобных препаратов биологического происхождения позволит в сельскохозяйственных организациях снизить затраты на применение удобрений, посредством уменьшения вносимых доз, поскольку Циркон позволяет реализовать скрытый потенциал растения по продуктивности, что с агроэкологической точки зрения, несомненно является желаемым результатом и полученный эффект обеспечит высокую результативность каждого сорта вне зависимости от группы спелости. Следует отметить, что раскрытие потенциальных возможностей сорта у картофеля – важнейшая задача отраслевого картофелеводства, но которую надо решать, используя, заложенный потенциал в процессе селекционной работы.

Таблица 1

Влияние предпосевной сортировки клубней и применение Циркона на урожайность и качество клубней картофеля

Вариант опыта	Урожайность клубней		Содержание сухого вещества, %	Содержание крахмала, %
	т/га	прибавка к контролю, т/га		
2007 год				
Контроль (клубни, обработанные водой)	26,7	-	*20,1*	*12,8*
Циркон (обработка клубней перед посадкой)	31,1	4,4	*20,0*	*12,7*
Циркон (обработка клубней перед посадкой и растений в фазу начала бутонизации)	36,3	9,6	*18,4*	*11,2*
2008 год				
Контроль -(клубни, обработанные водой)	37,0	-	*18,6*	*11,3*
Циркон (обработка клубней перед посадкой)	45,3	8,3	*18,5*	*11,2*
Циркон (обработка клубней перед посадкой и растений в фазу начала бутонизации)	45,2	8,2	*18,3*	*11,0*

В 2008 году (высокая обеспеченность влагой) прирост массы ботвы составлял уже 14%, площадь ассимилирующей поверхности была на уровне контроля.

Изучение структуры урожая картофеля показало, что, как в 2007 году, так и в 2008 году наблюдалось повышение (на 12,5-18,4%) содержания самой крупной фракции клубней (табл. 2).

Обработка препаратом только клубней картофеля позволяет управлять продукционным процессом формирования клубней нового урожая, при этом возрастает количество клубней крупной фракции и снижается доля клубней средней фракции, но появляется тенденция к увеличению доли клубней фракции 30-50 г. Обработка клубней и взрослых растений в фазу бутонизации позволяет сформировать растениям желаемую структуру урожая, которая с агрономической точки зрения наиболее целесообразна и экономически выгодна при выращивании продовольственного картофеля.

Также важно заметить, что при обработке только посадочного материала картофеля снижается выход клубней мелких фракций – до 30 г и фракции 30-50 г.

Таблица 2

Влияние предпосевной сортировки клубней и регулятора роста Циркон на фракционный состав клубней

Фракционный состав клубней								
Вариант опыта	2007 год				2008 год			
	Фракционный состав клубней, %				Фракционный состав клубней, %			
	<30	30-50	50-80	>80	<30	30 -50	50-80	>80
Контроль (клубни обработанные водой)	35,5	7,5	14,0	43,0	10,0	21,6	18,0	50,4
Циркон (обработка клубней перед посадкой)	25,5	11,1	7,8	55,6	9,8	9,7	17,4	63,1
Циркон (обработка клубней перед посадкой и в фазу начала бутонизации	30.0	6,4	9,1	54,5	11,5	7,5	12,2	68,8

Перспективным и эффективным приемом в частном и промышленном картофелеводстве несомненно является способ отбора посадочных клубней по плотности в солевых растворах.

Для погружения партии картофеля в раствор в условиях ЛПХ прекрасно зарекомендовали себя сетчатые подъёмники, изготовленные в виде обычных носилок с рабочей глубиной 60-80 см, т.е. для процесса сортировки необходимо две ёмкости – одна с раствором мочевины, другая с чистой водой и носилки с сетчатым фартуком – основанием.

Планирование ожидаемой высокой продуктивности при возделывании картофеля начинается с очень важного технологического приема, которым является предпосадочная ручная переборка семенного материала. Этот этап значительно облегчается, если использовать отбор клубней картофеля по удельной массе в солевых растворах, основанный на том, что больные клубни содержат меньше сухого вещества, чем здоровые. В результате всплывания клубней картофеля с меньшей плотностью (пораженные, поврежденные, не вызревшие) удается отбраковать клубни со скрытой инфекцией, поражённые альтернариозом, чёрной ножкой, кольцевой гнилью, фитофторозом, сухой гнилью, фомозом, вирусными болезнями, находящимися в латентной форме, поврежденные проволочником и нематодами, пустотелые и физиологически не вызревшие клубни.

При использовании данного приема повышается полевая всхожесть, увеличивается общая и товарная урожайность нового урожая (до 50-80%), и выход клубней семенной фракции при соответствующей густоте посадки (табл. 3).

После обработки в мочевине в клубнях ускоряются физиологические процессы, поэтому механизированную посадку следует проводить только с использованием сажалок, рекомендованных для яровизированного картофеля в течение 4...6 дней, чтобы не травмировать молодые ростки маточного клубня.

Таблица 3

Результаты учета биологического урожая и его структура при разных способах подготовки семенного материала (сорт Невский) Станция защиты растений, РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева

Вариант	Масса клубней, г/куст	Число клубней, т./куст	В том числе по фракциям, шт.		
			Массой менее 30 г	30-80	Массой более 80г
1. (ручная переборка)	530,3	10,9	2,1	2,8	6,0
2. Сортировка в солевом растворе	845,2	13,5	1,9	3,5	8,1

Для приготовления рабочего раствора лучше всего использовать мочевину.

Удобрение быстро растворяется в воде, не вызывает солевых ожогов клубней. Необходимую плотность рабочего раствора подбирают по шкале ареометра. Если плотность рабочего раствора мочевины находится в интервале 1,05...1,07 г/см^3, то дополнительной отмывки клубней не требуется.

Для семеноводческих посадок необходима браковка в растворе с увеличенной плотностью 1,080... 1,1 г/см^3, после первого этапа сортировки клубни обязательно погружают на 10-20 секунд в промывочную ванну с чистой водой.

Принцип действия полной технологической схемы показан на рис. 1.

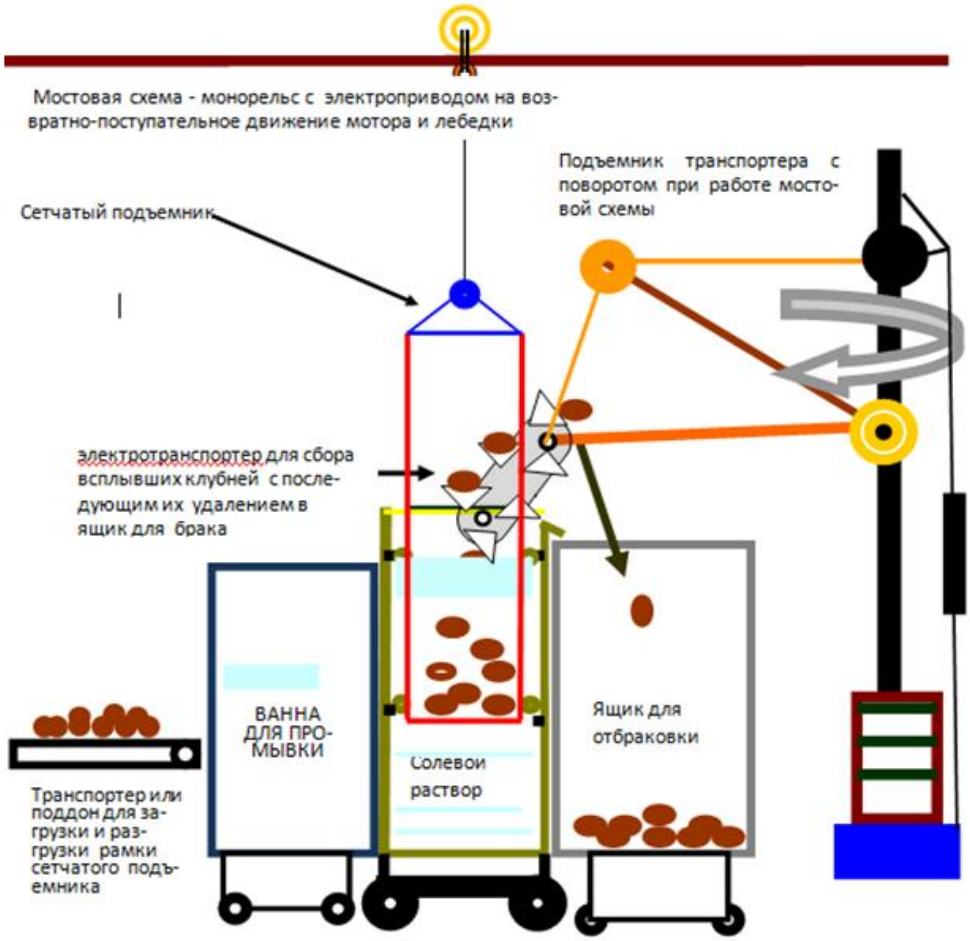


Рис. 1. Принципиальная схема сортировки клубней по плотности (доработанная авторская версия, 2017 г).

Всплывшие больные клубни удаляют вручную и складывают в специальную тару. При больших объёмах подготовки партий семенного материала картофеля (свыше 30 тонн) можно использовать специально изготовленные стационарные сортировальные комплексы, изображенные на рис. 1.

При сортировке семенного картофеля по удельной массе малых партий – от 4 до 20 тонн сортировку можно проводить с использованием обычных ванн или кормораздаточных тележек, применяемых на фермах.

В условиях производства после сортировки клубни следует обработать стимуляторами (регуляторы роста) типа Циркон, Эпин -Экстра по инструкции.

Несомненно, важным агроэкологическим приемом является сидерация. Следует отметить, что растения – фитомелиоранты обладают большим потенциалом, реализовав который мы можем фактически управлять процессами, направленными на улучшение и сохранение плодородных свойств почвы.

Исследованиями авторов установлено, что использование горчицы белой в качестве сидеральной и фитосанитарной культуры наиболее результативно после уборки основной культуры в период до 1-2 декады августа.

На сидерат следует использовать горчицу белую, фацелию, люпин узколистный, донник, сурепицу, редьку масличную, рапс, амарант.

При полной сидерации люпина узколистного в почву возвращается и дополнительно поступает до 140 кг азота, что позволяет сохранять положительный баланс этого элемента после уборки основной культуры. Отмечается также положительная динамика по содержанию доступного фосфора в пахотном слое.

В пересчете на P2O5 запашка всей зелёной массы сафлора в среднем соответствует возвращению в почву до 40 кг/га.

Для достижения сроков запашки сидеральной культуры необходимо 35-45 дней, поэтому заделка может быть произведена в начале октября или в третьей декаде сентября в условиях южной части Московской области или других районах, близких по климатическим характеристикам к данной зоне.

Использование люпина узколистного и сафлора с экономической точки зрения, несомненно, выгодно в хозяйствах, которые производят семена данных культур.

Следует отметить, что сидерация применяется даже в условиях крайнего Севера – в центральной Якутии. По данным, приведенным в монографии Попова Н.Т. и Николаевой Ф.В. [4] отмечено, что при использовании донника на сидерат в почву дополнительно поступает и возвращается до 100 кг азота, а фосфора и калия 39,4 и 46,8 кг/га соответственно.

Таким образом, фитомелиорацию необходимо рассматривать, как необходимую часть в базовой основе системы современного земледелия, без которой в сложившейся ситуации невозможно успешное развитие агросферы с одной стороны и создание элементов технологий с оптимизированными энергозатратами – с другой.

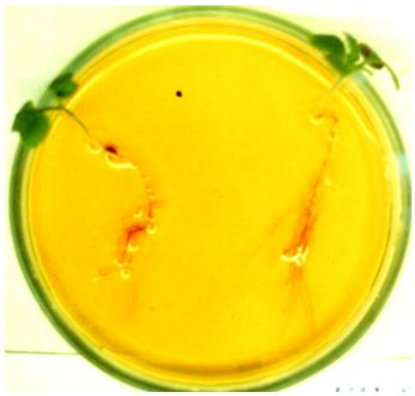


Рис. 2. Выделение монокарбоновых органических кислот (красное окрашивание) растениями горчицы белой в условиях искусственно созданного стресса (фосфорный голод)

Горчица белая является фитосанитарной культурой и на рис. 2 показана тест-реакция окрашенной зоны выделения органических кислот. Именно эти кислоты (лимонная, яблочная, фумаровая и др.) попадая в почву, способствуют снижению жизнестойкости семян однолетних сорняков, личинок насекомых, цист нематод, а увлажняя микроагрегаты почвенной структуры переводят прочносвязанные фосфаты в мобильные формы фосфора.

Как писал в первой трети двадцатого века знаменитый отечественный ученый арохимик Д.Н. Прянишников «Зеленое удобрение в качестве одного из элементов системы удобрения должно стать весьма мощным средством поднятия урожаев и повышения плодородия почв» [5].

Рис. 3. Цветение горчицы белой на поле при возделывании на сидерат

Использование сафлора также будет оправдано, если при сидерации получают дополнительный продукт – семена, мед, в противном случае необходимо понимать, что для этих культур вегетационный период составляет 90-115 дней и фактически участок с таким севооборотом будет существенно увеличивать затраты в год выращивания люпина узколистного или сафлора.

Возделывание этих культур – это путь к увеличению биоразнообразия в агросистемах, а следовательно к расширению элементов функциональной целостности агроценоза. Также следует уточнить, что сафлор для нашей зоны является интродуцентом, а в условиях меняющегося климата это дополнительная возможность получать в хозяйствах сафлоровое масло, мед, восстанавли-

вать и сохранять показатели почвенного плодородия.

Урожай горчицы белой, люпина узколистного и сафлора в пересчете на сухую надземную массу в условиях Московской области составляет: 2,9; 4,9 и 8,5 т/га соответственно.

Исходя из принципа широкой экологизации земледелия и внедрения севооборотов, имеющих агроэкологическую направленность авторы считают, что классические схемы чередования культур с использованием сидератов для Нечерноземной зоны могут быть основаны на использовании четырехпольных и пятипольных ротационных табл. 4 и 5.

Таблица 4

Ротационная таблица к четырехпольному севообороту

годы	НОМЕР ПОЛЯ				
	I	**II**	**III**	**IV**	**ПРИМЕЧАНИЯ**
1. 2017	УРАВНИТЕЛЬНЫЙ ПОСЕВ (горчица белая)- скашивание и заделка в фазе полного цветения				
2. 2018	Картофель ранний	Озимая пшеница	фацелия	ячмень+ горчица белая	В зависимости от специализации хозяйства фацелию можно заменить на люпин узколистный
3. 2019	Озимая пшеница	фацелия	ячмень+ горчица белая	Картофель ранний	
4. 2020	фацелия	ячмень+ горчица белая	Картофель ранний	Озимая пшеница	
5. 2021	Ячмень+ горчица белая	Картофель ранний	Озимая пшеница	фацелия	
6. 2022	Картофель ранний	Озимая пшеница	фацелия	ячмень+ горчица белая	

По сущности фитомелиорация в сельскохозяйственном производстве основывается на использовании в системе севооборотов растений, которые, обладая рядом ценных свойств, обеспечивают решение экологических, агрохимических, фитосанитарных и других задач в альтернативных и традиционных сельскохозяйственных предприятиях [6, 7]. Подбор сидератов необходимо осуществлять в зависимости от сложности мезорельефа агроландшафта, местных особенностей условий вегетационного периода, агрохимических показателей пахотного слоя, сложившейся системы земледелия и планируемых урожаев основных культур.

При использовании пятипольной схемы ротации культур в условиях Нечерноземной зоны применима следующая схема, изображенная в табл. 5.

Таблица 5

Ротационная таблица пятипольного севооборота

Картофель – пар занятый (люпин узколистный) – оз. Пшеница – ячмень – мн.травы

годы	НОМЕР ПОЛЯ					
	I	II	III	IV	V	ПРИМЕЧАНИЯ
1. 2017	УРАВНИТЕЛЬНЫЙ ПОСЕВ (вико-овсяная смесь) Посев озимой пшеницы подсев мн. трав весной					
2. 2018	картофель	Пар занятый – Люпин узколистный	Озимая пшеница	ячмень	Мн. травы 1 года	В случае отсутствия необходимости уравнительно посева, посев многолетних трав проводят ранней весной.
3. 2019	Люпин узколистный	Озимая пшеница	ячмень	Мн.травы 1 года	Мн.травы 2 года	
4. 2020	Озимая пшеница	ячмень	мн. травы 1 года	Мн.травы 2 года	картофель	
5. 2021	ячмень	мн.травы 1 года	мн. травы 2 года	картофель	Люпин узколистный	
6. 2022	мн. травы 1 года	мн.травы 2 года	картофель	Люпин узколистный	Озимая пшеница	

Продолжение таблицы 5

7. 2023	мн.травы 2 года	картофель	Люпин узколистный	Оз. пшеница	ячмень	
8. 2024	картофель	Люпин узколистный	Оз. пшеница	ячмень	Мн. травы 1 года	
9. 2025	Люпин узколистный	Оз. пшеница	ячмень	Мн.травы 1 года	Мн. травы 2 года	
10. 2026	Оз. пшеница	ячмень	Мн.травы 1 года	Мн. травы 2 года	картофель	

Например, сафлор великолепно проявил себя как фитомелиорант на почвах, где в летний период может ощущаться дефицит влаги или по причине вертикальной миграции по профилю произошло вымывание солевых ионов основных питательных элементов (вносимых в предыдущие периоды) в более глубокие слои и в этом случае сафлор с его мощной стержневой корневой системой позволит вернуть в пахотный слой нереализованный потенциал затрат на агрохимию. Люпин узколистный позволит удержать положительный баланс по азоту. Таким образом в системе земледелия решение о использовании сидератов может быть комплексным, многоцелевым и долговременным.

Выбор определенного севооборота зависит от сложившегося типа землепользования, специализации и степени экологизации сельскохозяйственного предприятия, целей и задач, которые должны быть реализованы при использовании таких севооборотов.

Резюмируя все вышеизложенное, следует отметить, что необходим научно-производственный подход к внедрению рассмотренных приемов в традиционных и альтернативных сельскохозяйственных организациях.

Литература

1. Постников Д.А., Постников Д.А., Темирбекова С.К.Агроэкологические приемы в системе альтернативного земледелия / Фундаментальные и прикладные исследования в биоорганическом сельском хозяйстве России, СНГ и ЕС. Международная научно-практическая конференция (9-12 августа 2016 года). М., 2016. Т. 2. С. 419 – 431.

2. Постников А.Н., Осетрова О.Б. Влияние циркона на урожайность и качество клубней раннего сорта картофеля Удача в условиях Московской области/природный регулятор Циркон. Применение в сельском хозяйстве. Сборник научных трудов. Москва.: «НЭСТ М», 2010. С. 50 – 57.

3. Постников Д.А., Темирбекова С.К., Лошаков В.Г., Норов М.С., Курило А.А. Сравнительная агроэкологическая оценка применения традиционных и перспективных сидеральных культур в условиях Московской области // Достижения науки и техники АПК.2014. №8. С. 39 – 43

4. Попов Н.Т., Николаева Ф.В. Приемы использования сидеральных удобрений при возделывании кормовых культур на богаре в условиях Центральной Якутии. Якутск.: ГНУ ЯНИИСХ. 2013. 98 с.

5. Прянишников Д.Н. Избранные сочинения в 3 томах. М.:Сельхозгиз. Энциклопедический формат. 1965. 2096 с.

6. Лошаков В.Г. Севооборот и плодородие почвы. М.: ВНИИА, 2012. 512 с.

7. Лошаков В.Г. Зеленые удобрения в земледелии России / Под ред. Сычева В.Г. М.: ВНИИА, 2015. 300 с.

References

1. Postnikov D.A., Postnikov D.A., Temirbekova S.K.Agrojekologicheskie priemy v sisteme al'ternativnogo zemledelija / Fundamental'nye i prikladnye issledovanija v bioorganicheskom sel'skom hozjajstve Rossii, SNG i ES. Mezhdunarodnaja nauchno-prakticheskaja konferencija (9-12 avgusta 2016 goda). M., 2016. T. 2. S. 419 – 431.

2. Postnikov A.N., Osetrova O.B. Vlijanie cirkona na urozhajnost' i kachestvo klubnej rannego sorta kartofelja Udacha v uslovijah Moskovskoj oblasti/prirodnyj reguljator Cirkon. Primenenie v sel'skom hozjajstve. Sbornik nauchnyh trudov. Moskva.: «NJeST M», 2010. S. 50 – 57.

3. Postnikov D.A., Temirbekova S.K., Loshakov V.G., Norov M.S., Kurilo A.A. Sravnitel'naja agrojekologicheskaja ocenka primenenija tradicionnyh i perspektivnyh sideral'nyh kul'tur v uslovijah Moskovskoj oblasti // Dostizhenija nauki i tehniki APK.2014. №8. S. 39 – 43

4. Popov N.T., Nikolaeva F.V. Priemy ispol'zovanija sideral'nyh udobrenij pri vozdelyvanii kormovyh kul'tur na bogare v uslovijah Central'noj Jakutii. Jakutsk.: GNU JaNIISH. 2013. 98 s.

5. Prjanishnikov D.N. Izbrannye sochinenija v 3 tomah. M.:Sel'hozgiz. Jenciklopedicheskij format. 1965. 2096 s.
6. Loshakov V.G. Sevooborot i plodorodie pochvy. M.: VNIIA, 2012. 512 s.
7. Loshakov V.G. Zelenye udobrenija v zemledelii Rossii / Pod red. Sycheva V.G. M.: VNIIA, 2015. 300 s.

Postnikov D.A., Doctor of Agricultural Sciences (Advanced Doctor), Professor,
Postnikov A.N., Doctor of Agricultural Sciences (Advanced Doctor), Professor,
Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy,
Loshakov V.G., Doctor of Agricultural Sciences (Advanced Doctor), Professor,
All-Russian Research Institute of Agriculture,
Chemistry named after D.N. Pryanishnikov of Russian Academy Science,
Temirbekova S.K., Doctor of Biological Sciences (Advanced Doctor), Professor,
All- Russian Research Institute of Rhytopathology of Russian Academy of Science

STRATEGY AND TACTICS IN THE ADOPTION OF AGROECOLOGICAL SOLUTIONS FOR THE NON-CHERNOZEM ZONE

Abstract: in the article the authors present the results of field experiments on the use of biological growth regulators in the cultivation of potatoes. It is shown that the use of the drug Zircon has a positive effect on the increase of weight of potato leaves (+26%), tubers (+45%).

The scheme of selection of tubers on mass depending on density. When you sort in a saline solution significantly increases the yield of potatoes by receiving the output of high quality planting material.

Great attention is paid to the application of the environmental technique as green manuring, the crop rotation scheme with classic and prospective green manure crops.

In conclusion, the authors note that the necessary science-based approach in the selection of the considered methods depending on the goals and challenges facing the specific agricultural enterprise.

Keywords: green manure, crop rotation, potatoes, Zircon

Пугачев Г.Н., кандидат сельскохозяйственных наук,
Кузин А.И., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,
Федеральный научный центр им. И.В. Мичурина,
Мичуринский государственный аграрный университет

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ ЯБЛОНИ В ИЗМЕНЯЮЩИХСЯ ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

Аннотация: исследования проводили в 2012-2016 гг. в условиях экспериментального сада ФНЦ им. И.В. Мичурина, а также в производственных насаждениях хозяйств ОАО «Агроном-сад» (Липецкая обл.) и АО «Дубовое» (Тамбовская обл.). Целью исследований было изучение влияния капельного орошения на некоторые физические свойства почвы и баланса легкогидролизуемого азота. В результате исследований определено влияние капельного орошения на гранулометрический состав, содержание гумуса, содержание легкогидролизуемого азота в почве. Также было установлено влияние капельного орошения на структурность и водопрочность почвы и содержание агрономически ценных агрегатов. Особо подчеркнута роль задернения бобовыми травами. Показана значимость фертигации (внесение удобрений с поливной водой) для снижения нормы внесения азотных удобрений в интенсивном саду.

Ключевые слова: капельное орошение, гранулометрический состав почвы, гумус, легкогидролизуемый азот, структура почвы

Введение. Анализ погодных условий, проведённый за последние 60 лет подтвердил факт потепления климата уже в начале 90-х годов в ЦЧР. Так, по отношению 50-60-х годов среднегодовая температура воздуха повысилась на 1,2ºС, а в 2000-е годы – на 1,9ºС, при этом относительная влажность воздуха снизилась, соответственно, на 3,0 и 2,5%. Это привело к увеличению иссушающей способности или испаряемости на 170%. Статистически достоверно они начали изменяться раньше. Так, температура воздуха с 1975 г., относительная влажность с 1982 г. и испаряемость с 1970г (Хаустович, Пугачев, 2013). Также глобальное потепление может оказывать негативное влияние на изменение физико-химических свойств почвы, что может приводить к снижению продуктивности сельскохозяйственных культур (Karmakar et. al., 2016). Следовательно, в сложившихся экологических условиях необходимо орошение, которое невозможно в интенсивном саду без задернения почвы. Это, несомненно, оказывает влияние и на фертигиацию (внесение удобрений с поливной водой), в особенности азотными удобрениями. При этом необходимо учитывать влияние орошения на физические свойства почвы и её гумусированность.

Методика. Почвенные исследования были выполнены в интенсивных насаждениях с капельным орошением в ООО «Агроном-сад» (Липецкая область), тип почвы – темно-серая лесная и в ОАО «Дубовое» (Тамбовская область), тип почвы - лугово-черноземная выщелоченная среднемощная тяжелосуглинистая на покровном карбонатном суглинке. Лабораторные анализы проведены в лаборатории агрохимии ФНЦ им. И. В. Мичурина и в Елецком ГУ им. И.А. Бунина. В качестве контроля выполнялись разрезы на участках сада, где не проводилось капельное орошение. Почвенные разрезы для изучения влияния капельного орошения выполняли на участках где капельное орошение в оросительной норме 350-500 м^3 осуществлялось с 2010 г. Разрезы выполнены в конце вегетации 2015 г.

Опыт с задернением проводился в экспериментальном саду ФНЦ им. И. В. Мичурина 2013-2016 гг. Схема посадки – 4,5 × 2 м, год закладки 2007. Объекты исследований деревья сорта яблони Лобо/54-118. Повторность опыта четырёхкратная, деревья размещены блоками, размещение делянок систематическое, последовательное. Междурядья содержались под чёрным паром (контроль), под задернением бобовыми и злаковыми травами. Год посева трав – 2009.

Опыт с изучением влияния азотных удобрений в сочетании с капельным орошением проводили в экспериментальном саду ФНЦ им. И.В. Мичурина в 2013-2015 гг. Объекты исследований – деревья яблони сорта Жигулевское, привитые на подвой 62-396, сад 2007 г. посадки, схема 4,5 х 1 м, делянка включает 5 деревьев, повторность трехкратная. В качестве удобрения использовали аммиачную селитру. Удобрения вносили двумя способами – с заделкой в почву междурядий на глубину 10-15 см (N_{60}, N_{90}, N_{120}) и с поливной водой (N_{15}, N_{25}, N_{35}).

Плотность почвы определяли методом режущих цилиндров, плотность твёрдой фазы – пикнометрическим методом. Наименьшая влагоёмкость почв определялась методом гипсовых слепков и заливок площадок, агрегатный анализ (сухое и мокрое просеивание) – методом Н.И. Савинова [Ревут, 1964]. В соответствии с рассчитанным коэффициентом структурности (Кст) оценивалось

агрегатное состояние почв [Шеин, 2005]. Содержание легкогидролизуемого азота в почве определяли методом Къельдаля по И.В.Тюрину и М.М. Кононовой, содержание гумуса методом И.В. Тюрина. Математическую обработку результатов исследований осуществляли по методам, изложенным Б.А. Доспеховым [1985].

Результаты исследований. В ООО «Агроном-сад» в темно-серой лесной почве под воздействием капельного орошения в слое 0-20 см произошло значительное увеличение фракций крупной и мелкой пыли (табл. 1). В слое 41-60 см наблюдалось снижение фракции средней пыли.

Таблица 1

Влияние капельного орошения на гранулометрический состав почвы

Вариант	Содержание механических элементов, %							
	1-0,25 мм песок средний и крупный	0,25-0,05 мм песок мелкий	0,05-0,01 мм пыль крупная	0,01-0,005 мм пыль средняя	0,005-0,001 мм пыль мелкая	<0,001мм ил и кол-лоиды	>0,01 мм физиический песок	<0,01мм физии-ческая глина
ООО «Агроном-сад». Липецкая обл.								
Контр. 0-20	45,01	5,20	9,61	23,42	3,06	13,70	59,82	40,18
Конт. 21-40	48,83	8,07	6,90	17,0	3,0	16,20	63,8	36,20
Контр. 41-60	23,77	4,95	30,53	20,80	6,70	13,25	59,25	40,75
Капля 0-20	**27,21**	5,61	**29,63**	17,49	**6,85**	13,20	62,46	37,54
Капля 21-40	48,86	8,07	6,86	16,97	3,01	16,23	63,79	36,21
Капля 41-60	20,91	17,30	28,60	**8,75**	9,20	15,24	66,81	33,19
ООО «Дубовое». Тамбовская обл.								
Контр. 0-20	13,37	4,83	25,60	10,7	8,88	35,62	43,8	56,20
Контр. 21-40	45,4	5,15	9,45	22,95	3,05	14,0	60,0	40,0
Контр. 41-60	7,46	8,04	26,92	12,77	9,02	35,79	42,42	57,58
Капля 0-20	14,6	20,0	25,40	14,27	12,30	**13,43**	60,0	40,0
Капля 21-40	**20,76**	20,36	**23,40**	11,54	9,54	14,40	64,52	35,48
Капля 41-60	21,02	16,0	19,40	4,87	11,29	27,42	56,42	43,58

Наличие пылевидной фракции в некоторой степени препятствует снижению содержания гумуса в результате капельного орошения, поскольку содержание гуминовых веществ в тонкой пыли выше (Кузин и др., 2017). Это проявляется в слое 0-20 см почвы хозяйства «Агроном-сад». В более глубоких слоях содержание гумуса резко снижается под влиянием капельного орошения (таблица 2). Однако, не следует забывать о том, что повышение пылевидной фракции влечёт к снижению водопроницаемости, повышению способности почвы к набуханию и усадке, а также липкости [5]. Снижение содержания гумуса более существенно проявляется в тёмно-серой лесной почве хозяйства Агроном-сад, в отличие от лугово-черноземной выщелоченной среднемощной тяжелосуглинистой на покровном карбонатном суглинке ОАО «Дубовое». Следовательно, тип почвы оказывает существенное влияние на снижение потерь гумуса при капельном орошении.

Таблица 2

Содержание гумуса при капельном орошении

Слой, см	Агроном-сад		Дубовое	
	Орошение	Контроль	Орошение	Контроль
0-20	3,2	3,1	5,7	5,6
21-40	2,5	3,3	5,4	5,4
41-60	1,9	2,8	4,6	4,1
61-80	1,0	2,0	2,3	3,2

Несмотря на одинаковое содержание гумуса в слое 0-20 см всех изучаемых вариантов с орошением, возможно снижение содержания легкогидролизуемого азота при капельном поливе (таблица 3). Следует отметить, что в значительно большей степени содержание легкогидролизуемого азота снижалось в опытах на чернозёмовидной почве ОАО «Дубовое».

Таблица 3

Содержание легкогидролизуемого азота при капельном орошении, мг/кг

Слой, см	Агроном		Дубовое	
	Орошение	Контроль	Орошение	Контроль
0-20	132,3	169,1	74,6	247,7
21-40	117,9	190,0	117,9	218,8
41-60	132,3	174,6	45,8	218,8
61-80	146,7	161,1	89,0	233,2

Значительное снижение содержания ила под влиянием орошения произошло в слое 0-20 см почвы ОАО «Дубовое» (табл. 1). Это объясняется развитием процесса разрушения минеральной части чернозёмов. В ООО «Агроном-сад» почва позиционируется как тёмно-серая лесная, которой данный процесс не свойственен.

В обоих хозяйствах, где изучалось капельное орошение, произошло увеличение фракций крупного и среднего песка (1-0,25 мм) (таблица 1). Видимо, увеличение удельного веса данной фракции способствует снижению плотности почвы с 1,24-1,30 г/см^3 в контроле до 1,08-1,13 г/см^3 в вариантах с орошением, так как песок не уплотняется под механическим воздействием.

Применение капельного орошения наиболее остро ставит проблему баланса азота в почве. Азот один из наиболее подвижных элементов питания в почве, он легко вымывается, что может приводить к значительному снижению его содержания в доступных для растений формах, а так как он не входит в состав материнских пород, то его запасы необходимо пополнять за счет внесения удобрений. Глобальное потепление климата также вызывает увеличение выделения CO_2 из почвы и увеличивает минерализацию азота, что приводит к снижению его содержания в почве. (Niklińska, at al., 1999). Это подчеркивает необходимость регулярного применения азота в оптимальных нормах для поддержания его концентрации в почве.

В то же время как показывают данные наших опытов, применение удобрений значительно повышает продуктивность растений яблони (табл. 4).

Таблица 4

Влияние применения азотных удобрений различными способами на урожайность яблони Жигулевское/62-396

Варианты	Способы внесения удобрений	2013	2014	2015	Средняя урожайность
Контроль 1 (без внесения удобрений и орошения)	-	154,7	237	388,8	260,2
Контроль 2 (без внесения удобрений)		227,3	256,5	402,4	295,4
N_{60}	С заделкой на глубину 10-15 см	162,4	238,9	391,2	264,2
N_{90}		187,5	251,5	409,6	282,9
N_{120}		227,7	284,5	438,8	317
N_{15}	Фертигация	194,9	286,7	405,8	295,8
N_{25}		225	301,8	419,1	315,3
N_{35}		243,2	321,4	394,8	319,8
$НСР_{05}$		*21,5*	*25,0*	*39,3*	*22,4*

Но применение удобрений в сочетании с поливной водой (фертигация) при сопоставимом влиянии на продуктивность позволяет очень существенно снизить норму применяемых удобрений. Это чрезвычайно важно с точки зрения снижения негативного влияния избыточного внесения удобрений на окружающую среду и снижает риски повышения концентрации вредных веществ в плодах

Литературные данные о подкислении почвы, снижении содержания гумуса и элементов минерального питания в результате длительного капельного полива подтверждаются в наших исследованиях. Однако в отношении некоторых водно-

физических свойств прослеживается тенденция в сторону улучшения.

Структурный анализ почвы свидетельствует о том, что при капельном орошении повышается коэффициент структурности почти в 2,5 раза и содержание агрономически ценных агрегатов в среднем на 20,1 абсолютных процента в слое 20-40 см (таблица 5). Улучшение структурного состояния почвы можно объяснить исходным его уровнем. Так, по данным В.А.Дидур и др. [6] при «отличном» исходном структурном состоянии почвы в результате капельного орошения оно ухудшается на 50%, а при «неудовлетворительном» происходит улучшение на 45%. В контроле структурное состояние почвы по градации Н.И. Саввинова оценивается как «неудовлетворительное», и при капельном орошении переходит в градацию «удовлетворительное».

Таблица 5

Изменение коэффициента структурности, водопрочности и содержания агрономически ценных агрегатов при капельном орошении

Вариант, слой (см)	Коэффициент Структурности (Кст)	Содержание агрономически ценных агрегатов (%)	Коэффициент водопрочности
ООО «Агроном-сад». Липецкая обл.			
Контроль, 0-20	0,53	34,83	4,34
Контроль, 21-40	**0,55**	**35,77**	8,45
Контроль, 41-60	1,80	64,18	9,02
Орошение, 0-20	0,57	36,20	4,34
Орошение, 21-40	**0,89**	**47,08**	8,83
Орошение, 41-60	1,87	65,20	10,31
ОАО «Дубовое». Тамбовская обл.			
Контроль, 0-20	0,62	38,40	4,42
Контроль, 21-40	**0,48**	**32,67**	12,61
Контроль, 41-60	1,85	64,93	9,71
Орошение, 0-20	0,62	38,40	6,03
Орошение, 21-40	**1,16**	**53,66**	10,94
Орошение, 41-60	2,19	68,64	10,35

Коэффициент водопрочности несущественно отличается от контроля, но улучшение структуры наблюдается в виде перехода призмовидной в комковатую структуру (рис. 1).

Рис. 1. Изменение структуры почвы под влиянием капельного орошения

Таким образом, применение капельного орошения приводит к снижению содержания гумуса. Поэтому необходимо следить за содержанием органического вещества в почве и при необходимости вносить локально в почву перегной, а также заблаговременно применять органические удобрения перед посадкой сада при низком содержании гумуса с учётом прогнозируемого его снижения в результате капельного орошения. Учитывая возможное негативное влияние капельного орошения на физические свойства почвы, необходимо определять исходный уровень структурного состояния и осуществлять постоянный мониторинг за данным показателем. Особое внимание уделять наблюдению за влиянием капельного орошения в первую очередь на черноземных почвах.

Современный интенсивный сад невозможен без задернения междурядий. Нами установлено, что

задернение значительным образом улучшает водно-физические свойства почвы. Значительное преобладание фракции 3-1 мм в подпахотном горизонте почвы, задернённой клевером, обусловило максимальное содержание в данном варианте агрегатов больше 0,25 мм (73,2%) и больше 1 мм (10,7%) (табл. 6). Наибольшее содержание данных фракций отмечено в пахотном горизонте при задернении злаковыми травами (61,07 и 9,58 % соответственно). Следовательно, бобовые увеличивают водопрочность слоя 30-60, а злаковые – верхнего (пахотного) горизонта.

Таблица 6

Результаты агрегатного анализа почвы междурядий сада яблони при задернении (мокрое просеивание), %

Вариант	Слой, см	Размеры фракций, мм							
		> 5	5 … 3	3 … 1	1 … 0,5	0,5 … 0,25	< 0,25	> 0,25	> 1 мм
Задернение клевером	0-30	2,69	0,31	3,77	30,70	17,14	45,39	54,61	6,77
	30-60	0,00	0,13	10,61	36,89	25,55	26,82	73,18	10,74
Задернение злаковыми	0-30	3,53	0,29	5,76	37,53	13,96	38,93	61,07	9,58
	30-60	0,00	0,14	7,45	35,78	15,24	41,39	58,61	7,59
Контроль (без задернения)	0-30	0,17	0,36	2,92	27,63	22,77	46,15	53,85	3,45
	30-60	0,00	0,00	2,95	43,66	19,80	33,59	66,41	2,95

Это объясняется сосредоточением корневой системы трав. У злаков корневая система мочковатого типа, сосредоточенная в верхних горизонтах почвы; у бобовых – стержневая, более глубоко проникающая. Наиболее важную роль здесь выполняют бобовые травы, так как оструктурить почвы в подпахотном слое агрономически более важно для плодовых растений и более энергозатратно.

Задернение бобовыми травами повышает наименьшую влагоёмкость и коэффициент водопрочности подпахотного горизонта, а злаковыми – пахотного. В целом по корнеобитаемому горизонту яблони на карликовом подвое задернение повышает величину Кв более, чем в два раза (табл. 7).

Таблица 7

Влияние задернения на коэффициент водопрочности почвенных агрегатов

Вариант	Слой, см	Коэффициент водопрочности (Кв)	
Задернение бобовыми	0-30	7,4	9,9
	30-60	12,4	
Задернение злаковыми	0-30	10,5	9,5
	30-60	8,4	
Контроль (без задернения)	0-30	4,8	4,0
	30-60	3,1	

Улучшение в целом агрофизических свойств при задернении влияет на её гумусированность, повышая содержание органического вещества, особенно при использовании бобовых трав (табл. 8).

Таблица 8

Физические и водно-физические свойства почвы при задернении

Показатели	Задернение бобовыми		Задернение злаковыми		Контроль (без задернения)	
	0-30 см	30-60 см	0-30 см	30-60 см	0-30 см	30-60 см
Объемная масса, г/см3	1,66	1,33	1,58	1,50	1,54	1,40
Плотность твердой фазы, г/см3	2,38	2,46	2,47	2,41	2,44	2,46
Общая порозность, %	30,25	45,93	36,03	37,76	36,89	43,09
Гигроскопическая влажность, %	3,08	2,97	2,78	2,85	2,83	2,96
Максимальная гигроскопичность, %	6,60	7,34	6,96	7,05	6,27	7,02
Наименьшая влагоемкость, %	29,35	26,95	25,90	27,48	25,55	26,80
Гумус, %	3,55	3,24	3,37	3,19	2,82	2,93

Выводы

Применение капельного орошения позволяет значительно снизить норму вносимых удобрений, что снижает негативную нагрузку на окружающую среду.

При капельном орошении сада необходим мониторинг содержания органического вещества в почве и при необходимости заблаговременное или локальное применение органических удобрений.

Перед закладкой интенсивного сада, предполагающего применение капельного орошения, необходимо определять исходный уровень структурного состояния и осуществлять постоянный мониторинг за данным показателем особенно на черноземных почвах.

Задернение междурядий сада частично сдерживает деградацию почвы, повышая содержание гумуса, наименьшую влагоёмкость, водопрочность, улучшая почвенную структуру и повышая количество агрономически ценных агрегатов.

Литература

1. Александрова Л.Н., Найденова О. А. Лабораторно-практические занятия по почвоведению. 3-е изд., перераб. и доп. Л.: Колос, 1976. 280 с.

2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 4 изд., перераб. и доп. М.: Колос, 1979. 416 с.

3. Генезис и деградация чернозёмов Европейской России под влиянием переувлажнения. Способы защиты и мелиорации / Ф.Р. Зайдельман, Л.В. Степанцова, А.С. Никифорова, В.Н. Красин, С.Б. Сафронов, Т.В. Красина. Воронеж: Кварта, 2013. 352 с.

4. Захаров В.Л. Садопригодность почв Тамбовской равнины. Агрохимические и физические аспекты. Saarbrucken (Германия): LAPLAMBERTAcademicPublishing, 2013. 450 с.

5. Инструкция ЦИНАО по проведению массовых анализов почв в зональных агрохимических лабораториях. М.: Колос, 1973. 55 с.

6. Колесников В.А. Корневая система плодовых и ягодных растений и методы её изучения. М.: Сельхозгиз, 1962. 191 с.

7. Кондаков А.К. Новая технология удобрения садов с корректировкой доз элементов питания // Основные итоги и перспективы научных исследований ВНИИс им. И.В. Мичурина (1931-2001 г.г.): Сб. науч. тр. Тамбов, 2001. Т. №2. С. 37 – 48.

8. Петербургский А.В. Практикум по агрономической химии. 6-е изд. М.: Колос, 1968. 496 с.

9. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. Орёл, 1999.

10. Ревут И. Б. Физика почв. Л.: Колос, 1964. 318 с.

11. Шеин Е.В. Курс физики почв: учебник. М.: Изд-во МГУ, 2005. 432 с.

12. Хаустович И.П., Пугачев Г.Н.Изменение климата и необходимость совершенствования научного процесса в садоводстве / Инновационная деятельность – основа повышения эффективности и модернизации садоводства и ягодоводства в современных условиях: Мат. междунар. дистанц. науч.-практ. конф., 2013. С. 145 – 149.

13. Влияние капельного орошения на изменение физических и химических свойств почвы / А.И. Кузин, Г.Н. Пугачев, В.Л. Захаров, Ю.В. Трунов, А.В. Соловьев, З.Н. Тарова // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2017. №129. С. 1183 – 1193.

14. Potential Effects of Climate Change on soil Properties: A Review / R. Karmakar, I. Das., D. Dutta, A. Rakshit//Science International. 2016. V. 4. N2. P. 51 – 73.

15. Niklińska, M. Effect of temperature on humus respiration rate and nitrogen mineralization: Implications for global climate change/M. Niklińska, M. Maryański, R. Laskowski // Biogeochemistry. 1999. V. 44. N3. P. 239 – 257.

References

1. Aleksandrova L.N., Najdenova O. A. Laboratorno-prakticheskie zanjatija po pochvovedeniju. 3-e izd., pererab. i dop. L.: Kolos, 1976. 280 s.

2. Dospehov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoj obrabotki rezul'tatov issledovanij). 4 izd., pererab. i dop. M.: Kolos, 1979. 416 s.

3. Genezis i degradacija chernozjomov Evropejskoj Rossii pod vlijaniem pereuvlazhnenija. Sposoby zashhity i melioracii / F.R. Zajdel'man, L.V. Stepancova, A.S. Nikiforova, V.N. Krasin, S.B. Safronov, T.V. Krasina. Voronezh: Kvarta, 2013. 352 s.

4. Zaharov V.L. Sadoprigodnost' pochv Tambovskoj ravniny. Agrohimicheskie i fizicheskie aspekty. Saarbrucken (Germanija): LAPLAMBERTAcademicPublishing, 2013. 450 s.
5. Instrukcija CINAO po provedeniju massovyh analizov pochv v zonal'nyh agrohimicheskih laboratorijah. M.: Kolos, 1973. 55 s.
6. Kolesnikov V.A. Kornevaja sistema plodovyh i jagodnyh rastenij i metody ejo izuchenija. M.: Sel'hozgiz, 1962. 191 s.
7. Kondakov A.K. Novaja tehnologija udobrenija sadov s korrektirovkoj doz jelementov pitanija // Osnovnye itogi i perspektivy nauchnyh issledovanij VNIIs im. I.V. Michurina (1931-2001 g.g.): Sb. nauch. tr. Tambov, 2001. T. №2. S. 37 – 48.
8. Peterburgskij A.V. Praktikum po agronomicheskoj himii. 6-e izd. M.: Kolos, 1968. 496 s.
9. Programma i metodika sortoizuchenija plodovyh, jagodnyh i orehoplodnyh kul'tur. Orjol, 1999.
10. Revut I. B. Fizika pochv. L.: Kolos, 1964. 318 s.
11. Shein E.V. Kurs fiziki pochv: uchebnik. M.: Izd-vo MGU, 2005. 432 s.
12. Haustovich I.P., Pugachev G.N.Izmenenie klimata i neobhodimost' sovershenstvovanija nauchnogo processa v sadovodstve / Innovacionnaja dejatel'nost' – osnova povyshenija jeffektivnosti i modernizacii sadovodstva i jagodovodstva v sovremennyh uslovijah: Mat. mezhdunar. distanc. nauch.-prakt. konf., 2013. S. 145 – 149.
13. Vlijanie kapel'nogo oroshenija na izmenenie fizicheskih i himicheskih svojstv pochvy / A.I. Kuzin, G.N. Pugachev, V.L. Zaharov, Ju.V. Trunov, A.V. Solov'ev, Z.N. Tarova // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2017. №129. S. 1183 – 1193.
14. Potential Effects of Climate Change on soil Properties: A Review / R. Karmakar, I. Das., D. Dutta, A. Rakshit//Science International. 2016. V. 4. N2. P. 51 – 73.
15. Niklińska, M. Effect of temperature on humus respiration rate and nitrogen mineralization: Implications for global climate change/M. Niklińska, M. Maryański, R. Laskowski // Biogeochemistry. 1999. V. 44. N3. P. 239 – 257.

Pugachev G.N., Candidate of Agricultural Sciences (Ph.D.),
Kuzin A.I., Candidate of Agricultural Sciences (Ph.D.), Associate Professor,
I.V. Michurin Federal Scientific Centre,
Michurinsk State Agrarian University

INTENSIFICATION OF APPLE CULTIVATING TECHNOLOGY IN CHANGING SOIL AND CLIMATE CONDITIONS

Absract: studies were conducted in 2012-2016 in the experimental orchard I.V. Michurin Federal Scientific Centre, as well as in commercial orchards of "Agronomist-sad" (Lipetsk region) and "Dubovoe" (Tambov region). The purpose of the research was to study the effect of drip irrigation on certain physical properties and the balance of hydrolyzable nitrogen in the soil. As a result of the research, the effect of drip irrigation on the granulometric composition, humus content, and hydrolyzable nitrogen content in the soil was determined. Also, the effect of drip irrigation on the structural and water resistance of the soil and the content of agronomically valuable aggregates was established. Highlighted the importance of legumes sod. The importance of fertigation (application of fertilizers with irrigation water) is shown to reduce the rate of nitrogen fertilizer rate in intensive orchards.

Keywords: drip irrigation, granulometric composition of soil, humus, hydrolyzed nitrogen, soil structure

Пушня М.В., кандидат биологических наук,
старший научный сотрудник,
Исмаилов В.Я., кандидат биологических наук,
заведующий лабораторией,
Снесарева Е.Г., младший научный сотрудник,
ФГБНУ ВНИИБЗР

ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА РАСПРОСТРАНЕНЕНИЕ АДВЕНТИВНЫХ ВИДОВ КЛОПОВ-ПЕНТАТОМИД (HETEROPTERA, PENTATOMIDAE) В КРАСНОДАРСКОМ КРАЕ

Аннотация: в работе рассмотрены вопросы, связанные с проблемами массового распространения адвентивных видов клопов – пентатомид – зеленого овощного клопа *Nezara viridula* L. и мраморного клопа *Halyomorpha halys* Stal. (Heteroptera: Pentatomidae) в Краснодарском крае. Установлено, что основными факторами, способствующими широкому распространению этих многоядных вредителей, являются значительные изменения климата в регионе, и отсутствие эффективных систем борьбы с этими видами, в частности слабая изученность аборигенных видов энтомофагов. В ходе представленных исследований изучен ряд особенностей биологии щитников, обеспечивающих их массовое размножение на более чем 70 видах растений. Показана возможность использования для защиты сельскохозяйственных культур от этих вредителей ряда биологических препаратов, из которых наибольшую биологическую активность проявил фитоверм, впервые установлено заражение яйцекладок *N. Viridula* L. энтомофагом Trissolcus sp. (Hymenoptera: Scelionidae).

Ключевые слова: адвентивные виды, клопы-пентатомиды, зеленый овощной клоп *Nezara viridula* L., мраморный клоп *Halyomorpha halys* Stal., изменения климата, система защиты сельскохозяйственных культур, энтомофаги

Современное изменение климата приняло статус глобального явления. По данным Межправительственной группы экспертов по изменению климата (*IPCC*), с 1880 года по настоящее время глобальная средняя температура воздуха и океана повысилась примерно на 0,85 (0,65-1,06)^0 С. Декада 2000-2009 гг. была самым теплым десятилетием, а период 1983-2012 год был самым теплым тридцатилетием за последние 1400 лет. Столетний линейный тренд повышения температуры за 1906-2005 г. составляет 0,74 (0,56-0,92)^0 С [4]. Рост температуры наблюдается по всему земному шару, но он более значителен в северных широтах по сравнению с южными. Изменение температуры – не единственный компонент такого комплексного явления, как изменение климата. В масштабах континентов и бассейнов океанов также наблюдаются многочисленные долговременные изменения и других климатических характеристик.

Реакции насекомых на изменение климата очень разнообразны, и обусловлены рядом причин, однако, в основном они касаются изменения ареалов и численности. В последнее десятилетие несколько видов щитников (*Nezara viridula* L., *Halyomorpha halys* Stål, *Piezodorus guildinii* Westwood, *Megacopta cribraria* Fabricius) во многих странах мира расширили свои ареалы и приобрели статус инвазионных вредителей [4, 10].

В немалой степени этому способствуют и такие стабильно возрастающие тенденции, как нарушение севооборотов, систем обработки почвы, сокращение объемов средств защиты растений. Так, например, в ряде районов центральной зоны Краснодарского края из фитофагов, причиняющих наибольший вред такой культуре как соя, доминирует зеленый овощной клоп незара *Nezara viridula L.*

N. viridula L. – широкий полифаг, повреждающий растения более чем 30 семейств. Родиной его считается, по некоторым данным, Юго-Восточная Азия. Ареал распространения вредителя находится между 45^0 северной и южной широты, т.е. встречается вредитель практически на всех континентах [11, 12]. Причем за последние годы в связи со значительным потеплением климата зона расселения *N. viridula L.* существенно расширилась [4, 10]. В условиях центральной зоны Краснодарского края вредитель отмечен на посевах сои с 2006 года [4] [6, 7]. В последние годы участились случаи массового заселения клопом и овощных культур, таких как томаты, перец, баклажаны, причем повреждения растений *N. viridula L.* здесь весьма существенны.

N. viridula L. развивается преимущественно на влажных, тенистых участках, дает три генерации за вегетационный сезон, не имеет диапаузы [5, 6]. Холодный период проводит в фазе имаго, в состоянии холодового оцепенения. Зимующая стадия отличается от вегетирующей по красновато-коричневой окраске. В зависимости от температурных условий текущего сезона образование зимующей стадии начинается в августе – сентябре, однако, при благоприятных условиях (дневная температура сентября - октября на уровне + 15-20^0 С, наличие кормовой базы, например, таких кустарников, как самшит и т.д.) имаго и личинки кло-

па активно питаются и развиваются вплоть до ноября. Следующее перезимовавшее поколение *N. viridula L.* начинает развитие на древесных и сорных растениях. Дальнейшие генерации проходят развитие на рапсе, люцерне, затем на кукурузе и подсолнечнике, некоторых бобовых и овощных культурах, переходя в дальнейшем на сою.

Вредоносными являются личинки и имаго клопа. Для *N. viridula L.* характерна высокая плодовитость (количество яиц водной яйцекладке от75 до 120 штук, яйцекладка, обычно, правильной шестиугольной формы), самка может отложить до 300-350 яиц. Личинки развиваются в течение 24-30 суток, имеют пять возрастов. Личинки первых двух возрастов имеют тенденцию к коллективной агрегации, что благоприятно для проведения на этом этапе защитных мероприятий. Характер повреждений выражается в уничтожении им листовых и цветочных почек, повреждении молодых, еще не затвердевших бобов и семян, что значительно снижает их качество. Вредитель повреждает преимущественно побеги и плоды растений. Побеги засыхают, на них появляются пятна, плоды увядают. В большей степени вредоносность незары проявляется в сухую жаркую погоду.

Увеличение площадей посевов сои в последнее время, и кроме того отсутствие аборигенных видов энтомофагов, ограничивающих его численность, привело к тому, что вредитель в последние годы интенсивно осваивает сою, уничтожая до 80% урожая бобов [6, 7]. Современный подход к борьбе с *N. viridula L.* должен базироваться на экологических принципах и подходах, позволяющих на начальных этапах максимально снизить численность вредителя и уменьшить пестицидную нагрузку на ценоз, чтобы затем постепенно перейти к системам интегрированной защиты, и далее к органическому земледелию.

Значительную роль в системах экологического земледелия играет агротехнический метод. Среди агротехнических приемов, позволяющих снизить степень повреждения клопом растений, как альтернатива сплошной химической обработки рассматривался способ использования приманочного посева ряда привлекающих культур, таких как рапс, горчица и других представителей семейства *Brassicáceae*, которые заселяются клопом раньше основной культуры, и где могут использоваться пестициды [12]. Изучалось использование разных сортов сои, в зависимости от длительности вегетационного периода. Так в наших исследованиях из используемых сортов в меньшей степени подверженным заселению вредителем оказался раннеспелый сорт Бара с вегетационным периодом 90-100 суток. Так поврежденность бобов на этом сорте в отсутствие обработок составляла 2,5-5,6%, тогда как на среднеспелом сорте Селекта с вегетационным периодом 115-123 суток – 8,9 18,6%.

Необходимо принимать во внимание структуру и размещение культур в севообороте, где выращивается соя. Так наличие в севообороте посевных площадей пропашных культур (подсолнечника, кукурузы), а также небольших участков энтомофильных растений (укроп, фацелия, кориандр) позволило активизировать деятельность и воспроизводство популяций аборигенных энтомофагов, и привлечь нерегистрируемые ранее виды. Рядом исследователей рекомендуется использовать в качестве нектароносной культуры гречиху – *Fagópyrum esculéntum* M. [11, 12]. В 2013-14 гг. впервые для центральной зоны Краснодарского края нами выявлено заражение яйцекладок незары яйцеедом *Trissolcus sp.* (Hymenoptera:Scelionidae) до 1% яиц. Биологические особенности этого яйцепаразита позволяют рассматривать его в дальнейшем как перспективный агент биометода. Согласно имеющимся в литературе данным у *Trissolcus sp.* прослеживается тенденция к увеличению численности до 40% в течение одного-двух лет [11, 12].

Однако агротехнические приемы, согласно нашим данным и результатам зарубежных источников, не обеспечивают полной защиты сои от клопа [5, 6]. Исходя из этого, нами были испытаны биопрепараты, зарегистрированные против широкого круга вредителей, но не зарегистрированные на сое против *N. viridula L.* – лепидоцид СК БА -2000 ЕА/мг, титр 10^9 производства ООО ПО «Сиббиофарм» и фитоверм-М (0,2 г/л) КЭ производства ООО НБЦ «Фармбиомед». Первоначально биосредства были испытаны в лабораторных условиях, где в лучшей степени зарекомендовал себя фитоверм-М (0,2 г/л) КЭ с нормой расхода 0,8л/га. Характер его действия проявился уже на третьи сутки, и препарат в норме расхода 0,8 л /га обеспечил гибель 97,1% личинок незары.

Полученные данные позволили нам использовать биоинсектицид в условиях полевого мелкоделяночного опыта против только что отродившихся личинок I возраста, при численности выше экономического порога вредоносности (ЭПВ). Применение фитоверма-М (0,2 г/л) КЭ привело к снижению численности личинок клопа через 14 суток после обработки - на раннеспелом сорте Бара на 92,7%, среднеспелом сорте Селекта – 97,3%, и позднеспелом сорте Вилана – 95,5%, что способствовало также и уменьшению поврежденности бобов *N. viridula L.* сорта Бара на 71,5%, сорта Селекта – на 73,3%, сорта Вилана – на 71,5% (табл. 1).

Таблица 1

Биологическая эффективность фитоверма-М, КЭ (0,2 г/л) ООО НБЦ «Фармбиомед» против клопа *Nezara viridula L.* на сое (ВНИИБЗР, 2013-2014 гг.)

Сорт / Вариант	Биологическая эффективность по дням учета, %			Поврежденность бобов, %
	Через 7 сутки	Через 14 суток	Через 21 сутки	
Бара				
опыт	92,7	92,2	92,7	0,8
контроль	-	-	-	2,8
Селекта				
опыт	82,9	97,3	82,9	2,3
контроль	-	-	-	8,6
Вилана				
опыт	95,5	95,0	95,5	3,8
контроль	-	-	-	13,5

Лабораторные и мелкоделяночные опыты продемонстрировали возможность использования против *N. viridula L.* и таких широко известных организмов, как энтомопатогенные нематоды (ЭПН) из семейства Steinernematidae. В исследованиях применяли 4 вида нематод: Steinernema carpocapsae, St.feltiae, St. kraussei и H. bacteriophora. Эффективность их применения составила 72,5-91,5%. При этом большую биологическую активность показали инвазионные личинки ЭПН Steinernema carpocapsae и St.feltiae.

Таким образом, проведенные нами исследования свидетельствуют о том, что биоинсектицид фитоверм-М (0,2 г/л) с нормой расхода 0,8 л/га проявляет высокую эффективность, что позволяет обеспечить контроль популяций клопа-незары на посевах сои в условиях центральной зоны Краснодарского края.

В конце лета 2014 года в Сочи и на Черноморском побережье были выявлены первые единичные особи, не встречающегося ранее в Краснодарском крае, мраморного клопа (*Holyomorpha halys* Stal.). Родиной мраморного клопа являются страны Юго-Восточной Азии, включая Китай, Японию, страны Корейского полуострова, Тайвань и Вьетнам [2]. В 2015-2016 годах клоп нанес ощутимый вред насаждениям цитрусовых, фейхоа, хурме, томатам и другим культурам. Вредитель широко распространился на Черноморском побережье. В октябре 2016 года мраморный клоп обнаружен и в г. Краснодаре. Появился он с поставками цитрусовых, хурмы, фейхоа, завозимых из заселенных клопом территорий.

Мраморный клоп является, как и *N. viridula* L. полифагом. По литературным данным в местах природного обитания питается 300 видами растений: из плодовых культур – яблоня, груша, все виды цитрусовых (мандарин, лимон, апельсин), персик, хурма, инжир, фундук, виноград; из овощных культур предпочтение отдавалось томату, фасоли, огурцу, перцу, кукурузе; из декоративных – катальпе, павловнии, розе, смолосемяннику, бругманзии [1]. Под угрозой в Краснодарском крае могут быть овощные, плодовые культуры, соя. В списке наиболее сильно повреждаемых культур указывается и виноград, причем *H. halys* Stal. может оказать влияние на качество виноматериалов. Мраморный клоп делает проколы на листьях и плодах. В местах уколов образуются некротические пятна, через которые проникают возбудители болезней. Вред, причиняемый мраморным клопом в регионе влажных субтропиков России и Абхазии, особенно заметен на плодовых и овощных культурах: на яблоне и груше образуется некроз, опробковение, под кожицей – сухая ватообразная ткань, вкус плодов ухудшается, поверхность становится бугристой; на цитрусовых и хурме приводит к недоразвитости и преждевременному опадению плодов; на винограде – ягоды не развиваются и опадают; на фундуке повреждает орехи в стадии молочно-восковой спелости, приводя к прекращению развития ядра; на перце и томатах – в местах прокола развивается гниль плодов; на кукурузе зерновки не развиваются [9]. Плоды теряют товарный вид, а при уколах в плодоножку – осыпаются. В осенний период клопы, отыскивая укрытия для перезимовки, проникают в жилище, вызывая у чувствительных людей аллергию.

Вредоносными, как и описанного ранее вида являются и имаго и личинки. Количество яиц в яйцекладке – 20-30 штук (число яйцекладок достигало 3-4), т.е. вид довольно многочисленен. Современные изменения температуры привели к тому, что в условиях Краснодарского края клоп может дать 4-6 поколений в год, причем, в Краснодаре нами вид зафиксирован на таких культурах, как овощные – томаты, перец, базилик, плодовые – яблоня, слива, персик, инжир, кустарники – самшит. Численность их достигала в среднем 1-5 особей на растение.

Против мраморного клопа на сегодняшний день единственным эффективным способом борьбы является химический. По данным, опубликованным зарубежными исследователями, достаточно высокую эффективность против *H. halys* Stal. продемонстрировали такие препараты как: карате зеон, МКС (действующее вещество – лямбда-цигалотрин, концентрация рабочего раствора 4 мл на 10 л воды при двукратной обработке), и талстар, КЭ или клипер, КЭ (действующее вещество – бифентрин, концентрация рабочего раствора 6 мл на 10 л воды, при однократной обработке). Оба препарата оказались эффективными против личинок старших возрастов и имаго [8].

Ряд исследователей считают, что против вредителя (личинок и имаго) могут оказаться эффективными грибные штаммы *Beauveria bassiana*. Как показывают наши наблюдения, при разведении в лаборатории, до 25% природной популяции *H. halys* Stal. оказались заражены этим патогеном [8].

Имеются данные об эффективных яйцеедах мраморного клопа, относящихся к виду *Trissolcus halymorphae* Yang (Hymenoptera: Scelionidae). В северном Китае зараженность яиц вредителя этим энтомофагом составляла 50%, т.е. поиск и использование аборигенных видов паразитов может оказаться перспективным (Wang et al., 2005).

Таким образом, благодаря значительному изменению климата, адвентивные виды клоповпентатомид *Nezara viridula* L. и *Halyomorpha halys* Stal широко распространились в Краснодарском крае, причиняя существенный вред целому ряду важнейших сельскохозяйственных культур. Как, показали проведенные нами исследования в борьбе с этими видами, возможно использование различных биопрепаратов и аборигенных энтомофагов.

Литература

1. Гапон Д.А. Первые находки восточноазиатского мраморного клопа *Halyomorpha halys* (Stal, 1855**)** **(**Heteroptera, Pentatomidae) в России, Абхазии и Грузии **//т**Энтомологическое обозрение. 2016. Т. 95. Вып. 4. С. 851-854

2. Жимерикин В.Н., Гулий В.В. Мраморный клоп // Защита и карантин растений. 2014. №4. С. 40 – 43.

3. Мусолин Д., Саулич А.Х. Изменения естественных ареалов насекомых в условиях современного потепления климата // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2011. Вып. 196. С. 246 – 254.

4. Мусолин Д.Л, Саулич А.Х. Реакции насекомых на современное изменение климата: от физиологии и поведения до смещения ареалов // Энтомологическое обозрение. 2012. Т. 91. Вып. 1. С. 3 – 35.

5. Пушня М.В., Ширинян Ж.А., Титаренко Л.Н. Испытания биопрепаратов против вредителей сои // В сб.: Биологическая защита растений – основа стабилизации агроэкосистем: материалы международной научно-практической конференции (Краснодар, 25-27 сентября, 2012). Краснодар, 2012. Вып. 7. С. 147 – 50.

6. Пушня М.В., Ширинян Ж.А. *Nezara viridula L.* – опасный вредитель сои в Краснодарском крае // В сб.: Биологическая защита растений – основа стабилизации агроэкосистем: материалы международной научно-практической конференции (Краснодар, 16-18 сентября, 2014). Краснодар, 2014. Вып. 8. С. 84 – Краснодарском крае // Защита и карантин растений. 2015. №10. С. 27 – 29.

7. Пушня М.В., Умарова А.О. Клопы – щитники (Heteroptera: Pentatomidae) на посевах сои // В сб.: Биологическая защита растений – основа стабилизации агроэкосистем: материалы международной научно-практической конференции (Краснодар, 20-22 сентября, 2014). Краснодар, 2016. Вып. 9. С. 93 – 97.

8. Nielsen A.L., Shearer P.W., Hamilton G.C. Toxicity of insecticides to *Halyomorpha halys* using glass-vial bioassays // Journal of Economic Entomology, 2008. V. 101. P. 1439 – 1442.

9. Parker B.L., Skinner M., Gouli S., Gouli V., Kim J.S. Virulence of BotaniGard® to second instar brown marmorated stink bug, Halyomorpha halys (Stål) (Heteroptera: Pentatomidae) // Insects. 2015. №6. P. 319 – 324.

10. Pazyuk I.M., Musolin D.L., Reznik S.Ya. Geographic variation in thermal and photoperiodic effects on development of zoophytophagous plant bug Nesidiocoris tenuis // Journal of Applied Entomology. 2014. V. 138, iss. 1. P. 36 – 44.

11. Squitier J.M. Southern green bugs // Applied Entomology and Zoology. 2007. V. 42. N.2. P. 205 – 215.

12. Tood J.W. Ecology and behavior of Nezara viridula L. //Applied Entomology and Zoology. 2008. V. 43. N.2. P. 350 – 355.

13. Wang H.J., Liu G.Q. Hemiptera: Scutelleridae, Tessaratomidae, Dinindoridae and Pentatomidae // Insect Fauna of Middle-West Qinling Range and South Mountains of Gansu Province: book (X.-K. Yang, Ed.). Sci. Press, 2005. P. 279 – 292.

References

1. Gapon D.A. Pervye nahodki vostochnoaziatskogo mramornogo klopa Halyomorpha halys (Stal, 1855) (Heteroptera, Pentatomidae) v Rossii, Abhazii i Gruzii // Jentomologicheskoe obozrenie. 2016. T. 95. Vyp. 4. S. 851-854
2. Zhimerikin V.N., Gulij V.V. Mramornyj klop // Zashhita i karantin rastenij. 2014. №4. S. 40 – 43.
3. Musolin D., Saulich A.H. Izmenenija estestvennyh arealov nasekomyh v uslovijah sovremennogo poteplenija klimata // Izvestija Sankt-Peterburgskoj lesotehnicheskoj akademii. 2011. Vyp. 196. S. 246 – 254.
4. Musolin D.L, Saulich A.H. Reakcii nasekomyh na sovremennoe izmenenie klimata: ot fiziologii i povedenija do smeshhenija arealov // Jentomologicheskoe obozrenie. 2012. T. 91. Vyp. 1. S. 3 – 35.
5. Pushnja M.V., Shirinjan Zh.A., Titarenko L.N. Ispytanija biopreparatov protiv vreditelej soi // V sb.: Biologicheskaja zashhita rastenij – osnova stabilizacii agrojekosistem: materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii (Krasnodar, 25-27 sentjabrja, 2012). Krasnodar, 2012. Vyp. 7. S. 147 – 50.
6. Pushnja M.V., Shirinjan Zh.A. Nezara viridula L. – opasnyj vreditel' soi v Krasnodarskom krae // V sb.: Biologicheskaja zashhita rastenij – osnova stabilizacii agrojekosistem: materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii (Krasnodar, 16-18 sentjabrja, 2014). Krasnodar, 2014. Vyp. 8. S. 84 – Krasnodarskom krae // Zashhita i karantin rastenij. 2015. №10. S. 27 – 29.
7. Pushnja M.V., Umarova A.O. Klopy – shhitniki (Heteroptera: Pentatomidae) na posevah soi // V sb.: Biologicheskaja zashhita rastenij – osnova stabilizacii agrojekosistem: materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii (Krasnodar, 20-22 sentjabrja, 2014). Krasnodar, 2016. Vyp. 9. S. 93 – 97.
8. Nielsen A.L., Shearer P.W., Hamilton G.C. Toxicity of insecticides to Halyomorpha halys using glass-vial bioassays // Journal of Economic Entomology, 2008. V. 101. R. 1439 – 1442.
9. Parker B.L., Skinner M., Gouli S., Gouli V., Kim J.S. Virulence of BotaniGard® to second instar brown marmorated stink bug, Halyomorpha halys (Stål) (Heteroptera: Pentatomidae) // Insects. 2015. №6. R. 319 – 324.
10. Pazyuk I.M., Musolin D.L., Reznik S.Ya. Geographic variation in thermal and photoperiodic effects on development of zoophytophagous plant bug Nesidiocoris tenuis // Journal of Applied Entomology. 2014. V. 138, iss. 1. P. 36 – 44.
11. Squitier J.M. Southern green bugs // Applied Entomology and Zoology. 2007. V. 42. N.2. P. 205 – 215.
12. Tood J.W. Ecology and behavior of Nezara viridula L. //Applied Entomology and Zoology. 2008. V. 43. N.2. P. 350 – 355.
13. Wang H.J., Liu G.Q. Hemiptera: Scutelleridae, Tessaratomidae, Dinindoridae and Pentatomidae // Insect Fauna of Middle-West Qinling Range and South Mountains of Gansu Province: book (X.-K. Yang, Ed.). Sci. Press, 2005. P. 279 – 292.

Pushnya M.V., Candidate of Biological Sciences (Ph.D.), Senior Research Officer,
Ismailov V.Ya., Candidate of Biological Sciences (Ph.D.), Head of Laboratory,
Snesareva E.G., Junior Research Officer,
Federal State-Funded Institution of Science
"All-Russian Research Institute of Biological Protection of Plants"

THE IMPACT OF CLIMATE CHANGE ON THE DISTRIBUTION OF ALIEN DEFENDERS (HETEROPTERA, PENTATOMIDAE) IN KRASNODAR REGION

Abstract: the paper discusses the issues associated with the problems of mass distribution of alien species of bugs pentatomid green vegetable bug Nezara viridula L. and marble bug Halyomorpha halys Stal. (Hemiptera: Pentatomidae) in the Krasnodar region. The main factors contributing to these widespread polyphagous pests, are significant climate change in the region, and the lack of effective systems to combat these types, in particular lack of knowledge of native species of entomophages. In the course of the research explored a number of features of the biology of defenders, providing their mass reproduction in more than 70 plant species. The possibility of using to protect crops from these pests of a range of biological products, of which the most biological activity was shown was first established infestation of the egg-bed sites N. viridula L. the agent Trissolcus sp. (Hymenoptera: Scelionidae).

Keywords: adventive species, bugs - pentatomidae, green vegetable bug, Nezara viridula L., marble bug Halyomorpha halys Stal., climate change, the system of protection of agricultural crops, entomophages

Радченко Е.Е., доктор биологических наук,
Коновалова Г.С., кандидат биологических наук,
Кузнецова Т.Л., кандидат биологических наук,
Чумаков М.А., кандидат биологических наук,
Звейнек И.А., кандидат биологических наук
Федеральный исследовательский центр Всероссийский
институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова

УСТОЙЧИВОСТЬ МЕСТНЫХ ЯЧМЕНЕЙ ИЗ СТРАН АЗИИ К РИНХОСПОРИОЗУ И ОБЫКНОВЕННОЙ ЗЛАКОВОЙ ТЛЕ

Аннотация: характерное для подавляющего большинства экономически важных вредных организмов дифференциальное взаимодействие с генотипами растения-хозяина обусловливает необходимость расширения генетического разнообразия возделываемых сортов. Высокой устойчивостью к болезням и вредителям зачастую обладают местные образцы культивируемых видов злаков. Изучали устойчивость 438 образцов местного ячменя из восьми азиатских стран к двум вредным организмам. Устойчивость к ринхоспориозу (возбудитель – *Rhynchosporium secalis* (Oud.) J.J. Davis) выявлена у 101 образца, к обыкновенной злаковой тле (*Schizaphis graminum* Rond.) – у 48; 14 образцов характеризуются комплексной устойчивостью. Показано, что результаты изучения устойчивости генофонда ячменя к обыкновенной злаковой тле и ринхоспориозу подтверждают сформулированные Н.И. Вавиловым законы естественного иммунитета растений к патогенам.

Ключевые слова: ячмень, ринхоспориоз, обыкновенная злаковая тля, устойчивость

В ближайшее время основным направлением повышения продуктивности культивируемых растений, в том числе и ячменя, будет создание новых экономичных технологий селекции на основе интенсивного использования генетических ресурсов и повышения способности растений противостоять влиянию экстремальных абиотических и биотических факторов. Селекция на иммунитет является одним из наиболее эффективных средств повышения урожая и его стабильности. Характерное для подавляющего большинства экономически важных вредных организмов дифференциальное взаимодействие с генотипами растения-хозяина обусловливает необходимость расширения генетического разнообразия возделываемых сортов. Наблюдающаяся повсеместно генетическая однородность агроценозов способствует ускорению адаптивной микроэволюции вредных организмов, в результате которой сорта утрачивают устойчивость.

Высокой устойчивостью к болезням и вредителям зачастую обладают местные образцы культивируемых видов злаков, среди которых можно найти формы, защищенные еще не использовавшимися в селекции генами устойчивости. Н.И. Вавилов (1986) считал, что «…иммунитет вырабатывается под влиянием естественного отбора только в тех условиях, которые содействуют развитию инфекции, и, как правило, выявляются только там, где имеется в наличии тот или другой паразит, в отношении которого отбор вырабатывает иммунитет». Ранее нам удалось продемонстрировать высокую частоту устойчивых к обыкновенной злаковой тле (*Schizaphis graminum* Rondani) образцов среди местных ячменей из стран Восточной и Южной Азии (Radchenko et al., 2014). Многолетний иммунологический скрининг позволил выявить и 30 устойчивых к ринхоспориозу (возбудитель – несовершенный гемибиотрофный гриб *Rhynchosporium secalis* (Oud.) J.J. Davis) местных образцов ячменя из Азии (Коновалова, Соболева, 2010). Результаты скрининга ячменей из ряда стран Азии по устойчивости к семи вредным организмам были суммированы в «Каталоге мировой коллекции ВИР» (Радченко и др., 2004).

Целью настоящей работы было изучение 438 образцов из восьми азиатских стран по устойчивости к *S. graminum* и *R. secalis* – вредным организмам, для которых показана высокая частота резистентных форм ячменя из этого региона.

Гриб выращивали на картофельно-глюкозном агаре в термостате при температуре 15-18°С. Для приготовления суспензии культуру *R. secalis* с поверхности агара соскабливали микробиологической лопаткой и суспензировали в стерильной водопроводной воде с добавлением детергента Twin-80 (1 микробиологическая петля на 200 мл воды). Полученную суспензию фильтровали и разводили водой до требуемой концентрации.

Семена испытываемых образцов ячменя помещали в кюветы на слой смоченной водой ваты. Кюветы прикрывали стеклами и размещали на светоустановке, оборудованной люминесцентными лампами. После прорастания семян стекла снимали. Для опытов использовали растения в стадии первого развернутого листа.

Устойчивость к сборной популяции *R. secalis* (смесь изолятов и моноклоновых культур, выделенных из краснодарской и северо-западной популяций) оценивали при искусственном заражении в лабораторных условиях. Отрезки листьев длиной 4-5 см раскладывали в чашки Петри на 1%-ный агар, содержащий бензимидазол (50 мг/л). Кончики листьев прикрывали слоем агара такого же состава. На поверхность отрезков наносили капли (20 мкл) водной суспензии патогена (500-700 тыс. спор/мл). Чашки с инокулированными отрезками помещали в затемненное место на 36 ч, а затем переносили на светоустановку (12-часовой режим освещения, температура 15-19°С). Типы реакций растений учитывали через 17-20 дней после инокуляции по шкале (Коновалова, 2008):

0 – отсутствие симптомов болезни;

1 – точечный некроз в месте нанесения капель;

2 – некроз с хлорозом или без него, ограниченный диаметром инфекционной капли;

3 – некроз с хлорозом, распространяющийся по отрезку листа;

4 – окаймленный некроз, занимающий всю поверхность отрезка листа.

Баллы 1 и 2 соответствуют реакции устойчивости, 3 и 4 – восприимчивости.

Устойчивость к обыкновенной злаковой тле изучали в световом зале, где поддерживалась температура воздуха 20-25°С. Использовали краснодарскую (Кубанская опытная станция ВИР, Гулькевичский район) популяцию *S. graminum* (смесь свыше двухсот клонов). Насекомых поддерживали на проростках пшеницы сорта Ленинградская 98. Для оценки устойчивости пророщенные семена опытных образцов и неустойчивого контроля (сорт Белогорский) высевали рядами в кюветы, наполненные нестерильной смесью почвы, песка и торфа. В фазу второго листа проростки заселяли популяцией тли путем стряхивания насекомых разных возрастов на оцениваемые образцы, из расчета 4 особи на растение. Обыкновенная злаковая тля вызывает некротизацию растительной ткани в месте питания, что позволяет относительно просто тестировать устойчивость растений. При гибели контрольного сорта (обычно на 10-14 день после заселения) определяли поврежденность растений каждого образца по шкале (Радченко, 2008): 0 – нет повреждений, 1 – повреждено 1-10% листовой поверхности, 2 – 11-20%, ..., 10-91-100% (гибель образца). Баллы 1-4 соответствуют высокой устойчивости растений к насекомому, 5-8 – умеренной устойчивости и 9-10 – восприимчивости.

Выявили 115 устойчивых и гетерогенных по устойчивости (типы реакции 1, 3; 1, 2, 3 или 2, 3) к *R. secalis* образцов, что составляет 27,3% от числа изученных (табл. 1). Все выделившиеся формы из Пакистана и Ирака оказались однородными по изученному признаку. Наиболее высокая экспрессия признака (тип реакции – до 1 балла) характерна для пакистанских образцов. Среди местных ячменей из стран Передней Азии (Ирак, Иран, Сирия) преобладали (55,6-83,3%) устойчивые формы; высокая частота устойчивых образцов (38,5-54,3%) показана и для материала, поступившего в коллекцию ВИР из Центральной Азии (Таджикистан, Туркменистан, Узбекистан).

Таблица 1

Результаты скрининга образцов ячменя из стран Азии по устойчивости к вредным организмам

Происхождение	Скрининг по устойчивости к *R. secalis*			Скрининг по устойчивости к *S. graminum*		
	Изучено образцов	из них R* и RS	% R и RS образцов	Изучено образцов	из них R и RS	% R и RS образцов
Афганистан	205	17	8,3	190	32	16,8
Пакистан	30	6	20,0	32	3	9,4
Ирак	6	5	83,3	6	0	0
Иран	36	20	55,6	37	8	21,6
Сирия	8	5	62,5	8	0	0
Таджикистан	52	20	38,5	58	5	8,6
Туркменистан	38	17	44,7	40	5	12,5
Узбекистан	46	25	54,3	48	9	18,8
Всего	421	115		419	62	

**R – устойчивые, RS – гетерогенные по устойчивости образцы ячменя*

Выделили 60 гетерогенных по устойчивости к обыкновенной злаковой тле образцов, поврежденность устойчивых компонентов которых не превышала пяти баллов; 2 образца (к-20750, Афганистан и к-9232, Узбекистан) были достаточно однородны по изученному признаку (табл. 1). Выявили образцы со значительной изменчивостью признака (3-8 баллов), а также формы, у которых поврежденность некоторых растений составляла 7-8 баллов, что может объясняться присутствием генов со

слабым фенотипическим проявлением и/или присутствием в краснодарской популяции тли клонов, различающихся по вирулентности к изученным формам ячменя. Образцы с отчетливо выраженной устойчивостью к *S. graminum* встречаются среди изученного материала несколько реже (14,8% от числа изученных) в сравнении с *R. secalis*.

Таблица 2

Образцы ярового ячменя с комплексной устойчивостью к ринхоспориозу и обыкновенной злаковой тле

№ по каталогу ВИР	Образец	Происхождение	Разновидность	Устойчивость, балл	
				S. graminum	*R. secalis*
5938	Местный	Афганистан	*nutans*	3, 7 – 10	2
6025	"	"	*pallidum*	3, 8, 10	1
20209	"	"	*pallidum, pyramidatum*	2 – 4, 9, 10	1
20680	"	"	*pallidum*	1, 3, 7, 10	1
6770	"	Иран	*rikotense*	3, 7	1, 2
6788	Джоу-воре, дейман аби	"	*pallidum, nutans, rikotense*	3, 8, 9	1
6795	Местный	"	*nutans, pallidum*	3, 10	1
3122	"	Таджикистан	*pallidum*	3, 9, 10	1, 2, 3
14914	"	"	"	2, 4, 10	1, 2, 3
6951	"	Узбекистан	"	3, 7 – 10	1, 2
28253	"	"	"	5, 8, 10	2, 3
28274	"	"	"	5, 10	1
28275	"	"	"	3, 5, 9, 10	1
21080	Стародавний поливной	Туркменистан	"	4, 10	1

Среди выделившихся форм 14 образцов ярового ячменя характеризовались комплексной устойчивостью к *R. secalis* и *S. graminum* (табл. 2). После проведения соответствующих отборов по устойчивости к вредным организмам эти линии будут наиболее ценны для селекции на иммунитет.

Заключение

Выполненный нами иммунологический скрининг в очередной раз подчеркнул значение для селекции местных форм, собранных еще во времена первых экспедиций ВИР. Эксперименты продемонстрировали высокую частоту устойчивых к ринхоспориозу и обыкновенной злаковой тле образцов среди местных ячменей из стран Азии. Очевидно, эта закономерность связана с давностью взаимоотношений вредных организмов с растением-хозяином и подтверждает вывод Н.И. Вавилова (1986) о «...соответствии реакции иммунитета к паразитическим заболеваниям с экологическим типом растения».

Результаты наших исследований подтвердили и справедливость положения о том, что «...групповой, или комплексный, иммунитет является вполне реальным фактом, широко распространенным в природе».

Ранее мы нашли наиболее устойчивые к *S. graminum* формы сорго среди местных образцов из Китая, а не из Африки (первичной родины культуры) (Radchenko, Zubov, 2007). Последующие эксперименты показали высокую частоту устойчивых к насекомому форм среди местных образцов других злаковых культур из Азии – ячменя (Radchenko et al., 2014) и овса (Radchenko et al., 2016). Очевидно, это подтверждает и другие закономерности, выявленные Н.И. Вавиловым (1986). «Зная эволюцию данного культурного растения, … можно предвидеть в значительной мере местонахождение интересующих селекционера иммунных форм». «Эколого-географические правильности в выявлении иммунитета являются сравнительно общими, присущими различным растениям, относящимся нередко к разным родам и даже семействам».

Иммунологический скрининг генетических ресурсов зерновых культур и результаты изучения взаимодействия вредных организмов с растениями-хозяевами свидетельствуют о несомненной актуальности всех положений «…эволюционной, или генетической в широком смысле, теории естественного иммунитета».

Литература

1. Вавилов Н.И. Иммунитет растений к инфекционным заболеваниям. М.: Наука, 1986. 520 с.
2. Коновалова Г.С. Ринхоспориоз // Изучение генетических ресурсов зерновых культур по устойчивости к вредным организмам. Методическое пособие. М.: Россельхозакадемия, 2008. С. 129 – 135.
3.Коновалова Г.С., Соболева О.Н. Источники устойчивости ячменя из Юго-Восточной Азии к возбудителю ринхоспориоза (*Rhynchosporium secalis* (Oud.)) // Микология и фитопатология. 2010. Т. 44. Вып. 3. С. 248 – 254.
4. Радченко Е.Е. Злаковые тли // Изучение генетических ресурсов зерновых культур по устойчивости к вредным организмам. Методическое пособие. М.: Россельхозакадемия, 2008. С. 214 – 257.
5. Радченко Е.Е., Звейнек И.А., Тырышкин Л.Г., Коновалова Г.С., Семенова А.Г., Хохлова А.П. Ячмень. Устойчивость образцов из Юго-Восточной Азии к вредителям и болезням. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 751. СПб: ВИР, 2004. 43 с.
6. Radchenko E.E., Kuznetsova T.L., Chumakov M.A., Loskutov I.G. Greenbug resistance in oat accessions from Asia // The 10th international oat conference. Abstracts of oral and poster presentation. St. Petersburg, 11-15 July 2016. St. Petersburg, 2016. P. 154 – 156.
7. Radchenko E.E., Kuznetsova T.L., Zveinek I.A., Kovaleva O.N. Greenbug resistance in barley accessions from East and South Asia // Russian Agric. Sci. 2014. V. 40. №2. P. 117 – 120.
8. Radchenko E.E., Zubov A.A. Genetic diversity of sorghum in greenbug resistance // Russian Agric. Sci. 2007. V. 33. №4. P. 223 – 225.

References

1. Vavilov N.I. Immunitet rastenij k infekcionnym zabolevanijam. M.: Nauka, 1986. 520 s.
2. Konovalova G.S. Rinhosporioz // Izuchenie geneticheskih resursov zernovyh kul'tur po ustoj-chivosti k vrednym organizmam. Metodicheskoe posobie. M.: Rossel'hozakademija, 2008. S. 129 – 135.
3.Konovalova G.S., Soboleva O.N. Istochniki ustojchivosti jachmenja iz Jugo-Vostochnoj Azii k vozbuditelju rinhosporioza (Rhynchosporium secalis (Oud.)) // Mikologija i fitopatologija. 2010. T. 44. Vyp. 3. S. 248 – 254.
4. Radchenko E.E. Zlakovye tli // Izuchenie geneticheskih resursov zernovyh kul'tur po ustojchivosti k vrednym organizmam. Metodicheskoe posobie. M.: Rossel'hozakademija, 2008. S. 214 – 257.
5. Radchenko E.E., Zvejnek I.A., Tyryshkin L.G., Konovalova G.S., Semenova A.G., Hohlova A.P. Jachmen'. Ustojchivost' obrazcov iz Jugo-Vostochnoj Azii k vrediteljam i boleznjam. Katalog mirovoj kollekcii VIR. Vyp. 751. SPb: VIR, 2004. 43 s.
6. Radchenko E.E., Kuznetsova T.L., Chumakov M.A., Loskutov I.G. Greenbug resistance in oat accessions from Asia // The 10th international oat conference. Abstracts of oral and poster presentation. St. Petersburg, 11-15 July 2016. St. Petersburg, 2016. P. 154 – 156.
7. Radchenko E.E., Kuznetsova T.L., Zveinek I.A., Kovaleva O.N. Greenbug resistance in barley accessions from East and South Asia // Russian Agric. Sci. 2014. V. 40. №2. P. 117 – 120.
8. Radchenko E.E., Zubov A.A. Genetic diversity of sorghum in greenbug resistance // Russian Agric. Sci. 2007. V. 33. №4. P. 223 – 225.

Radchenko E.E., Doctor of Biological Sciences (Advanced Doctor),
Konovalova G.S., Candidate of Biological Science (Ph.D.),
Kuznetsova T.L., Candidate of Biological Science (Ph.D.),
Chumakov M.A., Candidate of Biological Science (Ph.D.),
Zveinek I.A., Candidate of Biological Science (Ph.D.),
Federal Research Center N.I. Vavilov All-Russian
Institute of Plant Genetic Resources, Saint-Petersburg

GREENBUG AND SCALD RESISTANCE IN BARLEY LANDRACES FROM ASIA

Abstract: the differential interaction with genotypes of the host plant characteristic for overwhelming majority of harmful organisms necessitates expanding the genetic diversity of varieties being grown. Landraces of cultivated species of cereals often have a high resistance to diseases and pests. Four hundred and thirty eight barley accessions from eight Asian countries were studied for resistance to two harmful organisms. Scald resistance (causal agent – *Rhynchosporium secalis* (Oud.) J.J. Davis) have been revealed in 101 accessions, 48 germplasms possessed greenbug (*Schizaphis graminum* Rond.) resistance, and 14 accessions had resistance to both pathogens. It is shown that the results of the studies on barley gene pool for greenbug and scald resistance confirm the laws on natural immunity of plants to harmful organisms which were stated by N.I. Vavilov.

Keywords: barley, scald, greenbug, resistanc

Раменская М.Е., кандидат геолого-минералогических наук,
Комиссия РАН по сохранению и разработке
научного наследия академика Н.И. Вавилова

ОБЗОР ИЗБРАННЫХ РАБОТ ОТНОСИТЕЛЬНО ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ И ЗАКОНА ГОМОЛОГИЧЕСКИХ РЯДОВ Н.И. ВАВИЛОВА ОТ 1860-Х ПО 2010-е ГОДЫ

Аннотация: к 100-летию со дня открытия Н.И. Вавиловым закона гомологических рядов в наследственной изменчивости Комиссия РАН по сохранению и разработке его научного наследия готовит бибилиографию трудов, касаю-щихся темы закона и работы Н.И. Вавилова «Линнеевский вид как система». К настоящему моменту собрано чуть более 300 названий. Они составляют 8 разделов: (**1**) Работы научно-популярные, учебные и справочные; (**2**) Труды по истории открытия и восприятия закона; (**3**) Труды предшестве ников Н.И. Вавилова; **(4)** работы о проявлениях закона**; 5, 6 –** Труды об использовании закона**: (5)** в научных исследованиях, **(6)** в практической деятельности**; (7)** Теоретические работы, разъясняющие закон или развивающие его идею; **(8)** Работы о статье Н.И. Вавилова «Линнеевский вид как система».

В статье излагается краткое содержание отдельных работ из каждого раздела, что позволяет ознакомить с современным состоянием проблемы и возможностью использования закона Вавилова в научной и практической деятельности.

Ключевые слова: параллельая изменчивость, закона гомологических рядов в наследственной изменчивости, систематика, эволюция, системология, молекулярная генетика

Комиссия РАН приступила к подготовке к 100-летнему юбилею открытия Н.И. Вавиловым закона гомологических рядов в наследственной изменчивости – главного открытия учёного с точки зрения его современников. В частности, готовится библиография трудов, относящихся к проблеме, в том числе – работ предшественников Н.И. Вавилова. В неё включены и основные работы относи-тельно непосредственно вытекающей из закона Вавиловской концепции вида.

Все работы библиографии по содержанию разбиваются на 8 разделов, которые будут рассмотрены ниже. Это в первую очередь работы, популяри-зирующие закон в отдельных статьях, учебниках и справочниках (**раздел 1**). Затем 2 исторических раздела: (**2**) – история открытия и восприятия закона и (**3**) – труды предшественников Н.И. Вавилова. Затем будут рассмотрены (**4**) работы о проявлениях закона; **5, 6** – об использовании закона: (**5**) в научных исследова-ниях и (**6**) в практической деятельности; (**7**) теоретические работы, разъясняю-щие закон или развивающие его идею. Последняя рубрика, (**8**), включает работы о статье Н.И. Вавилова «Линнеевский вид как система».

В библиографию могли бы быть включены ещё 2 раздела, относящихся к открытию Н.И. Вавилова лишь косвенно. Во-первых, это публикации матери-алов о параллельной изменчивости, игнорирующие открытие Н.И. Вавилова. Так, С.С. Четвериков в своей классической работе, где он доказывает наличие в популяциях огромного количества скрытых мутаций (*геновариаций*) [Четвери-ков, 1983 (1926)] пишет: «…интересно и важно отметить тот факт, что некото-рые из “биологически безразличных” геновариаций, случайно возникающих среди нормального населения какого-либо вида, иногда соответствуют “нор-мальным” признакам соседних видов и **даже родов и семейств**». Ни слова о том, что это – проявление закона Н.И. Вавилова. Или, например, работа Л.И. Корочкина [1985], где рассказывается о параллельности в строении генома, но автор опирается не на Н.И. Вавилова, а на А.А. Заварзина [1923]. С другой стороны, последние годы исследователи самых разных областей естествознания обнаруживают параллельные ряды явлений и называют их вслед за Н.И. Вавиловым гомологическими рядами. Яркий пример – эколого-гомологические ряды [Розенберг, 2000]. Но встречаются такие упоминания и в других областях, например, петрографии, минералогии, геофизике. Один химик в научно-популярной статье даже возвращает идею в химию, но описывает гомологические ряды не молекул, а активных центров реакций у катализаторов [Шадыро, 1987].

Составлять библиографию таких работ – неподъёмный труд, а к развитию идеи Н.И. Вавилова они отношения не имеют.

Раздел 1 охватывает разные стороны и представления о законе Вавилова. Тут присутствуют работы крупнейших генетиков и знатоков закона. Доста-точно отметить: среди них работы Б.М. Медникова, Н.Н. Воронцова. А.В. Яб-локова, а статьи «Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости» принадлежат в последнем издании БСЭ перу Н.В. Тимофеева-Ресовского, а первом – Большой Российской энциклопедии – перу С.Г. Инге-Вечтомова. Знакомство с законом Вавилова удобнее всего начинать именно с них.

В **раздел 2** включена восторженная реакция съезда селекционеров и семено-водов, а затем – Сельскохозяйственного Учёного комитета на открытие Н.И. Вавилова, опубликованная в подготовленном к 100-летию Н.И.Вавилова сборнике его трудов по генетике [Вавилов, 1987]. Включена первая рецензия на опубликованный Н.И. Вавиловым доклад [Ячевский, 1921], в которой, в частности, говорилось: «Н.И. Вавилов несомненно прав, когда утверждает, что в образовании форм существует некоторая закономерность, ведущая к повторе-нию 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 специи-альности, представляется возможность группировать факты, накопившиеся при наблюдениях». Далее А.А. Ячевскеий приводит многочисленные примеры гомологических рядов из микологии, так что данная статья, как и многие другие, может быть включена сразу в два раздела, помимо исторического, в раздел с описанием проявлений закона. В раздел 2 включена статья В.Д. Есакова, сообщающая: идея о том, что детально изученная Н.И. Вавиловым параллель-ная наследственная изменчивость – явление столь важное, и всеобщее, что должна считаться научным законом, созрела у Н.И. Вавилова 12 мая 1920 г. и именно тогда он дал название своему докладу [Есаков, 2012].

Если селекционеры приняли открытие Н.И. Вавилова восторженно, то генетики отнеслись к нему довольно холодно. Главным направлением, в котором они работали, было исследование взаимного положения генов и мутаций тонкими методами, разработанными Т. Морганом. Видимо, им казалось, что без этих методов в генетике открытий сделать нельзя. Однако, обзор Ф.Г. Добржанского [1924] показал, что тонкие моргановские методы применённые к изучению разных видов рода *Drosophila* подтверждают открытие Н.И. Вавилова. Интересна статья Е.Б. Музруковой [Музрукова, 2013], где рассматривается отношение в закону в 20-х – 30-х годах. К сожалению, в библиографии пока отсутствуют критические замечания резких противников Н.И. Вавилова, таких, как Лысенко и его сторонники или философы-марксисты. Эта работа ещё предстоит. Сложность её в том, что имеется лишь одна специальная публикация на эту тему [Пыженков, 2006]. Остальные высказывания рассеяны по разрозненным, в основном посвящённым другому, публикациям.

Работы предшественников (**раздел 3**) интересны тем, что противники Н.И. Вавилова едва ли не каждому из них приписывали открытие закона. Между тем, на каждого Н.И. Вавилов ссылается в публикациях закона [Vavilov, 1922, Вавилов, 1935]. Для нас особенно интересно, что американский палеонто-лог Коп, открывший явление параллелизма (хотя опубликации отдельных фактов восходят к первой половине XIX века), назвал его гомологическим рядами, ссылаясь на таковые в органической химии, с которыми это явление сравнил [Cope, 1868]. Его терминологией и сравнением воспользовались и Э. Баур [Baur, 1919], который отметил, что ряды изменчивости – это мутации, и Н.И. Вавилов. В этой и последующих работах Коп противопоставляет парал-лельную изменчивость естественному отбору, предвосхищая таким образом «Номогенез» Л.С. Берга [Берг, 1977 (1922)]. Между тем, в работах Ч. Дарвина [Дарвин, 1951, 1954] можно найти ссылки практически на все упоминания параллельной изменчивости, встречающихся в работах XIX века.

Конечно, особый интерес представляют труды различных исследователей по теме закона. Так, в **разделе 4** присутствуют описания случаев параллельной изменчивости на примере практически всех систематических групп, что указы-вает на всеобщность закона. Последней параллельная изменчивость описана у прокариот [Кузнецов, 1973]. Интересно расширение закона на новые биологические явления. Здесь, помимо отдельных признаков, биохимических, физиоло-гических, генетических, (например, число хромосом [Махров, 2012]) и других, описаны и корреляции признаков [Ипатьев, 1946]. Д.К. Беляев, сообщая о дестабилизирующем отборе, отмечает «Важной причиной гомологичной измен-чивости домашних животных является отбор по поведению, вызвавший у всех видов млекопитающих, включенных в сферу доместикации, однонаправленное смещение гормонального баланса и как результат этого перестройку корреля-циионных систем организмов и активацию функционально неактивных, молча-щих, или спящих, генов. Этим можно объяснить громадный размах и темп наследственной изменчивости при доместикации» [Беляев, 1978].

Здесь и сложные признаки, обеспечиваемые большим количеством генов, явно возникающие длительно, как, например, апомиксис. Автор статьи С.С. Хохлов [1971] в докладе 1967 г. отметил, что фактически любое биологическое явление, если его изучать на широком диапазоне таксонов, покажет, подчинение закону Н.И. Вавилова. Но в

статье, написанной по докладу, эта мысль, к сожалению, отсутствует. Тем не менее, её подтверждают последние публикации, касающиеся проявлений закона на молекулярном уровне [Захаров, 1987, Родин, 1989, Чесноков, 2007, Rogosin at ai., 2008, Folta, 2015 и др.].

Раздел 5 показывает, что закон используется в систематике [Сосков, 1968; Хохрякова, 1986; Кузнецов, 1973 и др.], является основой сравнительной генетики [Фадеева, 1967], главным методом в фенетике [Яблоков, 1989]. На практике (**раздел 6**) закон используется в селекции [Дорофеев, 1989; Елацкова, 2006; Агафонов и др., 2011; Боровик и др., 2012 и т.д.], при интродукции [Дорофеев, 1989; Медведев, 1965], при введении в культуру новых видов растений и животных [Smartt, 1990; Бекетов, 2007].

Самый объёмный, сложный и разнообразный – **раздел 7** – теоретические работы, разъясняющие и развивающие закон. Одна из первых таких работ принадлежит перу Ю.А. Филипченко [1924]. Обратив внимание на то, что параллельные признаки бывают совершенно различного происхождения, он, рассмотрев детально работу Н.И. Вавилова, приходит к выводу, 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. Спустя 50 лет С.В. Мейен [1975] привёл пример аналогических рядов: жилкование листьев и крыльев у насекомых. В обоих случаях к плоскому органу питание 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 сходными условиями образования и обеспечиваются совершен-но независимыми генами. Б.М. Медников, детально рассмотревший множество примеров проявления закона Вавилова, показал, что между аналогическими и гомологическими рядами имеются переходы [Медников, 1981, 1989 и др.]. Он же обратил внимание на то, что первым указал одну из причин возникновения гомологических рядов Д.Б.С. Холдейн [Haldane, 1927], рассмотревший пути от генов к признаку у окраски млекопитающих. У всех них чёрная и бурая окраски вызваны цепочками реакций, обеспечиваемых большим числом генов. Наруше-ние работы любого из них вызывает отсутствие окраски (альбинизм) или её ослабление. Гены разные, а признак один. Медников назвал это явление непол-ной гомологией. Полная она лишь тогда, когда у обоих зверьков нарушено действие одного и того же гена.

С точки зрения общей теории систем закон гомологических рядов в наследственной изменчивости (ЗГР) рассмотрел 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 элементов. Последние могут придать системе сходные свойства. Яркий пример изоморфизма – гомологические ряды в органической химии, обеспеченные единством атомного строения вещества. Единство мате-риальной 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. Следует отметить, что Заварзин, хотя и рассматривает иной случай параллели-зма, в какой-то степени 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 фор-мообразования 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». Кроме того, сходные структуры у живых систем могут образоваться и на чисто морфологической основе. Сюда и относится пример С.В. Мейена относительно листьев и крыльев у насекомых.

Особый интерес представляют работы палеонтологов. Палеонтология позволяет, по А.Л. Розанову [1973], учитывать фактор времени. С.В. Рожнов [2006] обращает внимание на появление у многих таксонов одновременно таких гомологических рядов признаков, на основе которых возникает план строения нового крупного таксона. «Это явление было убедительно показано на примере появления признаков млекопитающих в морфологии звероподобных рептилий и было названо мамализацией», – пишет Рожнов. Не связано ли оно по Д.К.Беляеву с экспрессией молчащих генов?

Здесь представлены далеко не все аспекты теоретических работ, но и из приведённых примеров видно, насколько они разнообразны.

Что касается **раздела 8**, то можно заметить – в отечественной литературе большое место занимало противостояние представлений о виде Н.И. Вавилова и В.Л. Комарова [Комаров, 1944; Базилевская, 1959], а к настоящему времени исследовате-

ли склоняются к тому, что эти взгляды являются разными аспектами действительности [Васильева, 2002] Большинство положений статьи «Линнеевский вид как система» научным сообществом принято. Но в наши дни их уже не связывают с именем Н.И. Вавилова. Так, работы Е.Н. Синской [1948] и М.А. Розановой [1947], вышедшие в свет в годы, когда имя Н.И. Вавилова цензура отовсюду вычёркивала, связывают с именем Турессона, тогда как они являются раскрытием и развитием вавиловской концепции вида.

К настоящему времени библиография содержит свыше 300 названий. Одна-ко ни привлечение реферативных журналов, ни анализ индексов цитирования не гарантируют её полноты.

Литература

1. Агафонов Н.В., Тонких Д.В., Исачкин А.В., Алехин А.А. Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости в селекции плодовых культур // Докл. ТСХА / Рос. гос. аграр. ун-т – МСХА им. К.А. Тимирязева. М., 2011. Вып. 283. Ч. 1. С. 847 – 850.

2. Базилевская Н.А. Успехи агробиологии // Успехи советской биологии, 1937. Вып. 4. С. 434 – 470.

3. Бекетов С.В. Разведение соболя и закон гомологических рядов: Материалы международной конференции «Научное наследие Н.И. Вавилова – фундамент развития отечественного и мирового сельского хозяйства» 27-28 ноября 2007 г. М.: ФГОУ ВПО РГАУ – МСХА им. К.А. Тимирязева, 2007. С. 6 – 7.

4. Беляев Д.К. Дестабилизирующий отбор как фактор доместикации // Генетика и благосостояние человечества. Тр. XIV Международного генетического конгресса, Москва, 21-30 августа 1978 г. м. 1981. С. 53 – 67.

5. Боровик А.Н., Беспалова Л.А., Пузырная О.Ю., Романенко А.А. Применение закона гомологических рядов Н.И. Вавилова в селекции пшеницы и тритикале // Идеи Н.И. Вавилова в современном мире:Тезисы докладов III Вавиловской международной конф. 6-9 ноября 2012 г. СПб 2012. С. 22.

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. Васильева Л.Н. Кризис проблемы вида: причины и следствия // Эволюционная биология. Томск, 2002. Т. 2. С. 31 – 50.

9. Дарвин Ч. Изменчивость животных и растений под влиянием одомашнения» // Ч. Дарвин. Собрание соч. 1951. Т. 4. С. 340.

10. Дарвин Ч. Происхождение видов. // Чарльз Дарвин. Собрание соч. 1951. Т. 4. С. 165, 715 – 719.

11. Добржанский Ф.Г. Обзор генетических исследований видов рода Drosophila // Тр. по прикладной ботанике, генетике и селекции. 1925. Т. 15. Вып. 5. С. 45 – 56.

12. Дорофеев В.Ф. Значение гомологических рядов в наследственной изменчи-вости для современной интродукции и селекции // Вавиловское наследие в современной биологии. М.: Наука, 1989. С. 27 – 37.

13. Елацкова А.Г. Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости Н.И. Вавилова и его роль в развитии селекции на примере семейства *Cucurbitaceae* Juss: Сборник научных трудов в честь 75-летия со дня образования Краснодарского научно-исследовательского института овощного и картофельного хозяйства. Краснодар, 2006. С. 215 – 221.

14. Есаков В.Д. Закон гомологических рядов // Изв ТСХА. 2012. Вып. 4. С. 71 – 76.

15. Заварзин А.А. Параллелизм структур как основной принцип морфологии // Известия Биологического НИИ при Пермском университете. 1923. Т. 2. Вып. 4. С. 135 – 140.

16. Захаров И.А. Закон генетической гомологии Н.И. Вавилова в современной генетике // Генетика. 1987. Т. 23. №11. С. 1937 – 1948.

17. Ипатьев А.Н. Параллелизм между корреляциями в смежных таксономических группах // ДАН СССР. 1946. Т. 51. №3. С. 639 – 641.

18. Комаров В.Л. Учение о виде у растений. Страница из истории биологии. М., Л.:, изд-во АН СССР, 1944. 245 с. О Вавиловской концепции вида см. С. 236 – 239.

19. Корочкин Л.И. Параллелизмы в молекулярной организации генома и проблемы эволюции // Молекулярные механизмы генетических процессов молекулярно-генетические основы селекции. М.: Наука, 1985. С. 132 – 146.

20. Кузнецов В.Д. Гомологические ряды в наследственной изменчивости актиномице-тов // Антибиотики. 1973. №7. С. 579 – 586.

21. Медников Б.М. Ещё раз о законе гомологических рядов в наследственной изменчивости // Природа. 1989. №7. С. 27 – 35.

22. Медников Б.М. Современное состояние и развитие закона гомологических рядов в наследственной изменчивости // Проблемы новейшей истории эволюционного учения. Л.: Наука, 1981. С. 127 – 133.

23. 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.

24. 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.

25. Рожнов С.В. Закон гомологических рядов Н.И. Вавилова и изменчивость в прошлом согласно палеонтологии. // Эволюция биосферы и биоразнообразие. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2006. С. 134 – 145.

26. Розанов А.Ю. Закономерности морфологической эволюции археоциат и вопросы ярусного расчленения нижнего кембрия. Тр. ГИН АН СССР, 1973, вып. 241. С. 118 – 119. Базилевская Н.А. Успехи агробиологии // Успехи советской биологии, 1937. Вып.4. С. 434 – 470.

27. Розанова М.А. Вид как экологическая проблема // Успехи советской биологии. 1947. Т. 23. Вып. 1. С. 69 – 86.

28. Розенберг Г.С. Эколого-гомологические ряды разных масштабов // Известия Самарского научного центра РАН. 2000. Т. 2. №2. С. 185 – 190.

29. Синская Е.Н. Динамика вида. М., Л.: Сельхозгиз, 1948. 526 с.

30. Урманцев Ю.А. Полиморфизм в живой и неживой природе // Вопросы философии 1968. № 12. С. 77 – 88

31. Фадеева Т.С. Параллелизм в сравнительной генетике растений и его генетическая обусловленность // Исследования по генетике. III: сравнительнвя генетика; VI. Сравнительная генетика растений. Л.: Наука, 1967. С. 77 – 96.

32. Хохлов С.С. Полвека закона гомологических рядов Н.И. Вавилова. // Природа. 1971. №2. С. 58 – 61.

33. Чесноков Ю.В. Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости и молекулярная гомология генов // С.-х.биология. Сер. Биология растений – 2007. – № 5. – С 9 – 14.

34. Четвериков С.С. О некоторых моментах эволюционного процесса с точки зрения современной генетики. Проблемы общей биологии и генетики. Новосибирск: Наука, 1983. С. 170 – 226.

35. Шадыро О.И. Гомологические ряды изменчивости в биологии и химии. К 100-летию со дня рождения Н.И. Вавилова. Минск: Изд-во Университетское, 1987. 72 с.

36. 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.

37. 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.

38. Baur E. Einführungin die experimentelle Vererbungslehre. Berlin, 1919. 580 p. About Parallel mutation. P. 294.

39. Cope E.D. On the origin of genera // Prc. Phylad. Acad Nat. Sci. 1868. Vol. 20, N 4.

40. Folta Kevin M. Molecular-genetic Extentions of Vavilov's predictions // Hort Science 2015. vol 50, № 6. P.777 – 779.

41. Haldane J.B.S. The comparative genetics of color in Rodents and Carnivra // Biol. Revs Cambridge Phil. Soc. 1927. Vol. 5, # 3. P. 199 – 212.

42. Rogozin I.B., Thomson K., Csjirös M., Carmel L/, Koonin E.V. Homoplasy in genome-wide analisisof rare amino acid replacements: the molecular-tvolutionary basis of Vavilv's homological series // Biol direct. 2008. vol. 3, № 7. P. 1 – 17.

43. Smartt J. Vavilov's low of Homologous Series and *de novo* crop plant domestication // Biological j. of the Linnean Society. A J. of Evol. 1990. V. 39. №1. P. 27 – 38.

44. Vavilov N.I. The low of homologous series in variation // J. of Genetics. 1922. V. 12. №1. P. 47 – 89.

References

1. Agafonov N.V., Tonkih D.V., Isachkin A.V., Alehin A.A. Zakon gomologicheskih rjadov v nasledstvennoj izmenchivosti v selekcii plodovyh kul'tur // Dokl. TSHA / Ros. gos. agrar. un-t – MSHA im. K.A. Timirjazeva. M., 2011. Vyp. 283. Ch. 1. S. 847 – 850.

2. Bazilevskaja N.A. Uspehi agrobiologii // Uspehi sovetskoj biologii, 1937. Vyp. 4. S. 434 – 470.

3. Beketov S.V. Razvedenie sobolja i zakon gomologicheskih rjadov: Materialy mezhdunarodnoj konferencii «Nauchnoe nasledie N.I. Vavilova – fundament razvitija otechestvennogo i mirovogo sel'skogo hozjajstva» 27-28 nojabrja 2007 g. M.: FGOU VPO RGAU – MSHA im. K.A. Timirjazeva, 2007. S. 6 – 7.

4. Beljaev D.K. Destabilizirujushhij otbor kak faktor domestikacii // Genetika i blagosostojanie chelovechestva. Tr. XIV Mezhdunarodnogo geneticheskogo kongressa, Moskva, 21-30 avgusta 1978 g. m. 1981. S. 53 – 67.

5. Borovik A.N., Bespalova L.A., Puzyrnaja O.Ju., Romanenko A.A. Primenenie zakona gomologicheskih rjadov N.I. Vavilova v selekcii pshenicy i tritikale // Idei N.I. Vavilova v sovremennom mire:Tezisy dokladov III Vavilovskoj mezhdunarodnoj konf. 6-9 nojabrja 2012 g. SPb 2012. S. 22.

6. Vavilov N.I. Zakon gomologicheskih rjadov v nasledstvennoj izmenchivosti. L.: Nauka, 1987. 256 s.

7. Vavilov N.I. Zakon gomologicheskih rjadov v nasledstvennoj izmenchivosti // Teoreticheskie osnovy selekcii rastenij. T. I. Obshhaja selekcija rastenij. M.: Sel'hozgiz, 1935. S. 75 – 128.

8. Vasil'eva L.N. Krizis problemy vida: prichiny i sledstvija // Jevoljucionnaja biologija. Tomsk, 2002. T. 2. S. 31 – 50.

9. Darvin Ch. Izmenchivost' zhivotnyh i rastenij pod vlijaniem odomashnenija» // Ch. Darvin. Sobranie soch. 1951. T. 4. S. 340.

10. Darvin Ch. Proishozhdenie vidov. // Charl'z Darvin. Sobranie soch. 1951. T. 4. S. 165, 715 – 719.

11. Dobrzhanskij F.G. Obzor geneticheskih issledovanij vidov roda Drosophila // Tr. po prikladnoj botanike, genetike i selekcii. 1925. T. 15. Vyp. 5. S. 45 – 56.

12. Dorofeev V.F. Znachenie gomologicheskih rjadov v nasledstvennoj izmenchi-vosti dlja sovremennoj introdukcii i selekcii // Vavilovskoe nasledie v sovremennoj biologii. M.: Nauka, 1989. S. 27 – 37.

13. Elackova A.G. Zakon gomologicheskih rjadov v nasledstvennoj izmenchivosti N.I. Vavilova i ego rol' v razvitii selekcii na primere semejstva Cucurbitaceae Juss: Sbornik nauchnyh trudov v chest' 75-letija so dnja obrazovanija Krasnodarskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta ovoshhnogo i kartofel'nogo hozjajstva. Krasnodar, 2006. S. 215 – 221.

14. Esakov V.D. Zakon gomologicheskih rjadov // Izv TSHA. 2012. Vyp. 4. S. 71 – 76.

15. Zavarzin A.A. Parallelizm struktur kak osnovnoj princip morfologii // Izvestija Biologicheskogo NII pri Permskom universitete. 1923. T. 2. Vyp. 4. S. 135 – 140.

16. Zaharov I.A. Zakon geneticheskoj gomologii N.I. Vavilova v sovremennoj genetike // Genetika. 1987. T. 23. №11. S. 1937 – 1948.

17. Ipat'ev A.N. Parallelizm mezhdu korreljacijami v smezhnyh taksonomicheskih gruppah // DAN SSSR. 1946. T. 51. №3. S. 639 – 641.

18. Komarov V.L. Uchenie o vide u rastenij. Stranica iz istorii biologii. M., L.:, izd-vo AN SSSR, 1944. 245 c. O Vavilovskoj koncepcii vida sm. S. 236 – 239.

19. Korochkin L.I. Parallelizmy v molekuljarnoj organizacii genoma i problemy jevoljucii // Molekuljarnye mehanizmy geneticheskih processov molekuljarno-geneticheskie osnovy selekcii. M.: Nauka, 1985. S. 132 – 146.

20. Kuznecov V.D. Gomologicheskie rjady v nasledstvennoj izmenchivosti aktinomice-tov // Antibiotiki. 1973. №7. S. 579 – 586.

21. Mednikov B.M. Eshhjo raz o zakone gomologicheskih rjadov v nasledstvennoj izmenchivosti // Priroda. 1989. №7. S. 27 – 35.

22. Mednikov B.M. Sovremennoe sostojanie i razvitie zakona gomologicheskih rjadov v nasledstvennoj izmenchivosti // Problemy novejshej istorii jevoljucionnogo uchenija. L.: Nauka, 1981. S. 127 – 133.

23. Muzrukova E.B. Zakon gomologicheskih rjadov N.I. Vavilova: ego vosprijatie v 20-e – 30-e gg. proshlogo veka i ego sovremennaja ocenka // Nauchnye idei N.I. Vavilova v istoricheskom kontekste razvitija genetiki HH veka. M. 2013. S. 154 – 162.

24. Rodin S.N. Zakon gomologicheskih rjadov N.I. Vavilova v svete nekotoryh dannyh teorii molekuljarnoj jevoljucii // Vavilovskoe nasledie v sovremennoj biologii. M.: Nauka, 1989. S. 38 – 71.

25. Rozhnov S.V. Zakon gomologicheskih rjadov N.I. Vavilova i izmenchivost' v proshlom soglasno paleontologii. // Jevoljucija biosfery i bioraznoobrazie. M.: Tovarishhestvo nauchnyh izdanij KMK, 2006. S. 134 – 145.

26. Rozanov A.Ju. Zakonomernosti morfologicheskoj jevoljucii arheociat i voprosy jarusnogo raschlenenija nizhnego kembrija. Tr. GIN AN SSSR, 1973, vyp. 241. S. 118 – 119. Bazilevskaja N.A. Uspehi agrobiologii // Uspehi sovetskoj biologii, 1937. Vyp.4. S. 434 – 470.

27. Rozanova M.A. Vid kak jekologicheskaja problema // Uspehi sovetskoj biologii. 1947. T. 23. Vyp. 1. S. 69 – 86.

28. Rozenberg G.S. Jekologo-gomologicheskie rjady raznyh masshtabov // Izvestija Samarskogo nauchnogo centra RAH. 2000. T. 2. №2. S. 185 – 190.

29. Sinskaja E.N. Dinamika vida. M., L.: Sel'hozgiz, 1948. 526 s.

30. Urmancev Ju.A. Polimorfizm v zhivoj i nezhivoj prirode // Voprosy filosofii 1968. № 12. S. 77 – 88

31. Fadeeva T.S. Parallelizm v sravnitel'noj genetike rastenij i ego geneticheskaja obuslovlennost' // Issledovanija po genetike. III: sravnitel'nvja genetika; VI. Sravnitel'naja genetika rastenij. L.: Nauka, 1967. S. 77 – 96.

32. Hohlov S.S. Polveka zakona gomologicheskih rjadov N.I. Vavilova. // Priroda. 1971. №2. S. 58 – 61.

33. Chesnokov Ju.V. Zakon gomologicheskih rjadov v nasledstvennoj izmenchivosti i molekuljarnaja gomologija genov // S.-h.biologija. Ser. Biologija rastenij – 2007. – № 5. – S 9 – 14.

34. Chetverikov S.S. O nekotoryh momentah jevoljucionnogo processa s tochki zrenija sovremennoj genetiki. Problemy obshhej biologii i genetiki. Novosibirsk: Nauka, 1983. S. 170 – 226.

35. Shadyro O.I. Gomologicheskie rjady izmenchivosti v biologii i himii. K 100-letiju so dnja rozhdenija N.I. Vavilova. Minsk: Izd-vo Universitetskoe, 1987. 72 s.

36. Jablokov A.V. Zakon gomologicheskih rjadov v nasledstvennoj izmenchivosti kak teoreticheskaja osnova fenetiki populjacij // Vavilovskoe nasledie v sovremennoj biologii. M.: Nauka, 1989. S. 27 – 37.

37. Jachevskij A.A. N.I. Vavilov. Zakon gomologicheskih rjadov v nasledstvennoj izmenchivosti. Tr. Saratovskogo s#ezda // Materialy po mikologii i fitopatologii Rossii. 1921. T. 1. S. 100 – 104.

38. Baur E. Einführungin die experimentelle Vererbungslehre. Berlin, 1919. 580 p. About Parallel mutation. P. 294.

39. Cope E.D. On the origin of genera // Prc. Phylad. Acad Nat. Sci. 1868. Vol. 20, N 4.

40. Folta Kevin M. Molecular-genetic Extentions of Vavilov's predictions // Hort Science 2015. vol 50, № 6. P.777 – 779.

41. Haldane J.B.S. The comparative genetics of color in Rodents and Carnivra // Biol. Revs Cambridge Phil. Soc. 1927. Vol. 5, # 3. P. 199 – 212.

42. Rogozin I.B., Thomson K., Csjirös M., Carmel L/, Koonin E.V. Homoplasy in genome-wide analisisof rare amino acid replacements: the molecular-tvolutionary basis of Vavilv's homological series // Biol direct. 2008. vol. 3, № 7. P. 1 – 17.

43. Smartt J. Vavilov's low of Homologous Series and de novo crop plant domestication // Biological j. of the Linnean Society. A J. of Evol. 1990. V. 39. №1. P. 27 – 38.

44. Vavilov N.I. The low of homologous series in variation // J. of Genetics. 1922. V. 12. №1. P. 47 – 89.

Ramenskaya M.E., Candidate of Geologo-Mineralogical Sciences (Ph.D.),
RAS Committee of Caring and Working out
Academician's Vavilov Scientific Legacy

THE REVIEW OF SELECTED PUBLCATIONS ON PARALLEL VARIATIONS AND VAVILOV'S LOW OF HOMOLOGOUS SERIES IN VARIATION

Abstract: RAS Committee of caring and working out academician's N.I. Vavilov scientific legacy prepares the bibliography to century anniversary of his discovery low of homologous series in variation. There are near 300 publications in this bibliography now. It contains 8 divisions: (1) Common articles from textbooks and handbooks; (2) The works on history of discover and precipitation of Vavilov's low; (3) The works Vavilov's predicessors; (4) The works about low's manifests; 5 & 6 – The works on using of low^ (5) in scientific investigations, (6) in practice; (7) theoretical publications, which explains or extents the low; (8) The puslications about article "Linnean species as a system". This article inform contains of some publications from each of divisions; this allows to get acquainted with modern state of problem and using of Vavilov's low.

Keywords: parallel variations, low of homologous series in variation, systematics, evolution, systemology, molecular genetic

Родионова А.В., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,
Тебердиев Д.М., доктор сельскохозяйственных наук,профессор,
Федеральное государственное бюджетное
научное учреждение Всероссийский научно-
исследовательский институт кормов им. В.Р. Вильямса

ПРОДУКТИВНОСТЬ ДОЛГОЛЕТНЕГО СЕЯНОГО СЕНОКОСА И ПЛОДОРОДИЕ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ

Аннотация: цель исследований – на основе длительного использования сеяных агрофитоценозов в течение 70 лет (без перезалужения) установить закономерности изменения их продуктивности и плодородия почвы на сенокосах в зависимости от уровня минерального питания. Урожайность травостоя в среденм за последние (1993-2016 годы) без удобрений составила 3,2 т/га сухого вещества (СВ), высокопродуктивный травостой (7,2-8,2 т/га) сенокосного типа формируется на фоне применения полного комплекса удобрений с дозой азота 120-180 кг/га. Запасы доступных форм фосфора и калия в почве контрольного варианта существенно снизились – соответственно на 14 и 13 % в связи с выносом этих веществ с урожаем трав. При внесении фосфорного удобрения в дозе P_{45} в составе полной смеси запас фосфора в почве увеличился на 76-150 %. Обеспеченность почвы обменным калием снизилась по всем фонам применения минеральных удобрений и навоза (20 т/га), только при сочетании минеральных ($N_{90}P_{45}K_{90}$) и органических удобрений (навоз 20 т/га 1 раз в 4 года) установлено увеличение содержания калия в почве (с 70 до 126 мг/кг). При внесении удобрений в дозах $N_{120-180}P_{45}K_{90}$ не только увеличилась продуктивность сенокоса на 125-156 % в среднем за 70 лет пользования(с 2,4 до 5,2-6,0 тыс. корм. ед./га), но одновременно повышается содержание гумуса в почве (на 390-445 кг/га в год). Практическое значение научных результатов состоит в том, что благодаря долголетнему использованию сеяных сенокосов потребность в капитальных вложениях на перезалужение снижается в 8-10 раз.

Ключевые слова: травостой, сенокос, урожайность, удобрение, плодородие почвы

Введение. Для интенсификации животноводства требуется создание устойчивой кормовой базы, в том числе за счет лугового кормопроизводства, важного источника производства объемистых кормов. Луговые агрофитоценозы являются стабилизирующими средством сохранения окружающей среды, агроэкосистемы в целом [1, 2]. Поддержание высокой урожайности агрофитоценозов на сенокосах и пастбищах является одной из задач луговодства, поскольку длительное использование травостоев без перезалужения позволяет значительно снизить себестоимость получаемых кормов. Для экологической оценки интенсификации производства необходимо знать, как изменяется плодородие почвы. Поэтому важным направлением исследований в луговодстве является разработка экономически целесообразных и экономически безопасных технологий, обеспечивающих не только повышение продуктивности сенокосов и пастбищ, но и сохранение условий среды обитания долголетнего использования агрофитоценозов, в том числе благодаря улучшению плодородия почв [3, 4, 5,6].

Интенсификация лугового кормопроизводства невозможна без глубокого изучения зависимости урожайности сенокосов, флористического состава от уровня обеспеченности трав элементами питания, что в основном обеспечивается применением удобрений, так как их влияние наиболее резко сказывается на росте и развитии луговых трав, характеризующихся высоким уровнем обмена веществ [7, 8, 9]. Только в длительных опытах можно более достоверно установить влияние удобрений на характер изменения продуктивности травостоя и плодородие почвы [10, 11]. Сохранение продуктивного долголетия ценных по составу сеяных фитоценозов достигается благодаря многосторонней реализации фактора биологизации луговодства, использованию самовозобновления, симбиотического источника азота, положительного влияния дерновообразовательного процесса на повышение плодородия почв [12, 13, 14]. Исследования продолжаются с целью определения длительного влияния антропогенного фактора на продуктивность, качество корма и плодородие почвы.

Методы исследований. Опыты расположены на типичном суходольном лугу временно-избыточного увлажнения с дерново-подзолистой почвой. Исследования проводятся на травостое, созданном в 1946 г. посевом сложной травосмеси, состоящей из клевера лугового (*Trifolium pratense* L., 3 кг), клевера ползучего (*Trifolium repens* L., 2), тимофеевки луговой (*Phleum pratense* L., 4), овсяницы луговой (*Festuca pratensis* Huds., 10), лисохвоста лугового (*Alopecurus pratensis* L., 3), костреца безостого (*Bromus inermis* L., 3), мятлика лугового (*Poa pratensis* L., 3). Перед посевом трав в слое почвы 0-20 см содержалось: гумуса – 2,03%,

обменного калия – 70 мг/кг, подвижного фосфора – 50 мг/кг, $pH_{сол}$ – 4,3. За годы исследований проводилось периодическое известкование (3 раза по 5 т/га). Дозы фосфорных и калийных удобрений в течение эксперимента менялись: в 1947-1958 гг. – $P_{30}K_{30}$; в 1959-1972 гг. – $P_{30}K_{60}$; в 1973-1976 гг. $P_{30}K_{90}$; в 1977-2016 гг. – $P_{45}K_{90}$. Дозы азотных удобрений 60, 90, 120, 180 кг/га д.в. в полном объеме вносятся неизменно с 1957 г. Азотные и калийные удобрения вносятся дробно под цикл отрастания, фосфорные – весной. Навоз вносится поверхностно (без заделки), начиная с 1950 г., в осенний период 1 раз в 4 года. Формы удобрений: аммиачная селитра, двойной суперфосфат, хлористый калий. Навоз полуперепревший (после хранения в течение 5-6 месяцев) с содержанием в среднем N – 0,40%, P_2O_5 – 0,25%, K_2O – 0,45%. Использование травостоя двуукосное. Первый укос в фазе массового цветения доминирующего злака (лисохвост луговой) – в середине июня, второй – в первой декаде сентября.

Результаты исследований. При сенокосном использовании (по 2 скашивания за сезон) за годы пользования видовой состав агрофитоценоза претерпел существенные изменения. В первые годы из травостоя выпали виды с коротким жизненным циклом – овсяница луговая, тимофеевка луговая, клевер луговой. Под влиянием различных уровней обеспеченности трав сформировались различные типы травостоев. В контроле, при низком уровне питания ($N_{60}P_{45}K_{90}$ или навоз 20 т/га 1 раз в 4 года), сформировались низовозлаковые травостои пастбищного типа, основу которых составляла овсяница красная (46-60% от общего участия). При повышении дозы азотного удобрения до $N_{120}PK$ доминировал лисохвост луговой (40-48%), на фоне $N_{180}PK$ – кострец безостый (82-87%).

Урожайность долголетнего травостоя в контроле, питание которого происходило за счет плодородия почвы, составила 3,2 т/га СВ в среднем за 47-70 лет пользования. Внесение дозы азота N_{60} в сочетании с $P_{45}K_{90}$ способствовало увеличению урожайности на 81%. В результате повышения доз азота до $N_{120-180}$ на фоне РК урожайность увеличилась на 125-156% к контролю. Внесение 20 т навоза 1 раз в 4 года привело к увеличению урожайности на 56%, совместное внесение органических и минеральных удобрений способствовало увеличению урожайности на 131% по сравнению с контролем. Продуктивность травостоев пастбищного типа за этот период составила 31-56 ГДж/га, или 2,4-4,3 тыс. корм. ед., травостоев сенокосного типа – 68-78 ГДж/га, 5,2-6,0 тыс. корм. ед./га. Внесение $N_{60-180}PK$ способствовало увеличению обменной энергии – на 179-251%, кормовых единиц – 81-151% и сырого протеина – на 100-241% (табл. 1).

Таблица 1

Продуктивность долголетнего травостоя на в среднем за1993-2016 гг.

Удобрение	Урожайность 1 га		Продуктивность 1 га		
	т, СВ	% к контролю	ОЭ, ГДж	кормовые единицы	сырой протеин кг
Контроль (без удобрений)	3,2	100	31,2	2385	337
$N_{60}P_{45}K_{90}$	5,8	181	56,0	4322	675
$N_{120}P_{45}K_{90}$	7,2	225	68,7	5249	925
$N_{180}P_{45}K_{90}$	8,2	256	78,4	5986	1148
Навоз 20 т/га 1 раз в 4 года	5,0	156	48,7	3827	572
Навоз 20 т/га 1 раз в 4 года + $N_{90}P_{45}K_{90}$	7,4	231	70,6	5350	921
$НСР_{05}$	0,1				

Окупаемость 1 кг действующего вещества минеральных удобрений, внесенных в дозах $N_{60}P_{45}K_{90}$, составила 10 корм. ед., в повышенных дозах $N_{120-180}P_{45}K_{90}$ – 11 корм. ед., что не уступает зерновым фуражным культурам. Продуктивность сенокоса при внесении навоза (20 т/га 1 раз в 4 года) повысилась на 60%, а при сочетании с $N_{90}P_{45}K_{90}$ – на 124%, окупаемость 1 т навоза составила 187 корм. ед.

Вынос основных питательных веществ находится в прямой зависимости от продуктивности, качества корма и от доз удобрений (табл. 2). Вынос элементов питания не удобряемым травостоем, питание которого происходит за счет естественного плодородия почвы, составил (кг/га): 54 азота, 14 P_2O_5, 48 K_2O в среднем за 1993-2016 гг. При внесении $N_{60-180}P_{45}K_{90}$ потребление травостоями азота увеличилось на 100-241%, фосфора – на 200-243%, калия – на 188-221%.

Таблица 2

Вынос питательных веществ из почвы в среднем за 1993-2016 гг.

Удобрение	Вынос с урожаем трав					
	N		P_2O_5		K_2O	
	кг/га	%	кг/га	%	кг/га	%
Контроль б/у	54	100	14	100	48	100
$N_{60}P_{45}K_{90}$	108	200	42	300	138	288
$N_{120}P_{45}K_{90}$	148	274	48	343	139	290
$N_{180}P_{45}K_{90}$	184	341	48	343	154	321
Навоз 20 т/га 1 раз в 4 года	92	170	27	193	78	162
Навоз 20 т/га 1 раз в 4 года + $N_{90}P_{45}K_{90}$	147	272	53	378	163	340

При внесении 20 т/га навоза (1 раз в 4 года) потребление азота возросло на 70%, фосфора – на 93% и калия – на 62%. При сочетании органических и минеральных удобрений потребление азота увеличилось на 127%, фосфора – на 278%, калия – на 240% по сравнению с контролем. Коэффициент использования минеральных азотных удобрений при внесении повышенных доз $N_{120-180}$ составил 72-78%, при внесении удобрений в дозах $N_{90}P_{45}K_{90}$ и навоза 20 т/га этот показатель повысился до 84% благодаря поступлению азота за счет внедрения бобовых видов.

В результате периодического известкования долголетнего сенокоса (3 раза по 5 т/га внесения извести) активная (актуальная) кислотность почвы сохраняется в течение 70 лет на благоприятном уровне для злаковых травостоев – средне- и слабокислой (табл. 3). Благодаря сохранению аэробных условий в почве, что было установлено специальными исследованиями, поддерживается равновесное состояние между нарастанием подземной массы и ее разложением.

Таблица 3

Агрохимические показатели почвы (0-20 см) долголетнего сенокоса (на 70 год пользования)

Удобрение	Содержание в почве				
	$pH_{сол}$	гумус, %	N,%	P_2O_5, мг/кг	K_2O, мг/кг
Исходное содержание (1946 г.)	4,3	2,03	0,12	50	70
Контроль б/у	5,1	3,83	0,13	48	60
$N_{60}P_{45}K_{90}$	4,9	3,46	0,13	139	64
$N_{120}P_{45}K_{90}$	5,2	3,64	0,11	134	55
$N_{180}P_{45}K_{90}$	4,8	3,47	0,12	98	58
Навоз 20 т/га 1 раз в 4 года	5,4	4,24	0,14	59	55
Навоз 20 т/га 1 раз в 4 года + $N_{90}P_{45}K_{90}$	5,4	4,71	0,13	153	126

Поэтому плодородие почвы повышается в основном за счет содержания гумуса с 2,03 до 4,24-4,71% (табл. 4). Повышение содержания общего азота в почве установлено только на фоне внесения навоза (20 т/га 1 раз в 4 г.). Содержание подвижного фосфора в почве контрольного варианта снизилось на 2 мг по сравнению с исходным уровнем; при внесении минеральных, органических удобрений и органо-минеральных комбинаций содержание фосфора увеличилось до среднего уровня обеспеченности трав. Содержание обменного калия в почве по всем вариантам снизилось по сравнению с исходным показателем на 11-23%. Самое высокое содержание калия в почве (184 мг/кг) отмечено при внесении органо-минеральных удобрений.

Таблица 4

Содержание гумуса, азота, фосфора и калия в почве на 70-ый год использования долголетнего сенокоса в зависимости от применения удобрений

Удобрение	Содержание, в кг/га				Среднегодовое напкопление гумуса, кг/га
	гумус	N,	P_2O_5	K_2O,	
Исходное содержание (1946 г.)	50750	3000	125	175	-
Контроль без удобрений	86175	2925	108	135	506
$N_{60}P_{45}K_{90}$	77850	2700	313	144	387
$N_{120}P_{45}K_{90}$	81900	2475	302	124	445
$N_{180}P_{45}K_{90}$	78075	2700	220	130	390
Навоз 20 т/га 1 раз в 4 года	95400	3150	133	124	638
Навоз 20 т/га 1 раз в 4 года + $N_{90}P_{45}K_{90}$	86175	2925	344	184	789

Важным показателем плодородия дерново-подзолистой почвы является содержание гумуса. За 70-летний период запас гумуса в почве (слой 0-20 см) увеличился на 54-88%. Наиболее высокие темпы среднегодового повышения содержания гумуса установлены при внесении навоза (638-789 кг/га). Снижение темпов гумусообразования в почве на фоне применения смеси N_{60-180}РК обусловлено ускорением минерализации отмершей подземной массы трав. Этой причиной объясняется также снижение содержания азота в почве по сравнению с контролем, который в процессе реутилизации используется растениями. Тенденция повышения содержания азота в почве (на 5%) по сравнению с контролем отмечалась на фоне периодической подкормки навозом, что способствовало внедрению бобовых видов трав в отдельные годы. Запас доступных форм фосфора и калия в почве контрольного варианта существенно снизились – соответственно на 14 и 13% в связи с выносом этих веществ с урожаем трав. При внесении фосфорного удобрения в дозе P_{45} в составе полной смеси запас фосфора в почве увеличился на 76-150%. Обеспеченность почвы обменным калием снизилась по всем фонам применения минеральных удобрений и навоза (20 т/га), только при сочетании минеральных ($N_{90}P_{45}K_{90}$) и органических удобрений (навоз 20 т/га 1 раз в 4 года) установлено увеличение запаса калия в почве (с 70 до 126 мг/кг). При внесении удобрений в дозах $N_{120-180}P_{45}K_{90}$ не только повышается продуктивность сенокоса (с 2,4 до 5,2-6,0 тыс. корм. ед. с 1 га), на 25-56% в среднем за последний период – 47 лет пользования, но одновременно повышается содержание гумуса в почве (на 390-445 кг/га в год). Практическое значение состоит в том, что благодаря долголетнему использования сеяных сенокосов потребность в капитальных вложениях на перезалужение снижается в 8-10 раз.

Лирература

1. Вильямс В.Р. Луговодство и кормовая площадь. М. сельхозгиз. 1931. 155 с.
2. Привалова К.Н. Продукционная и средообразующая роль самовозобновляющихся злаковых пастбищных травостоев // Кормопроизводство. 2007. №2. С. 6 – 8.
3. Косолапов В.М., Шамсутдинов З.Ш., Ившин Г.И. и др. Основные виды и сорта кормовых культур: Итоги научной деятельности Центрального селекционного центра / ФГБНУ ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса РАН. М.: Наука, 2015. 545 с.
4. Шамсутдинов З.Ш., Писковацкий Ю.М., Новоселов М.Ю. и др. Селекция и семеноводство кормовых культур в России: результаты и стратегические направления // Адаптивное кормопроизводство. 2014. №2 (18). – С. 12-23.
5. Шамсутдинов З.Ш., Тюрин Ю.С., Пилипко С.В. и др. Итоги научной денятельности селекционного центра за 2014 год и задачи на ближайшие 3 года // Адаптивное кормопроизводство. 2015. №2 (22). С. 6 – 19.
6. Шамсутдинов З.Ш., Писковацкий Ю.М., Новоселов М.Ю. и др. Достижения, приоритетные направления и задачи селекции и семеноводства кормовых культур // Кормопроизводство. 2016. №8. С. 27 – 34.
7. Золотарев В.Н., Лебедева Н.Н. Влияние доз и сроков внесения азотных удобрений на формирование структуры и продуктивность разновозрастных семенных травостоев диплоидной и тетраплоидной овсяницы луговой // Агрохимия. 2003. №3. С. 44 – 51.

8. Кутузова А.А. Прогноз роли луговых агроэкосистем в кормопроизводстве // Кормопроизводство. 2007. №10. С. 2 – 4.

9. Кутузова А.А., Тебердиев Д.М., Привалова К.Н. и др. Этапы развития луговодства, достижения и перспективы // Кормопроизводство. 2012. №6. С. 8 – 10.

10. Тебердиев Д.М., Кулаков В.А., Родионова А.В. Продуктивный потенциал и качество корма сенокосов и пастбищ // Животноводство России. 2010. №9. С. 45 – 50.

11. Тебердиев Д.М., Родионова А.В. Агроэнергетическая и экономическая эффективность создания долголетних сенокосов // Кормопроизводство. 2010. №10. С. 12 – 15.

12. Ресурсосберегающие технологии улучшения сенокосов и пастбищ в Центрально-Черноземном районе (Руководство). М.: ООО «Угрешская типография». 2012. 54 с.

13. Трофимова Л.С., Кулаков В.А., Новиков С.А. Продуктивный и средообразующий потенциал агрофитоценозов и пути его повышения // Кормопроизводство. 2008. №9. С. 17 – 19.

14. Жезмер Н.В. Энергосберегающая технология самовозобновляющихся долголетних сенокосов // Кормопроизводство. 2009. С. 10 – 13.

References

1. Vil'jams V.R. Lugovodstvo i kormovaja ploshhad'. M. sel'hozgiz. 1931. 155 s.

2. Privalova K.N. Produkcionnaja i sredoobrazujushhaja rol' samovozobnovljajushhihsja zlakovyh pastbishhnyh travostoev // Kormoproizvodstvo. 2007. №2. S. 6 – 8.

3. Kosolapov V.M., Shamsutdinov Z.Sh., Ivshin G.I. i dr. Osnovnye vidy i sorta kormovyh kul'tur: Itogi nauchnoj dejatel'nosti Central'nogo selekcionnogo centra / FGBNU VNII kormov im. V.R. Vil'jamsa RAN. M.: Nauka, 2015. 545 s.

4. Shamsutdinov Z.Sh., Piskovackij Ju.M., Novoselov M.Ju. i dr. Selekcija i semenovodstvo kormovyh kul'tur v Rossii: rezul'taty i strategicheskie napravlenija // Adaptivnoe kormoproizvodstvo. 2014. №2 (18). – S. 12-23.

5. Shamsutdinov Z.Sh., Tjurin Ju.S., Pilipko S.V. i dr. Itogi nauchnoj denjatel'nosti selekcionnogo centra za 2014 god i zadachi na blizhajshie 3 goda // Adaptivnoe kormoproizvodstvo. 2015. №2 (22). S. 6 – 19.

6. Shamsutdinov Z.Sh., Piskovackij Ju.M., Novoselov M.Ju. i dr. Dostizhenija, prioritetnye napravlenija i zadachi selekcii i semenovodstva kormovyh kul'tur // Kormoproizvodstvo. 2016. №8. S. 27 – 34.

7. Zolotarev V.N., Lebedeva N.N. Vlijanie doz i srokov vnesenija azotnyh udobrenij na formirovanie struktury i produktivnost' raznovozrastnyh semennyh travostoev diploidnoj i tetraploidnoj ovsjanicy lugovoj // Agrohimija. 2003. №3. S. 44 – 51.

8. Kutuzova A.A. Prognoz roli lugovyh agrojekosistem v kormoproizvodstve // Kormoproizvodstvo. 2007. №10. S. 2 – 4.

9. Kutuzova A.A., Teberdiev D.M., Privalova K.N. i dr. Jetapy razvitija lugovodstva, dostizhenija i perspektivy // Kormoproizvodstvo. 2012. №6. S. 8 – 10.

10. Teberdiev D.M., Kulakov V.A., Rodionova A.V. Produktivnyj potencial i kachestvo korma senokosov i pastbishh // Zhivotnovodstvo Rossii. 2010. №9. S. 45 – 50.

11. Teberdiev D.M., Rodionova A.V. Agrojenergeticheskaja i jekonomicheskaja jeffektivnost' sozdanija dolgoletnih senokosov // Kormoproizvodstvo. 2010. №10. S. 12 – 15.

12. Resursosberegajushhie tehnologii uluchshenija senokosov i pastbishh v Central'no-Chernozemnom rajone (Rukovodstvo). M.: OOO «Ugreshskaja tipografija». 2012. 54 s.

13. Trofimova L.S., Kulakov V.A., Novikov S.A. Produktivnyj i sredoobrazujushhij potencial agrofitocenozov i puti ego povyshenija // Kormoproizvodstvo. 2008. №9. S. 17 – 19.

14. Zhezmer N.V. Jenergosberegajushhaja tehnologija samovozobnovljajushhihsja dolgoletnih senokosov // Kormoproizvodstvo. 2009. S. 10 – 13.

Rodionova A.V., Candidate of Agricultural Sciences (Ph.D.),
Teberdiev D.M., Doctor of Agricultural Sciences (Advanced Doctor),
Federal State-Funded Institution of Science "All-Russian Research Institute of Fodder V.R. Williams"

PRODUCTIVITY OF THE LONG-TERM SEED AND THE FERTILITY OF STERN-PODZOLIC SOILS

Abstract: the aim of the research is to establish patterns of variation in sown agrophytocenosis, their productivity and soil fertility in hayfields, depending on the level of mineral nutrition, based on long-term use for 70 years (without recharge). The yield of herbage without fertilizers was 3,2 t/ha dry matter (DM), high-yielding herbage of hayfield type (7,2-8,2 t/ha) is formed by applying a full range of fertilizers with a nitrogen dose of 120-180 kg/ha on an average for the last years (1993-2016). The reserves of available forms of phosphorus and potassium in the soil of the control variant significantly decreased by 14 and 13%, respectively, due to the removal of these substances with the harvest of grasses. The phosphorus reserve in the soil increased by 76-150% when phosphorus fertilizer was applied in a dose of P_{45} in the composition of the complete mixture. The availability of exchangeable potassium in all variants with different doses of mineral fertilizers and manure (20 t/ha), potassium content in the soil (from 70 to 126 mg/kg) increased only in the application of a combination of mineral ($N_{90}P_{45}K_{90}$) and organic fertilizers (manure 20 t/ha 1 time in 4 years). The productivity of hayfield increased by 125-156% (from 2.4 to 5.2-6.0 thousand feed units /ha) on average for 70 years of use, and the humus content in the soil is increased (by 390-445 kg / ha per year) at the same time with the application of fertilizers in doses $N_{120-180}P_{45}K_{90}$. Practical application of scientific results consists in the fact that the need for capital investments for re-laying is reduced by 8-10 times due to the long-term use of sowing hayfields.

Keywords: grass stand, hayfield, yield, fertilization, soil fertility

Рожмина Т.А., доктор биологических наук, директор,
Павлова Л.Н., кандидат сельскохозяйственных наук,
заместитель директора, заведующая отделом селекции,
Всероссийский научно-исследовательский институт льна,
Мельникова Н.В., старший научный сотрудник,
Институт молекулярной биологии им. В.А. Энгельгардта РАН,
Голубева Л.М., старший научный сотрудник,
Всероссийского научно-исследовательского института льна

РОЛЬ ГЕНОФОНДА ЛЬНА В СЕЛЕКЦИИ НА АДАПТИВНОСТЬ

Аннотация: в работе отражены результаты скрининга генофонда льна по устойчивости к стрессовым факторам среды: засухе, дефициту цинка и низким значениям pH почвы, болезням. У льна выявлен рецессивный ген, детерминирующий устойчивость к сильнокислой pH почвы. Идентифицировано 8 генов устойчивости к фузариозному увяданию и на их основе созданы конкурентоспособные сорта льна-долгунца – Сурский и Цезарь. Сорт Цезарь устойчив к четырем болезням льна – ржавчине, фузариозному увяданию, антракнозу и пасмо.

Ключевые слова: устойчивость, лен, засуха, фузариозное увядание, кислотность почв

Лен-долгунец является стратегической культурой России. В связи с утратой основных регионов производства хлопка-сырца в льняном сырье нуждается не только текстильная, но и фармацевтическая, химическая промышленность, оборонный комплекс другие отрасли народного хозяйства. Около 10% трудоспособного населения занято в данном секторе экономике.

Вместе с тем, площадь посева под культурой только за последнее десятилетие сократилась почти в 2 раза, что усилило дефицит волокнистого сырья. Ежегодная потребность в льноволокне составляет 130 тыс. тонн при фактическом его производстве в 3 раза меньше [1].

Для решения проблемы сырьевого обеспечения страны важнейшая роль принадлежит селекции, направленной на создание высокопродуктивных сортов льна-долгунца, обладающих широким адаптивным потенциалом на основе использования мирового генофонда культуры. Следует отметить, что коллекция льна, созданная во ВНИИЛ, является одной из крупнейших в мире (насчитывает свыше 7 тыс. образцов рода *Linum* из 76 стран мира) и охватывает практически все генетическое разнообразие этой культуры, что позволяет создавать сорта, отвечающие различным требованиям рынка.

Современные отечественные сорта льна-долгунца имеют потенциальную урожайность волокна на уровне 25 ц/га [2]. Однако реализация их потенциала в производственных условиях, как правило, не превышает 45%, что в значительной мере обусловлено влиянием неблагоприятных факторов среды.

По мнению академика А.А. Жученко селекционные программы должны быть направлены на придание сортам устойчивости к тем стрессорам, которые в наибольшей степени ограничивают величину и качество урожая [3]. Такими стрессорами для льна-долгунца являются засуха, дефицит цинка и низкие значения pH почвы (4,5 и менее), а также болезни, прежде всего, фузариозное увядание.

Для решения обозначенной проблемы совместно с учеными Европейской рабочей группой при ФАО ООН, а также Канады и Китая была создана сеть для экологических испытаний льна. В результате испытаний образцов льна-долгунца в различных льносеющих странах – Франция, Чехия, Румыния, Р. Беларусь и России выявлены сорта, характеризующиеся низкой вариабельностью хозяйственно ценных признаков, которые предложены в качестве как российских, так и международных стандартов при изучении генофонда культуры [4]. Наличие надежных сортов-стандартов является важнейшим условием успешного решения задач, направленных на повышение устойчивости создаваемых сортов льна к неблагоприятным факторам среды.

Основным лимитирующих факторов получения гарантированного урожая льноволокна в условиях Нечерноземной зоны РФ является засуха в период «быстрый рост – цветение». С целью выявления форм устойчивых к засухе в данный период вегетации были проведены сравнительные испытания 150 коллекционных образцов льна в условиях России – Северо-Кавказский (Краснодарский кр.), Северо-Западный (Тверская обл.) регионы и Канады – провинция Саскатчеван (г. Саскатун) [5]. В результате сильной засухи (ГТК < 1), которая регулярно отмечается в условиях Краснодарского края и провинции Саскатчеван (Канада) в критический период роста и развития растений льна-долгунца, снижение высоты растений у большинства испы-

тываемых образцов по сравнению с оптимальными условиями (контроль), которые сложились в Северо-Западном регионе РФ (г. Торжок), достигало 25% и более (высота составляла 60-70 см при оптимальных условиях - 80-90 см), высота растений находилась на уровне стандарта – сорта масличного льна Воронежский 1308. В то время, как у высокорослых сортов льна-долгунца №1 и №2 из Китая снижение высоты растений составило 5 и 11%, соответственно (табл. 1). Таким образом, сочетание в сорте таких признаков как высокорослость и устойчивость к засухе позволяет обеспечить гарантированное получение урожая льноволокна при неблагоприятных погодных условиях в критический период роста и развития растений льна-долгунца.

Таблица 1

Изменчивость признака «высота растений» у сортов льна-долгунца в зависимости от условий выращивания (Северо-Западный и Северо-Кавказский регионы России)

Сорт		Высота растений, см		% к контролю
название	происхождение	Торжок – контроль	Краснодар	
Сорт 1	*Китай*	97,5	92,5	94,9
Сорт 2		98,5	87,0	89,2
Лазурный	*Россия*	77,0	63,9	83,0
Escalina	*Голландия*	86,0	73,6	85,6
Evelin		78,5	66,3	84,5
Elisa		79,5	63,7	80,1
Laura		78,5	61,4	78,2
Regina		81,0	62,9	77,7
Ariane		85,0	65,4	76,9
Viking	*Франция*	79,0	63,0	79,7
Hermes		82,5	58,6	71,0
Nike	*Польша*	85,5	55,4	64,0
Воронежский 1308 – ст.		64,0	62,0	96,9
$НСР_{0,05}$		11,3	12,2	

Следует отметить, что устойчивость к засухе китайских сортов есть результат искусственного и естественного стабилизирующего отборов (отбор высокорослых и засухоустойчивых форм), что и обеспечивает закрепление полученных результатов и максимальную надежность их воспроизведения.

Не менее значимую роль в реализации биологического потенциала сортов льна-долгунца имеет устойчивость их к неблагоприятным эдафическим факторам среды. Лен относится к числу культур, характеризующихся высокой чувствительностью, как к изменению кислотности, так и сбалансированности почв по макро- и микроэлементному составу. При этом в Нечерноземной зоне РФ доля пашни с низкой обеспеченностью доступным цинком составляет около 50%, а оптимальным значением pH почвенного раствора всего около 20% (со средней и сильной кислотностью – свыше 20% и близкой к нейтральной pH почвенного раствора – около 60%).

В связи с этим, впервые в мировой практике был проведен скрининг генофонда культуры по кислотоустойчивости на основе оценки совокупности показателей, определяющих продуктивность и качество волокна на селективных фонах [6]. Выявлены источники устойчивости к сильнокислой pH почвы (pH_{KCl} < 4,5; Al^{+3} – 11,07 мг/100 г почвы): Hermes (*Франция*), л. Сальдо х Могилевский, Белита, АР-7 (*Россия*, 5326*), Глазовский кряж (к-1039) и другие. Наиболее неустойчивыми к сильновысокой pH почвы оказались сорта Marina (Голландия) и Лира (Р. Беларусь) [7].

С использованием компьютерной программы имитационного моделирования А.Ф. Мережко (2002) проведен анализа расщепления в гибридных популяциях F_2 и F_3 от скрещивания контрастных по устойчивости форм на сильнокислом фоне [8]. Установлено, что устойчивость к сильнокислой pH почвы у сортов льна-долгунца Hermes и Белита детерминируется моногенно, определяется рецессивными генами.

Методом высокопроизводительного анализа секвенировано 16 транскриптомов растений льна, выращенных в контрольных условиях и после 4, 12 и 24 ч. воздействия Al^{3+} при повышенной кислотности. Выявлены гены с повышенной и пониженной экспрессией при воздействии Al^{3+}. Установлено, что большинство генов с повышенной экспрессией вовлечены в трансмембранный транспорт. На расширенной выборке из 80 растений методом ПЦР показано повышение экспрессии генов, кодирующих UDP-гликозилтрансферазы, глутатион-S-трансферазы и H^+/Ca^{2+} -обменник CAX3, особенно у устойчивых сортов льна [9].

Другая проблема, на которой следует остановиться – это «физиологическое угнетение льна», наблюдаемое во многих льносеющих регионах России и ряда других стран на известкованных почвах, которое приводит к существенному снижению урожая и качества льнопродукции. Основным способом борьбы с данным заболеванием является внесение цинка.

Для дифференциации образцов льна по устойчивости к стрессовым эдафическим факторам, вызывающих заболевание использовалась почва с pH 7,5, в то время, как оптимальной для культуры является pH 5,0-5,4. Из-за высоких значений pH содержание подвижных форм цинка в почве было низким. Варианты опыта: низкое (естественный фон) и оптимальное содержание в почве подвижных форм цинка (искусственное доведение содержание цинка в почве до оптимального уровня).

Проведенные исследования позволили выявить генотипы льна устойчивые к комплексу стрессовых эдафических факторов - избыток кальция, дефицит цинка и др. - Nike, Ленок, Norlin, № 3871 (к-5627). Ряд образцов (ГДС 3, Е-68, Тверской, К-6, Artemida, Дашковский, Белочка, Оршанский 2) проявили устойчивость к избытку кальция, но оказались неустойчивы к дефициту цинка в почве [10]. При этом некоторые образцы (К-65, Лира, Могилевский, Marina, Ariana, к-2087) не проявили отзывчивости на внесение цинка в почву (фон II). Следовательно, наиболее перспективным направлением решения данной проблемы является создание сортов льна-долгунца устойчивых к комплексу эдафических факторов, вызывающих «физиологическое угнетение», на основе широкого использования мирового генофонда культуры.

Болезни льна остаются важнейшим фактором снижения урожая и качества продукции. Наиболее вредоносным и распространенным заболеванием льна является фузариозное увядание.

Для повышения эффективности селекции льна на устойчивость к фузариозному увяданию разработана селекционно-генетическая технология, включающая [11]:

- выявление источников устойчивости на жестком инфекционно-провокационном фоне, включающих высокоагрессивные изоляты из различных регионов льносеяния, как РФ, так и других стран;
- определение число генов устойчивости и их идентификация;
- выбор системы селекции на устойчивость к болезни с учетом биологических особенностей льна и возбудителя *F. oxysporum f. lini*;
- введение генов устойчивости в лучшие селекционные линии.

В результате оценки мирового генофонда льна выявлены генотипы, обладающие высоким уровнем устойчивости, как к популяции *F. oxysporum,* так и отдельным наиболее агрессивным изолятам патогенна, что указывает на наличие у них эффективных генов резистентности.

Для определения генов устойчивости был проведен анализ популяций F_2 и F_3 от скрещивания контрастных по устойчивости форм на фоне с популяцией возбудителя, а также в контролируемых условиях при оптимальном для развития патогена температурном режиме (t +25°C) на фоне с высокоагрессивным изолятом №39. На основе полученного характера расщепления установлен доминантный моногенный контроль устойчивости к фузариозному увяданию у большинства исследуемых линий.

С целью идентификации выявленных генов устойчивости был использован фитопатологический тест. Проводилась оценка тестируемых линий на устойчивость к популяции *F. oxysporum* и отдельным высокоагрессивным расам возбудителя. Следует отметить, что у данного патогена идентифицировано 16 рас, из них наиболее вирулентные – №№5, 12 и 15, которые и были включены в изучение.

На основе тестирования генетические различия по признаку устойчивости к фузариозному увяданию были выявлены только у двух линий - к-3510 (Roja, л. 8) и к-3978 (Currong, л. 3). Все другие исследуемые образцы проявили высокий уровень резистентонсти, как к популяции возбудителя, так и к отдельным моноизолятам. Этот факт можно объяснить тем, что идентифицированные у льна R-

гены представляют собой блоки тесно сцепленных генов, которые и обеспечивают эффект моногенного контроля.

Идентификация генов устойчивости к заболеванию у исследуемых линий была продолжена с помощью гибридологического анализа F_2. В большей части гибридных комбинаций F_2 от циклических скрещиваний изучаемых высокоустойчивых линий между собой наблюдалось дигенное расщепление, что свидетельствует о моногенном контроле устойчивости и не идентичности генов.

В ряде гибридных комбинаций выявлено отсутствие расщепления, что свидетельствует об идентичности их генов устойчивости. В результате выполненных исследований у льна идентифицировано 8 эффективных генов устойчивости к фузариозному увяданию, один из которых был известен ранее – ген *Fu 2* у сорта Dakota. При этом ген *Fu 3* сорта Punjab, как показали результаты фитопатологического тестирования, в условиях России не представляет селекционной ценности. Таким образом, сформирована генетическая коллекция, включающая 19 генетических источников устойчивости к заболеванию (табл. 2).

Таблица 2

Список идентифицированных генов устойчивости к фузариозному увяданию у льна [12]

Ген	Линия	Автор
Fu 1 /fu1	Dakota, л. 48-94 (отб. к-3218, США)	Knowles et al., 1955
*Fu 2 /fu2**	Dakota, л. 48-94 (отб. к-3218, США) Dakota, л. 8 (отб. к-3218, США) Clark, л.3 (отб. к- 5651, Голландия)	Knowles et al., 1955 Рожмина, 2000 Рожмина, 2012
Fu 3 /fu3	Punjab, л. 53 (отб. к-3217, Индия)	Knowles et al., 1956
*Fu 4 /fu4**	Г-4729, л. 3 (отб. к-5240, Россия) № 340, л. 7 (отб. к-4263, Аргентина) Areco, л.4 (отб. к-5568, Голландия) Atalante, л.2 (отб. к-5575, Голландия) № 3896 (отб. к-5635, Россия)	Рожмина, 1989 Рожмина, 1994 Рожмина, 2005 Рожмина, 2005 Рожмина, 2010
*Fu 5 /fu5**	Querandi, л. 1 (отбор к-4241, Аргентина) К-65, л.1 (отб. к-6266, Беларусь)	Рожмина, 1994 Рожмина, 2012
*Fu 6 /fu6**	Currong, л. 3 (отб. к-3978, Австралия)	Рожмина, 1994
*Fu 7 /fu7**	Roja, л. 8 (отб. к-3510, Канада) Siciliana 285, л.3 (отб. к- 4056, Италия)	Рожмина, 1994 Рожмина, 2008
*Fu 8 /fu8**	г-2101-4 –7 (отб. к-5588, Россия) Родник, л.8 (отб. к-5064, Беларусь) Z 95199 (отб. к-6385, Румыния) Honkei 21 (отб. к-5383, Китай)	Рожмина, 1997 Рожмина, 2000 Рожмина, 2008 Рожмина, 2009
*Fu 9 /fu9**	Родник, л.8 (отб. к-5064, Беларусь) Русич (Россия) Смолич (Росиия)	Рожмина, 2002 Рожмина, 2014 Рожмина, 2015
*Fu 10 /fu10**	Linota, л.12 (отб. от к-1771, Аргентина)	Рожмина, 2005

** эффективный в условиях Российской Федерации*

Поскольку устойчивость к фузариозному увяданию у исследованных линий определяется доминантными генами расоспецифической устойчивости, то для создания линий - аналогов применялся метод многократного непрерывного беккросса. При этом устойчивые формы использовались в качестве материнской формы, а высокопродуктивный, но сильновосприимчивый генотип АР 5 в качестве рекуррентного родителя.

Как показали проведенные исследования, двух непрерывных беккроссов устойчивых форм, обладающих различными R-генами, с высокопродуктивной, но сильновосприимчивой формой при условии жесткого отбора на инфекционном фоне оказалось достаточно для большей части гибридов, чтобы довольно полно приблизить гибридный материал к высокопродуктивному рекуррентному родителю.

В результате исследований создано четыре конкурентоспособных сорта льна-долгунца, обладающих различными генами устойчивости. Из них два сорт – Сурский и Цезарь включены в Госре-

естр селекционных достижений с 2017 года. Сорт Сурский характеризуется не только высокой урожайностью волокна, но и семян (более 10 ц/га). Высокоустойчив к фузариозному увяданию (ген Fu 8) и ржавчине. Сорт Цезарь не только обладает высокой продуктивностью и качеством волокна, но и характеризуется комплексной устойчивостью к четырем заболеваниям (устойчивость к фузариозному увяданию детерминируется геном Fu 5). Расширение посевов по данными сортами льна-долгунца позволит существенно снизить пестицидную нагрузку на окружающую среду, что особенно важно в современных условиях, тем более, что 2017 год объявлен годом экологии.

Таким образом, созданы предпосылки для широкого использование генетического разнообразия льна в селекционных программах, направленных на обеспечение стабилизации и дальнейшего неуклонного роста урожая и качества льнопродукции.

Литература

1. Рожмина Т.А. Понажев В.П. Состояние и перспективы развития льняного сектора России. Ж. «Вестник Российской академии естественных наук» по секции межотраслевых системных исследований. 2015. С. 59 – 63.

2. Павлова Л.Н., Рожмина Т.А., Лошакова Н.И., Герасимова Е.Г. Основные направления селекционной работы по льну-долгунцу. Ж «Труды Кубанского государственного аграрного университета» №54 по материалам Международной конференции, 13-20.2015 г., г. Ялта, С. 241 – 244.

3. Жученко А.А. Адаптивное растениеводство (эколого-генетические основы). Теория и практика. В трех томах. Том I. Проблемы адаптации в сельском хозяйстве XXI века. Значение адаптивного потенциала культурных видов растений. Стратегия адаптивной интенсификации растениеводства. Издательство: Агрорус, 2008.

4. Жученко А.А., мл., Рожмина Т.А. Понажев В.П., Павлова Л.Н., Тихомирова В.Я., Сорокина О.Ю., Павлов Е.И., Поздняков Б.А., Усанова З.И. Эколого-генетические основы селекции льна-долгунца. Тверь: Твер. Гос. ун-т. 2009. 272 с.

5. Diederichsen A., Rozhmina T, Zhuchenko A. Jr., Richards K. Screening for adaptation in flax (*Linum usitatissimum L.*) germoplasm accessions based on field trials in Canada and Russia/ IPGRI/FAO. Plant Genetic Resources Newsletter. № 146. Rome, Italy. 2006. p. 9-16.

6. Сорокина О.Ю., Рожмина Т.А., Айропитян Л.Б. Хрусталева Е.А. Патент на изобретение № 2314679 от 20 января 2008 г. Способ определения устойчивости генотипов льна к изменению кислотности почвенного раствора.

7. Кишлян Н.В., Рожмина Т.А. Оценка генофонда льна культурного (L. usitatissimum L.) по кислотоустойчивости. Ж. «Сельскохозяйственная биотехнология». 2010. с. 96-103.

8. Особенности наследования кислотоустойчиволсти у льна / Актуальные проблемы селекции и технологии возделывания полевых культур. Материалы международной научно-практической конференции: Киров: ФГБОУ ВПО Вятская ГСХА, 2013. С. 56 – 58.

9. Alexey A. Dmitriev, George S. Krasnov, Tatiana A. Rozhmina, Natalya V. Kishlyan, Alexander V. Zyablitsin, Asiya F. Sadritdinova, Anastasiya V. Snezhkina, Maria S. Fedorova, Olga Y. Yurkevich, Olga V. Muravenko, Nadezhda L. Bolsheva, Anna V. Kudryavtseva and Nataliya V. Melnikova. Glutathione S-transferases and UDP-glycosyltransferases Are Involved in Response to Aluminum Stress in Flax. ORIGINAL RESEARCH ARTICLE. Front. Plant Sci., 21 December 2016 | https://doi.org/10.3389/fpls.2016.01920

10. Рожмина Т.А. Толерантность образцов коллекции льна к эдафическим стрессам / Научное обеспечение агропромышленного комплекса Поволжья и сопредельных территорий. Материалы научной конференции. Пенза: РИО ПГСХА, 2009. С. 127 – 132.

11. Рожмина Т.А., Лошакова Н.И. Образцы прядильного и масличного льна (*Linum usitatissimum* L.) – источники эффективных генов устойчивости к фузариозному увяданию и ее зависимость от температуры. Ж. Сельскохозяйственная биология. 2016. Т. 51. №3. С. 310 – 317.

12. Рожмина Т.А. Селекционно-ценные гены устойчивости к фузариозному увяданию у льна. Ж «Достижения науки и техники АПК». 2015. №12. С. 47 – 49.

References

1. Rozhmina T.A. Ponazhev V.P. Sostojanie i perspektivy razvitija l'njanogo sektora Rossii. Zh. «Vestnik Rossijskoj akademii estestvennyh nauk» po sekcii mezhotraslevyh sistemnyh issledovanij. 2015. S. 59 – 63.
2. Pavlova L.N., Rozhmina T.A., Loshakova N.I., Gerasimova E.G. Osnovnye napravlenija selekcionnoj raboty po l'nu-dolguncu. Zh «Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta» №54 po materialam Mezhdunarodnoj konferencii, 13-20.2015 g., g. Jalta, S. 241 – 244.
3. Zhuchenko A.A. Adaptivnoe rastenievodstvo (jekologo-geneticheskie osnovy). Teorija i praktika. V treh tomah. Tom I. Problemy adaptacii v sel'skom hozjajstve XXI veka. Znachenie adaptivnogo potenciala kul'turnyh vidov rastenij. Strategija adaptivnoj intensifikacii rastenievodstva. Izdatel'stvo: Agrorus, 2008.
4. Zhuchenko A.A., ml., Rozhmina T.A. Ponazhev V.P., Pavlova L.N., Tihomirova V.Ja., Sorokina O.Ju., Pavlov E.I., Pozdnjakov B.A., Usanova Z.I. Jekologo-geneticheskie osnovy selekcii l'na-dolgunca. Tver': Tver. Gos. un-t. 2009. 272 s.
5. Diederichsen A., Rozhmina T, Zhuchenko A. Jr., Richards K. Screening for adaptation in flax (Linum usitatissimum L.) germoplasm accessions based on field trials in Canada and Russia/ IPGRI/FAO. Plant Genetic Resources Newsletter. № 146. Rome, Italy. 2006. p. 9-16.
6. Sorokina O.Ju., Rozhmina T.A., Ajropitjan L.B. Hrustaleva E.A. Patent na izobretenie № 2314679 ot 20 janvarja 2008 g. Sposob opredelenija ustojchivosti genotipov l'na k izmeneniju kislotnosti pochvennogo rastvora.
7. Kishljan N.V., Rozhmina T.A. Ocenka genofonda l'na kul'turnogo (L. usitatissimum L.) po kislotoustojchivosti. Zh. «Sel'skohozjajstvennaja biotehnologija». 2010. s. 96-103.
8. Osobennosti nasledovanija kislotoustojchivolsti u l'na / Aktual'nye problemy selekcii i tehnologii vozdelyvanija polevyh kul'tur. Materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii: Kirov: FGBOU VPO Vjatskaja GSHA, 2013. S. 56 – 58.
9. Alexey A. Dmitriev, George S. Krasnov, Tatiana A. Rozhmina, Natalya V. Kishlyan, Alexander V. Zyablitsin, Asiya F. Sadritdinova, Anastasiya V. Snezhkina, Maria S. Fedorova, Olga Y. Yurkevich, Olga V. Muravenko, Nadezhda L. Bolsheva, Anna V. Kudryavtseva and Nataliya V. Melnikova. Glutathione S-transferases and UDP-glycosyltransferases Are Involved in Response to Aluminum Stress in Flax. ORIGINAL RESEARCH ARTICLE. Front. Plant Sci., 21 December 2016 | https://doi.org/10.3389/fpls.2016.01920
10. Rozhmina T.A. Tolerantnost' obrazcov kollekcii l'na k jedaficheskim stressam / Nauchnoe obespechenie agropromyshlennogo kompleksa Povolzh'ja i sopredel'nyh territorij. Materialy nauchnoj konferencii. Penza: RIO PGSHA, 2009. S. 127 – 132.
11. Rozhmina T.A., Loshakova N.I. Obrazcy prjadil'nogo i maslichnogo l'na (Linum usitatissimum L.) – istochniki jeffektivnyh genov ustojchivosti k fuzarioznomu uvjadaniju i ee zavisimost' ot temperatury. Zh. Sel'skohozjajstvennaja biologija. 2016. T. 51. №3. S. 310 – 317.
12. Rozhmina T.A. Selekcionno-cennye geny ustojchivosti k fuzarioznomu uvjadaniju u l'na. Zh «Dostizhenija nauki i tehniki APK». 2015. №12. S. 47 – 49.

Rozhmina T.A., Doctor of Biological Sciences (Advanced doctor), Director,
Pavlova L.N., Candidate of Agricultural Sciences (Ph.D.),
the Deputy Director, Managing Department of Selection,
All-Russia Scientific Research Institute of Flax,
Melnikova N.V., Senior Research Officer,
Institute of Molecular Biology of the Russian Academy of Sciences,
Golubeva L.M., Senior Research Officer,
All-Russia Scientific Research Institute of Flax

ROLE OF A GENOFUND OF FLAX IN SELECTION ON ADAPTABILITY

Abstract: in work results of screening of a genofund of flax on resistance to stressful factors of environment are reflected: to a drought, deficiency of zinc and low values pH soils, to diseases. At flax it is revealed recessive a gene determining resistance to low values pH soils. Eight genes of resistance to fusarial wilt are identified and on their basis competitive variety of fibre-flax – Sursky and Zesar' are created. The variety Zesar' is steady against four illnesses of flax – a rust, fusarial wilt, anthracnose and pasmo.

Keywords: resistance, flax, drought, fusarial wilt, acidity of soils