

**УСПЕХИ СОВРЕМЕННОЙ
НАУКИ**

№9, Том 2, 2017 год

Главный редактор журнала:
кандидат технических наук,
доцент

Клюев Сергей Васильевич

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

ISSN 2412-6608



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. Александрия) – 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



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 01.09.2017 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 виворцами, 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 неустойчивому 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 Мансгелдорф: "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!

Организационный комитет конференции выражает глубокую благодарность Губернатору Белгородской области, чл-корр. РАН Евгению Степановичу Савченко за моральную и финансовую поддержку в проведении Международной научно-практической конференции, посвящённой гению науки Н.И.Вавилову.

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

Глазко В.И., Глазко Т.Т. ДОМСТИКАЦИЯ И ЗАКОН ГОМОЛОГИЧЕСКИХ РЯДОВ В НАСЛЕДСТВЕННОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ Н.И. ВАВИЛОВА	8
Глинушкин А.П., Соколов М.А. РОЛЬ ГУМУСА ПОЧВЫ В АДАПТАЦИИ АГРОСФЕРЫ К ИЗМЕНЕНИЮ КЛИМАТА ЗЕМЛИ	15
Голубкина Н.А., Рыфф Л.Э., Крайнюк Е.С., Багрикова Н.А. ОСОБЕННОСТИ НАКОПЛЕНИЯ СЕЛЕНА НЕКОТОРЫМИ РАСТЕНИЯМИ ЮЖНОГО ПОБЕРЕЖЬЯ КРЫМА	20
Голубкина Н.А., Амагова З.А., Мацадзе В.Х. МОНИТОРИНГ СОДЕРЖАНИЯ СЕЛЕНА В ОБЪЕКТАХ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ЧЕЧЕНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ	28
Грязнов М.Ю., Тоцкая С.А., Ромашкина С.И. ВЛИЯНИЕ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ <i>AMMI MAJUS</i> L.	35
Jan Diek van Mansvelt HISTORIC AND ACTUAL AWARENESS OF SOIL FERTILITY IN AGRICULTURE: RUSSIA – WESTERN EUROPE – USA: DRAFT OF A SURVEY	40
Дронова Т.Н., Бурцева Н.И., Молоканцева Е.И. МНОГОЛЕТНИЕ БОБОВЫЕ ТРАВЫ – ГЛАВНЫЙ РЕЗЕРВ БИОЛОГИЗАЦИИ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ В НИЖНЕМ ПОВОЛЖЬЕ	51
Дронова Т.Н., Земляницына С.В. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ БИШОФИТА ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЭСПАРЦЕТА ПЕСЧАНОГО В НИЖНЕМ ПОВОЛЖЬЕ	57
Жевора С.В., Старовойтов В.И., Старовойтова О.А., Манохина А.А. ВЛИЯНИЕ ГУМАТОВ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ КАРТОФЕЛЯ	61
Жученко А.А. (мл.) МОБИЛИЗАЦИЯ МИРОВЫХ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ РАСТЕНИЙ	68
Заикин В.В., Амелин А.В. АДАПТИВНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ГЕНОФОНДА ГРЕЧИХИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В СЕЛЕКЦИИ	75
Захаренко В.А. БИОБЕЗОПАСНОСТЬ И ПОТЕНЦИАЛ ПРОДУКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТРАНСГЕННЫХ РАСТЕНИЙ В АГРОЭКОСИСТЕМАХ РОССИИ	82
Зейналов А.С. СТАБИЛИЗАЦИЯ ФИТОСАНИТАРНОЙ ОБСТАНОВКИ ПУТЕМ ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОГО УПРАВЛЕНИЯ ФУНКЦИОНИРОВАНИЕМ АГРОЭКОСИСТЕМ СМОРОДИНЫ	88

- Зейналов А.С.**
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ И ФИТОСАНИТАРНЫЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА В НАСАЖДЕНИЯХ ПЛОДОВЫХ КУЛЬТУР 94
- Изверская Т.Д., Гендов В.С., Сыродоев Г.Н.**
КРИТИЧЕСКИ УГРОЖАЕМЫЕ ВИДЫ СОСУДИСТОЙ ФЛОРЫ БАССЕЙНА РЕКИ ДНЕСТР В РЕСПУБЛИКЕ МОЛДОВА: ПРОГНОЗ ПОВЕДЕНИЯ В НОВЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ 101
- Исмаилова Г.З., Ибрагимов Е.Р., Талаи Дж.М., Шихлинский Г.М.**
ОЦЕНКА ФИТОПАТОЛОГИЧЕСКОЙ МУЧНИСТОЙ РОСЯНКИ С ИНТРОДУЦИРОВАННЫМИ ЯЧМЕННЫМИ ГЕНОТИПАМИ НА АБШЕРОНСКОМ ПОЛУОСТРОВЕ 109
- Капитальчук М.В.**
О МЕСТЕ И РОЛИ ЗАКОНА ГОМОЛОГИЧЕСКИХ РЯДОВ Н.И. ВАВИЛОВА В ЭВОЛЮЦИОННОМ УЧЕНИИ 114
- Киселева М.И., Коломиец Т.М.**
ОЦЕНКА И ОТБОР УСТОЙЧИВЫХ К БУРОЙ РЖАВЧИНЕ СОРТОВ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ИЗ КОЛЛЕКЦИИ ВИР В УСЛОВИЯХ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ В 2017 ГОДУ 121
- Колесова М.А.**
ХАРАКТЕРИСТИКА ОБРАЗЦОВ *AEGILOPS BIUNCIALIS* VIZ. ПО ЮВЕНИЛЬНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ К ГРИБНЫМ БОЛЕЗНЯМ 126
- Коломиец Т.М., Пахолкова Е.В., Панкратова Л.Ф., Скатенок О.О.**
РОЛЬ ГЕНЕТИЧЕСКИХ КОЛЛЕКЦИЙ В СЕЛЕКЦИИ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ НА ИММУНИТЕТ К СЕПТОРИОЗУ 130
- Коновалов С.Н., Петрова В.И., Егорова Е.В.**
АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ БИОЛОГИЗИРОВАННЫХ МЕТОДОВ ПРЕЦИЗИОННОЙ АГРОХИМИИ В САДОВОДСТВЕ 138
- Корлэтяну Л.Б., Михаилэ В.В., Ганя А.И.**
ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛА ХРАНЕНИЯ КОЛЛЕКЦИОННЫХ ОБРАЗЦОВ КУКУРУЗЫ ПО МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКИМ И БИОХИМИЧЕСКИМ ПАРАМЕТРАМ СЕМЯН И ПРОРОСТКОВ ПРИ КОНСЕРВАЦИИ *EX SITU* 145
- Косенко И.С., Опалко А.И., Балабак А.А.**
ЗНАЧЕНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ КОЛЛЕКЦИИ ОРЕШНИКА (*CORYLUS* SPP.) НДП «СОФИЕВКА» ДЛЯ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ СЕЛЕКЦИИ ФУНДУКА 151
- Косолапов В.М., Трофимов И.А., Трофимова Л.С., Яковлева Е.П.**
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЗАЩИТЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ И ЗЕМЛЕДЕЛИИ 159
- Красницкий В.М., Шмидт А.Г., Матвейчик О.А.**
ГЛАВНЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ ОМСКОЙ ОБЛАСТИ 164
- Кудрявцев Н.А., Зайцева Л.А., Мигачев Д.Ю.**
ЭКОЛОГИЗИРОВАННОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНОГО ПРЕПАРАТА АРТАФИТ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЛЬНА И КОНОПЛИ 169

Кузнецова М.А., Рогожин А.Н., Демидова В.Н., Сметанина Т.И., Денисенко И.А. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕНИЯ ИЗАБИОН НА КАРТОФЕЛЕ	174
Кузьменко Н.Н. МОНИТОРИНГ ГУМУСА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ РАЗНЫХ СИСТЕМ УДОБРЕНИЙ	181
Куркиев К.У., Гасанова В.З., Таймазова Н.С., Гаджимагомедова М.Х. ПРОЯВЛЕНИЕ ПРИЗНАКОВ ПРОДУКТИВНОСТИ И ИХ СОПРЯЖЕННОСТЬ У СОРТОВ РЖИ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ В УСЛОВИЯХ ПОЧВЕННОГО ЗАСОЛЕНИЯ	185
Куркиев К.У., Алимуратов Н.А., Гаджимагомедова М.Х. ХАРАКТЕРИСТИКА СОРТООБРАЗЦОВ ГЕКСАПЛОИДНОГО ТРИТИКАЛЕ ПО КРУПНОСТИ ЗЕРНА	190

*Глазко В.И., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик РАН (иностраный член),
Глазко Т.Т., доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
Российский государственный аграрный университет –
Московской сельскохозяйственной академии им. К.А. Тимирязева*

ДОМСТИКАЦИЯ И ЗАКОН ГОМОЛОГИЧЕСКИХ РЯДОВ В НАСЛЕДСТВЕННОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ Н.И. ВАВИЛОВА

Аннотация: рассматривается закон гомологических рядов в наследственной изменчивости Н.И. Вавилова и отклонение от него «признаков доместикиации». Выполнено сопоставление имеющихся литературных данных о «рописи» доместикиации в геномах разных видов, обсуждается видоспецифичность хозяйственно ценных признаков – мишеней искусственного отбора и универсальность признаков доместикиации. Приводятся данные о связи между микросателлитными локусами и ретротранспозонами – потомками экзогенных ретровирусов, о широкой представленности продуктов рекомбинаций между различными ретротранспозонами. Мобильные генетические элементы рассматриваются как основной источник горизонтальной и вертикальной внутригеномной изменчивости, обосновывается связь ретротранспозонов с формированием регуляторной сети микроРНК, вовлекаемой в контроль фенотипической изменчивости. Нестабильность генома и ее связь с мобильными генетическими элементами обсуждается как ведущее условие для формирования популяционно-генетического резерва, лежащего в основе возможности отбора по «признакам доместикиации».

Ключевые слова: признаки доместикиации, ретротранспозоны, микроРНК

Центральными проблемами для выяснения генетических основ доместикиации животных и управления их генетическими ресурсами остаются выявление универсальных признаков доместикиации на фенотипическом уровне и анализ их геномной проекции. Н.И. Вавилов отмечал принципиальную важность изучения процесса доместикиации и стремился использовать его для нужд селекции: "Мы хотим овладеть животными, научиться создавать на основе существующих пород новые формы, соответствующие требованиям хозяйства. Но для того, чтобы подойти к решению актуальных задач, связанных с селекцией, необходимо знание истории, внедрение исторического метода в понимание всей проблемы. Сама селекция домашних животных, так же как и растений, по существу представляет собой экспериментальную эволюцию, но для того чтобы понимать и до известной степени управлять ею, необходимо историческое понимание эволюционного процесса" [2]. Разрабатывая закон о гомологических рядах в наследственной изменчивости Н.И. Вавилов пришел к выводу о том, что: "Виды и роды, генетически близкие между собой, характеризуются тождественными рядами наследственной изменчивости с такой правильностью, что, зная ряд форм для одного вида, можно предвидеть нахождение тождественных форм других видов и родов. Чем ближе генетическое расположение в общей системе родов и линнеонов, тем полнее тождество в рядах их изменчивости..." [3]. В связи с этим особое значение приобретают исследования "признаков доместикиации", объединяющие таксономически удаленные виды и отличающие их от близкород-

ственных диких. Подробное исследование таких признаков, нарушающих закон о гомологических рядах в наследственной изменчивости Н.И. Вавилова, у животных выполнено в работах С.Н. Боголюбского [1], у растений – в работах А. Паттерсона и коллег [26, 35].

Основной поток исследований генетических основ доместикиации направлен на поиск отличий между дикими и близкородственными доместицированными видами по конкретным генным системам [11]: например, у свиней – по генам, ассоциированным с пищевым поведением [24], с дентальными изменениями [15]; у лошадей – с генами, продукты которых участвуют в липидном обмене, ионном транспорте, мышечном сокращении и т.д. [23]; у крупного рогатого скота – безроговость, масть, морфология глаз, конституция, подкожный жир, экологическая адаптация [28, 30]. Очевидно, что в большинстве случаев анализируемые фенотипические признаки и соответствующие генные системы связаны с видоспецифичными хозяйственно ценными признаками. Не смотря на большое количество исследований, универсальным признаком доместикиации в геномах у некоторых видов животных является только увеличение копияности генов, связанных с иммунной системой [18, 21, 31].

Д.К. Беляев в качестве главного универсального признака доместикиации выбрал снижение агрессивности по отношению к человеку. Справедливость этого предположения была доказана на единственной в мире попытке реконструкции доместикиации путем отбора во многих поколениях наименее агрессивных лис, что привело, в конце

концов, к проявлению у них некоторых признаков domestikации, таких, например, как типичная для собак форма хвоста, обвислые уши, собачий тип лая. Сравнительный анализ экспрессии генов показал, что в эти процессы вовлекаются гены, участвующие в формировании гипофизарно-надпочечниковой оси [40]. Вовлечение в domestikацию генов, связанных с поведенческими характеристиками, описаны и в ряде других работ, например [5].

В наших собственных исследованиях были получены данные о том, что универсальным отличием domestikцированных видов от близкородственных диких является повышенный полиморфизм у первых ферментов метаболизма экзогенных субстратов (связывающих метаболитом животных с субстратами окружающей среды), а у вторых – повышенный полиморфизм ферментов внутриклеточного энергетического метаболизма, таких как гликолиз, пентозофосфатный шунт, цикл Кребса [19]. В первом случае достигается адаптация к широкой субстратной специфичности, во втором – оптимизация внутриклеточного энергообеспечения на узком спектре субстратов. Но самая главная особенность заключалась в том, что по размаху генетической изменчивости обе группы видов были сопоставимы. Более того, в некоторых случаях генетическая дифференциация между породами была даже больше, чем между близкородственными дикими видами. Эти данные были достаточно неожиданными с известной точки зрения о преобладании инбридирования среди domestikцированных видов по сравнению с дикими, что позволяло ожидать относительно пониженный уровень генетического разнообразия у первых по сравнению со вторыми. Подобные данные были получены и другими исследователями [39]. Если говорить о фенотипической изменчивости, то следует отметить, что количество пород, дифференцирующихся по фенотипическим характеристикам у 5-ти традиционных животных сельскохозяйственных видов (козы, овцы, крупный рогатый скот, свиньи и лошади – суммарно около 4500 пород) сопоставимы с количеством современных видов млекопитающих (около 4500 видов) [16].

Суммируя накопленные данные об уникальном фенотипическом и генетическом разнообразии, становится понятно, что основным вопросом, ответ на который мог бы объяснить общие и частные генетические основы domestikации, становится выяснение источника уникальной генетической изменчивости, который отличает domestikцированные и близкородственные дикие виды.

Необходимо напомнить, что, не смотря на многовековые попытки вовлечь в domestikацию множество видов животных и растений, основной ви-

довой базой аграрной цивилизации остается их очень ограниченное количество: среди животных – крупный рогатый скот и овцы, среди растений – рис и пшеница [12]. В своих работах Дж. Даймонд отмечает характеристики видов, которые препятствуют domestikации. Но должны быть и те, которые благоприятствуют ей и, по-видимому, к ним должны относиться те, которые связаны к способности генерировать повышенный уровень генетической изменчивости, позволяющие балансу естественного и искусственного отборов создавать такое разнообразие форм, которое наглядно отличает domestikцированные виды от их близкородственных диких.

Как уже отмечалось выше, одной из немногих универсальных геномных характеристик, как выяснилось после секвенирования геномов животных основных сельскохозяйственных видов, является увеличение копийности генов, связанных с иммунной системой и генов дефензинов – антимикробной защиты. Известно, что сегментные дубликации хромосом (SD), так же как и изменчивость по количеству копий относительно коротких геномных участков (CNV), тесно связаны с ретротранспозонами и их перемещениями [24]. Автономные ретротранспозоны представлены в основном эндогенными ретровирусами – потомками экзогенных ретровирусов (трех классов) и длинными диспергированными ядерными элементами (LINE), лишенными длинных концевых повторов, но содержащими ген *gag* (кодирующий белок внутреннего капсида вируса) и ген *pol* – обратной транскриптазы. К настоящему времени созданы подробные базы данных о представленности полноразмерных эндогенных ретровирусов в геномах основных domestikцированных видов млекопитающих [17]. Представлены примеры горизонтального переноса некоторых ретротранспозонов, присутствие которых объединяет геномы таксономически удаленных видов [25, 37], обсуждается существенная роль горизонтальных переносов ретротранспозонов в эволюции позвоночных [10]. Обнаруживается структурная и эволюционная общность между ретротранспозонами, заселяющими геномы различных таксонов [6, 8, 22].

Ранее нами было показано, что в геномах domestikцированных видов растений и животных по сравнению с близкородственными дикими видами, наблюдается повышенная частота встречаемости коротких фрагментов ДНК, фланкированных инвертированными повторами микросателлитов. Учитывая известную связь между микросателлитами и различными типами мобильных генетических элементов [4, 7, 33], это позволило нам предположить относительно повышенную плотность их взаимного позиционирования в альтернативных

цепях ДНК у первых видов по сравнению со вторыми. В качестве гипотезы было выдвинуто предположение о том, что источником повышенного генетического разнообразия domesticированных видов является относительно увеличенная плотность заселенности их геномов ретротранспозонами и продуктами их эволюции. Получены данные, подтверждающие это предположение [19].

В последние годы формируется новая концепция выявления генетических элементов, которые могли бы более эффективно подойти к раннему прогнозу племенной ценности животных, основанная на изучении мишеней эпигенетической изменчивости. Эта концепция рассматривает фенотип как результат взаимодействия между собственно «генетическими текстами» (нуклеотидными последовательностями) и факторами, влияющими на реализацию генетической информации (условиями содержания и воспроизводства, микробиомом, поллютантами, патогенами). Некоторые исследователи обращают внимание на то, что в основе того, что они обозначают как экзофенотип (то, что мы привыкли называть фенотипом) лежит эндофенотип, который формируется в результате взаимодействия между геномом и факторами окружающей среды (то есть результат взаимодействия между геномом и эпигеномом). При этом предполагается, что эндофенотип формируется за счет взаимодействия разных уровней реализации материала наследственности, таких как транскриптом, протеом, метаболом, микробиом, причем между ними формируются нелинейные связи (например, единичные изменения в транскриптоме могут приводить к множественным изменениям в метаболоме и наоборот), а также на каждый уровень непосредственное влияние могут оказывать факторы окружающей среды [20, 36].

Формирование эпигенома включает такие процессы, как метилирование ДНК, модификации гистонов, ремоделирование хроматина и других молекул, которые могут передавать эпигенетическую информацию, в том числе и некодирующие белки различные семейства РНК, в частности, микроРНК.

К настоящему времени описан спектр генов и генных сетей, регуляция которых у современных, высокопродуктивных пород крупного рогатого скота принципиально отличается от древних предковых форм, благодаря отличиям в мишенях действия микроРНК более чем у 1600 структурных генов, вовлекаемых в разные метаболические пути, связанные, в том числе, и с иммунной системой [9]. Выявлены профили экспрессии различных микроРНК, участвующих в регуляции структурных генов, принадлежащих разным метаболическим путям, в частности, ключевым для функций иммунной системы, на разных стадиях лактации коров [13, 14].

Источником микроРНК, а также их распространения по геному являются отдельные мобильные генетические элементы [27, 29, 32, 34]. Постепенно становится очевидным, что именно выявление ДНК мотивов, тесно связанных с регуляцией различных метаболических путей, может позволить решить задачу, поставленную более 100 лет назад российскими исследователями – выявление «сигналиев», позволяющих прогнозировать желательное развитие хозяйственно ценных признаков у животных сельскохозяйственных видов на ранних этапах их развития. В общем, одним из объяснений отклонения признаков доместикации от закона о гомологических рядах в наследственной изменчивости Н.И. Вавилова может быть уникальная способность domesticированных видов накапливать мобильные генетические элементы – продукты экзогенных вирусов – и их широкое участие в геномных реорганизациях. Таким образом, геномное соответствие закону Н.И. Вавилова может быть обусловлено общей близостью нуклеотидного контекста у близкородственных форм, а отклонения от этого закона, наглядно проявляющиеся в «признаках доместикации» – результатом внутригеномной генетической изменчивости, обусловленной горизонтальной и вертикальной ретротранспозонной активностью, создающей генетическую базу для формирования уникальных признаков domesticированных форм.

Литература

1. Боголюбский С.Н. Происхождение и преобразование домашних животных. М.: Советская наука, 1959. 593 с.
2. Вавилов Н.И. Теоретические основы селекции. М.: Наука, 1987. 510 с.
3. Вавилов Н.И. Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости. 2-е изд., перераб. и расш. М.: Сельхозгиз, 1935. 56 с.
4. Ahmed M, Liang P. Transposable elements are a significant contributor to tandem repeats in the human genome // *Comp Funct Genomics*. 2012; 947089. doi: 10.1155/2012/947089.
5. Albert FW, Somel M, Carneiro M, Aximu-Petri A, Halbwax M, et al. (2012) A Comparison of Brain Gene Expression Levels in Domesticated and Wild Animals. *PLoS Genet* 8 (9): e1002962. doi:10.1371/journal.pgen.1002962

6. Bao W., Jurka J. Homologues of bacterial TnpB_IS605 are widespread in diverse eukaryotic transposable elements // *Mobile DNA*. 2013. 4:12; <http://www.mobilednajournal.com/content/4/1/12>.
7. Behura SK, Severson DW. Association of microsatellite pairs with segmental duplications in insect genomes. // *BMC Genomics*. 2013;14:907. doi: 10.1186/1471-2164-14-907
8. Benachenhou F., Sperber G.O., Bongcam-Rudloff E., Andersson G., Boeke J.D., Blomberg J. Conserved structure and inferred evolutionary history of long terminal repeats (LTRs) // *Mobile DNA* 2013, 4:5 <http://www.mobilednajournal.com/content/4/1/5>
9. Braud M, Magee DA, Park SDE, Sonstegard TS, Waters SM, MacHugh DE and Spillane C (2017) Genome-Wide microRNA Binding Site Variation between Extinct Wild Aurochs and Modern Cattle Identifies Candidate microRNA-Regulated Domestication Genes. *Front. Genet.* 8:3. doi: 10.3389/fgene.2017.00003
10. Chalopin D., Naville M., Plard F., Galiana D., Volff J.N. Comparative Analysis of Transposable Elements Highlights Mobilome Diversity and Evolution in Vertebrates // *Genome Biol. Evol.* 2015. 7 (2): 567 – 580. doi:10.1093/gbe/evv005
11. de Simoni Gouveia J.J., da Silva M.V.G., Paiva S.R., de Oliveira S.M.P. Identification of selection signatures in livestock species//*Genetics and Molecular Biology*, 37, 2, 330-342 (2014).
12. Diamond J. Evolution, consequences and future of plant and animal domestication // *Nature*. 2002. V. 418. №6898. P. 700 – 707.
13. Do D.N., Li R., Dudemaine P.L., Ibeagha-Awemu E.M. MicroRNA roles in signalling during lactation: an insight from differential expression, time course and pathway analyses of deep sequence data. *Sci Rep*. 2017;7:44605. doi: 10.1038/srep44605;
14. Edwards S.M., Thomsen B., Madsen P., Sorensen P. Partitioning of genomic variance reveals biological pathways associated with udder health and milk production traits in dairy cattle//*Genetics Selection Evolution* (2015) 47:60 doi 10.1186/s12711-015-0132-6
15. Evin A., Dobney K., Schafberg R., Owen J. et al. Phenotype and animal domestication: A study of dental variation between domestic, wild, captive, hybrid and insular *Sus scrofa* // *BMC Evolutionary Biology* (2015) 15:6, doi 10.1186/s12862-014-0269-x)
16. FAO. The state of the world's animal genetic resources for food and agriculture B. Rischkowsky, D. Pilling (eds.). FAO, Rome, 2007.
17. Garcia-Etxebarria K., Sistiaga-Poveda M., Jugo B.M. Endogenous retroviruses in domestic animals // *Curr Genomics* 2014;15(4):256 – 265
18. Ghosh S., Qu Z., Das P.J., Fang E., Juras R., Cothran E.G., McDonell S., Kenney D.G., Lear T.L., Adelson D.L., Chowdhary B.P., Raudsepp T. (2014) Copy Number Variation in the Horse Genome. *PLoS Genet* 10 (10): e1004712. doi:10.1371/journal.pgen.1004712
19. Glazko V, Zybailov B, Glazko T. Asking the Right Question about the Genetic Basis of Domestication: What is the Source of Genetic Diversity of Domesticated Species? *Adv. Genet. Eng.*, 2015, 4:2 <http://dx.doi.org/10.4172/2169-0111.1000125>
20. Ibeagha-Awemu EM, Zhao X (2015) Epigenetic marks: regulators of livestock phenotypes and conceivable sources of missing variation in livestock improvement programs. *Front. Genet.* 6:302. doi: 10.3389/fgene.2015.00302
21. Liu G.E., Hou Y., Zhu B., Cardone M.F., Jiang L., Cellamare A., Mitra A., Alexander L.J., Coutinho L.L., Dell'Aquila M.E. Gasbarre L.C., Lacalandra G., Li R.W., Matukumalli L.K., Nonneman D., Regitano L.C., Smith T.P., Song J., Sonstegard T.S., Van Tassell C.P., Ventura M., Eichler E.E., McDanel T.G., Keele J.W. Analysis of copy number variations among diverse cattle breeds // *Genome Research* 2010. 20 (5):693-703. doi: 10.1101/gr.105403.110
22. Llorens C., Munoz-Pomer A., Bernad L., Botella H., Moya A. Network dynamics of eukaryotic LTR retroelements beyond phylogenetic trees// *Biology Direct* 2009. 4:41 (<http://www.biology-direct.com/content/4/1/41>)
23. Metzger et al.: Next generation sequencing gives an insight into the characteristics of highly selected breeds versus nonbreed horses in the course of domestication. *BMC Genomics* 2014 15:562. <http://www.biomedcentral.com/1471-2164/15/562>
24. Moon S., Kim T.-H., Lee K.-T., Kwak W. et al. A genome-wide scan for signatures of directional selection in domesticated pigs//*BMC Genomics* (2015) 16:130, DOI 10.1186/s12864-015-1330-x
25. Oliveira SG, Bao W, Martins C, Jurka J. Horizontal transfers of Mariner transposons between mammals and insects // *Mob DNA*. 2012;3 (1):14. doi: 10.1186/1759-8753-3-1
26. Paterson A.H, Lin Y-R., Li Z. et al. Convergent domestication of cereal crops by independent mutations of corresponding genetic loci // *Science*. 1995. V. 269. P. 1714 – 1718.

27. Piriyaopongsa J., Jordan I.K. 2007. A Family of Human MicroRNA Genes from Miniature Inverted-Repeat Transposable Elements. *PLoS ONE*. 2(2), e203.
28. Porto-Neto L.R., Sonstegard T.S., Liu G.E., Bickhart D.M., Da Silva M.V., Machado M.A., Utsunomiya Y.T., Garcia J.F., Gondro C., Van Tassell C.P. Genomic divergence of zebu and taurine cattle identified through high-density SNP genotyping. *BMC Genomics* 2013 14:876., doi:10.1186/1471-2164-14-876;
29. Qin S., Jin P., Zhou X., Chen L., Ma F. 2015. The role of transposable elements in the origin and evolution of microRNAs in human. *PLoS ONE*. 10(6), e0131365
30. Ramey H.R., Decker J.E., McKay S.D., Rolf M.M., Schnabel R.D., Taylor J.F. Detection of selective sweeps in cattle using genome-wide SNP data. *BMC Genomics* 2013 14:382., doi:10.1186/1471-2164-14-38224.
31. Revay T, Quach AT, Maignel L, Sullivan B, King WA. Copy number variations in high and low fertility breeding boars // *BMC Genomics* (2015) 16:280 DOI 10.1186/s12864-015-1473-9 27.
32. Roberts J.T., Cardin S.E., Borchert G.M. 2014. Burgeoning evidence indicates that microRNAs were initially formed from transposable element sequences. *Mobile Genetic Elements*. 4, e29255.
33. Sharma A, Wolfgruber TK, Presting GG. Tandem repeats derived from centromeric retrotransposons // *BMC Genomics*. 2013;14:142. doi: 10.1186/1471-2164-14-142 30
34. Smalheiser N.R., Torvik V.I. 2005. Mammalian microRNAs derived from genomic repeats. *Trends in Genetics*. 21, 322 – 326.
35. Tang H., Sezen U., Paterson A.H. Domestication and plant genomes // *Curr Opin Plant Biol*. 2010.V. 13. № 2. P. 160 – 166.
36. Te Pas M.F.W., Madsen J., Calus M.P.L., Smits M.A. The Importance of Endophenotypes to Evaluate the Relationship between Genotype and External Phenotype. *Int. J. Mol. Sci.* 2017, 18 (2), 472; doi:10.3390/ijms18020472
37. Walsh A.M., Kortschaka R.D., Gardner M.G., et al. Widespread horizontal transfer of retrotransposons // *PNAS*. 2013. V. 110. N3. P. 1012 – 1016; www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1205856110
38. Wang D., Liang G., Wang B., Sun H., Liu J., Guan L.L. Systematic microRNAome profiling reveals the roles of microRNAs in milk protein metabolism and quality: insights on low-quality forage utilization. *Sci. Rep.* 6, 21194; doi: 10.1038/srep21194 (2016)
39. Wiener P., Wilkinson S. Deciphering the genetic basis of animal domestication // *Proc. R. Soc. B* (2011) 278, 3161–3170, doi:10.1098/rspb.2011.1376
40. Wilkins A.S., Wrangham R.W., Fitch W.T. The “Domestication Syndrome” in Mammals: A Unified Explanation Based on Neural Crest Cell Behavior and Genetics // *Genetics*, 2014. V. 197. P. 795 – 808.

References

1. Bogoljubskij S.N. Proishozhdenie i preobrazovanie domashnih zhivotnyh. M.: Sovetskaja nauka, 1959. 593 c.
2. Vavilov N.I. Teoreticheskie osnovy selekcii. M.: Nauka, 1987. 510 c.
3. Vavilov N.I. Zakon gomologicheskikh rjadov v nasledstvennoj izmenchivosti. 2-e izd., pererab. i rassh. M.: Sel'hozgid, 1935. 56 c.
4. Ahmed M, Liang P. Transposable elements are a significant contributor to tandem repeats in the human genome // *Comp Funct Genomics*. 2012; 947089. doi: 10.1155/2012/947089.
5. Albert FW, Somel M, Carneiro M, Aximu-Petri A, Halbwax M, et al. (2012) A Comparison of Brain Gene Expression Levels in Domesticated and Wild Animals. *PLoS Genet* 8 (9): e1002962. doi:10.1371/journal.pgen.1002962
6. Bao W., Jurka J. Homologues of bacterial TnpB_IS605 are widespread in diverse eukaryotic transposable elements // *Mobile DNA*. 2013. 4:12; http://www.mobilednajournal.com/content/4/1/12.
7. Behura SK, Severson DW. Association of microsatellite pairs with segmental duplications in insect genomes. // *BMC Genomics*. 2013;14:907. doi: 10.1186/1471-2164-14-907
8. Benachenhou F., Sperber G.O., Bongcam-Rudloff E., Andersson G., Boeke J.D., Blomberg J. Conserved structure and inferred evolutionary history of long terminal repeats (LTRs) // *Mobile DNA* 2013, 4:5 http://www.mobilednajournal.com/content/4/1/5
9. Braud M, Magee DA, Park SDE, Sonstegard TS, Waters SM, MacHugh DE and Spillane C (2017) Genome-Wide microRNA Binding Site Variation between Extinct Wild Aurochs and Modern Cattle Identifies Candidate microRNA-Regulated Domestication Genes. *Front. Genet.* 8:3. doi: 10.3389/fgene.2017.00003
10. Chalopin D., Naville M., Plard F., Galiana D., Volf J.N. Comparative Analysis of Transposable Elements Highlights Mobilome Diversity and Evolution in Vertebrates // *Genome Biol. Evol.* 2015. 7 (2): 567 – 580. doi:10.1093/gbe/evv005

11. de Simoni Gouveia J.J., da Silva M.V.G., Paiva S.R., de Oliveira S.M.P. Identification of selection signatures in livestock species//Genetics and Molecular Biology, 37, 2, 330-342 (2014).
12. Diamond J. Evolution, consequences and future of plant and animal domestication // Nature. 2002. V. 418. №6898. P. 700 – 707.
13. Do D.N., Li R., Dudemaine P.L., Ibeagha-Awemu E.M. MicroRNA roles in signalling during lactation: an insight from differential expression, time course and pathway analyses of deep sequence data. Sci Rep. 2017;7:44605. doi: 10.1038/srep44605;
14. Edwards S.M., Thomsen B., Madsen P., Sorensen P. Partitioning of genomic variance reveals biological pathways associated with udder health and milk production traits in dairy cattle//Genetics Selection Evolution (2015) 47:60 doi 10.1186/s12711-015-0132-6
15. Evin A., Dobney K., Schafberg R., Owen J. et al. Phenotype and animal domestication: A study of dental variation between domestic, wild, captive, hybrid and insular *Sus scrofa* // BMC Evolutionary Biology (2015) 15:6, doi 10.1186/s12862-014-0269-x)
16. FAO. The state of the world's animal genetic resources for food and agriculture B. Rischkowsky, D. Pilling (eds.). FAO, Rome, 2007.
17. Garcia-Etxebarria K., Sistiaga-Poveda M., Jugo B.M. Endogenous retroviruses in domestic animals // Curr Genomics 2014;15(4):256 – 265
18. Ghosh S., Qu Z., Das P.J., Fang E., Juras R., Cothran E.G., McDonnell S., Kenney D.G., Lear T.L., Adelson D.L., Chowdhary B.P., Raudsepp T. (2014) Copy Number Variation in the Horse Genome. PLoS Genet 10 (10): e1004712. doi:10.1371/journal.pgen.1004712
19. Glazko V., Zybailov B., Glazko T. Asking the Right Question about the Genetic Basis of Domestication: What is the Source of Genetic Diversity of Domesticated Species? Adv. Genet. Eng., 2015, 4:2 <http://dx.doi.org/10.4172/2169-0111.1000125>
20. Ibeagha-Awemu EM, Zhao X (2015) Epigenetic marks: regulators of livestock phenotypes and conceivable sources of missing variation in livestock improvement programs. Front. Genet. 6:302. doi: 10.3389/fgene.2015.00302
21. Liu G.E., Hou Y., Zhu B., Cardone M.F., Jiang L., Cellamare A., Mitra A., Alexander L.J., Coutinho L.L., Dell'Aquila M.E. Gasbarre L.C., Lacalandra G., Li R.W., Matukumalli L.K., Nonneman D., Regitano L.C., Smith T.P., Song J., Sonstegard T.S., Van Tassell C.P., Ventura M., Eichler E.E., McDanel T.G., Keele J.W. Analysis of copy number variations among diverse cattle breeds // Genome Research 2010. 20 (5):693-703. doi: 10.1101/gr.105403.110
22. Llorens C., Munoz-Pomer A., Bernad L., Botella H., Moya A. Network dynamics of eukaryotic LTR retroelements beyond phylogenetic trees// Biology Direct 2009. 4:41 (<http://www.biology-direct.com/content/4/1/41>)
23. Metzger et al.: Next generation sequencing gives an insight into the characteristics of highly selected breeds versus nonbreed horses in the course of domestication. BMC Genomics 2014 15:562. <http://www.biomedcentral.com/1471-2164/15/562>
24. Moon S., Kim T.-H., Lee K.-T., Kwak W. et al. A genome-wide scan for signatures of directional selection in domesticated pigs//BMC Genomics (2015) 16:130, DOI 10.1186/s12864-015-1330-x
25. Oliveira SG, Bao W, Martins C, Jurka J. Horizontal transfers of Mariner transposons between mammals and insects // Mob DNA. 2012;3 (1):14. doi: 10.1186/1759-8753-3-1
26. Paterson A.H, Lin Y-R., Li Z. et al. Convergent domestication of cereal crops by independent mutations of corresponding genetic loci // Science. 1995. V. 269. P. 1714 – 1718.
27. Piriyaongsa J., Jordan I.K. 2007. A Family of Human MicroRNA Genes from Miniature Inverted-Repeat Transposable Elements. PLoS ONE. 2(2), e203.
28. Porto-Neto L.R., Sonstegard T.S., Liu G.E., Bickhart D.M., Da Silva M.V., Machado M.A., Utsunomiya Y.T., Garcia J.F., Gondro C., Van Tassell C.P. Genomic divergence of zebu and taurine cattle identified through high-density SNP genotyping. BMC Genomics 2013 14:876., doi:10.1186/1471-2164-14-876;
29. Qin S., Jin P., Zhou X., Chen L., Ma F. 2015. The role of transposable elements in the origin and evolution of microRNAs in human. PLoS ONE. 10(6), e0131365
30. Ramey H.R., Decker J.E., McKay S.D., Rolf M.M., Schnabel R.D., Taylor J.F. Detection of selective sweeps in cattle using genome-wide SNP data. BMC Genomics 2013 14:382., doi:10.1186/1471-2164-14-38224.
31. Revay T, Quach AT, Maignel L, Sullivan B, King WA. Copy number variations in high and low fertility breeding boars // BMC Genomics (2015) 16:280 DOI 10.1186/s12864-015-1473-9 27.
32. Roberts J.T., Cardin S.E., Borchert G.M. 2014. Burgeoning evidence indicates that microRNAs were initially formed from transposable element sequences. Mobile Genetic Elements. 4, e29255.

33. Sharma A, Wolfgruber TK, Presting GG. Tandem repeats derived from centromeric retrotransposons // BMC Genomics. 2013;14:142. doi: 10.1186/1471-2164-14-142 30
34. Smalheiser N.R., Torvik V.I. 2005. Mammalian microRNAs derived from genomic repeats. Trends in Genetics. 21, 322 – 326.
35. Tang H., Sezen U., Paterson A.H. Domestication and plant genomes // Curr Opin Plant Biol. 2010.V. 13. № 2. P. 160 – 166.
36. Te Pas MF.W., Madsen J., Calus MP.L., Smits M.A. The Importance of Endophenotypes to Evaluate the Relationship between Genotype and External Phenotype. Int. J. Mol. Sci. 2017, 18 (2), 472; doi:10.3390/ijms18020472
37. Walsha A.M., Kortschaka R.D., Gardner M.G. et al. Widespread horizontal transfer of retrotransposons // PNAS. 2013. V. 110. N3. P. 1012 – 1016; www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1205856110
38. Wang D., Liang G., Wang B., Sun H., Liu J., Guan L.L. Systematic microRNAome profiling reveals the roles of microRNAs in milk protein metabolism and quality: insights on low-quality forage utilization. Sci. Rep. 6, 21194; doi: 10.1038/srep21194 (2016)
39. Wiener P., Wilkinson S. Deciphering the genetic basis of animal domestication // Proc. R. Soc. B (2011) 278, 3161–3170, doi:10.1098/rspb.2011.1376
40. Wilkins A.S., Wrangham R.W., Fitch W.T. The “Domestication Syndrome” in Mammals: A Unified Explanation Based on Neural Crest Cell Behavior and Genetics // Genetics, 2014. V. 197. R. 795 – 808.

*Glazko V.I., Doctor of Agriculture Sciences (Advanced Doctor), Professor,
Academian of Russian Academy of Science (foreign member),
Glazko T.T., Doctor of Agriculture Sciences (Advanced Doctor), Professor,
Russian State Agrarian University – MAA named after K.A. Timiriazev*

DOMESTICATION AND THE N.I. VAVILOV'S LAW OF HOMOLOGICAL ROWS IN HEREDITARY VARIABILITY

Abstract: the N.I. Vavilov's law of homological rows in hereditary variability and the escape of it for the "signs of domestication" were discussed. The comparison of the data available in the literature about the "painting" of domestication in the genomes of different species, the specificity for different species of artificial selection targets (economically-valuable traits) and the universality of the signs of domestication was carried out. The data on the relationship between microsatellite loci and retrotransposons – the descendants of exogenous retroviruses, a broad representation of products of recombination between different retrotransposons was provided. Mobile genetic elements as the main source of horizontal and vertical intragenomic variability, and the retrotransposons as the base for formation of the regulatory network of miRNAs involved in the control of phenotypic variation were considered. Genome instability and its relationship with mobile genetic elements as a key condition for the formation of population genetic reserve that underlies the possibility of selection on the "signs of domestication" was discussed.

Keywords: signs of domestication, retrotransposons, miRNAs

Глинушкин А.П., доктор сельскохозяйственных наук, директор,
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский
институт фитопатологии»,
Соколов М.А., студент,
Московский университет лингвистики

РОЛЬ ГУМУСА ПОЧВЫ В АДАПТАЦИИ АГРОСФЕРЫ К ИЗМЕНЕНИЮ КЛИМАТА ЗЕМЛИ

Аннотация: обсуждаются проблема и последствия парникового эффекта для агросферы. Здоровая почва агроценозов рассматривается как источник и сток атмосферной углекислоты. Для минимизации негативных последствий аридизации агросферы необходимо: 1) прекратить вырубать леса на Евразийском континенте; там, где это ещё возможно, следует восстанавливать лесные биомы с им присущими экосистемными функциями; 2) для обеспечения максимальной секвестрации атмосферной углекислоты почва агроценозов должна быть здоровой и высокогумусированной; только такая почва способна выступать в качестве бассейна для стока атмосферной углекислоты.

Ключевые слова: парниковый эффект, дегумусирование, обезлесение, секвестрация, сток и эмиссия углекислоты, органическое удобрение, органическое земледелие, пермакультура, здоровая почва

*«Глобальное потепление – проблема, которую создали мы сами»
R. Pierrehambert [2004]*

Введение

Почва – бесценный, облигатный компонент биосферы, образующий вместе с автотрофами циклическую, самовоспроизводящуюся экосистему. Содержание углерода в этом уникальном глобальном резервуаре превышает аналогичное во всей земной растительности и атмосфере [www.ecois.net/upravlenie-pochvoj]. Как справедливо полагают [1], современные почвы агросферы находятся в критическом состоянии: масштабы их резко сокращаются, экосистемные и производственные функции неуклонно снижаются. Три основные причины способствуют этому: *отчуждение, загрязнение и дегумификация*.

В работах [1, 2] обстоятельно проанализированы первые две причины потерь и ухудшения мировых почвенных ресурсов. Полагаем, что необходимо, по возможности, более детально рассмотреть роль и значение для устойчивого функционирования почвенной экосистемы её *органического вещества*. В популярной литературе её обычно сводят к оптимизации питания растений, плодородия почвы, физико-химических свойств и режимов. Это справедливо, но совершенно недостаточно. Действительно, в формировании питательного режима, особенно азотного, гумус почвы играет первостепенную роль, поскольку в составе органического вещества содержится 98% общего N почвы, 40-50% P, около 80% серы, а также важнейшие зольные макро- и микроэлементы – K, Ca, Mg, Si и др. [3]. Несомненно также, что гумус – это основа жизни почвенных микроорганизмов и беспозвоночных животных.

Оптимизация гумификации. Гумификация – процесс образования качественно новых веществ

из мортмассы и органических продуктов вследствие биохимического окисления, поликонденсации, полимеризации и микробного метаболизма. Большая часть гумусовых соединений (85-90%) – коллоиды [3]. Приёмы воспроизводства гумуса в агроценозах должны основываться на глубоком знании *приходных* и *расходных* составляющих его баланса. Пока что подобные балансы на практике не составляются. В то же время отмечено [www.agroflora.ru/organicheskoe-veschestvo], что в российских чернозёмах, где в течение 100 лет травосеяние не применялось и органические удобрения не вносились, содержание гумуса сократилось на 30%. Несомненно, что именно систематическая утрата почвой гумуса, усугубляющая её непрерывную деградацию, уже сегодня нарушает устойчивое обеспечение пищей социума.

Негативные экологические последствия утраты почвенного гумуса. Дегумусирование почвы – следствие антропогенного нарушения биогеохимического цикла углерода. Это одна из причин надвигающихся общепланетных природных катаклизмов, связанных, в частности, с активно и повсеместно обсуждаемыми негативными последствиями парникового эффекта [3-8]. Во всём мире интенсивное преобразование естественных лугопастбищных и лесных угодий в пахотные земли и пастбища привело к потере запасов почвенного углерода. Так, только за последние 50 лет (1965-2015) объём выбросов парниковых газов, связанных с агропромышленной деятельностью, увеличился почти вдвое. Отмечено [www.fao.org/soils-2015], что нерациональные методы использования почвы и её обработки непрерывно увеличивают эмиссию почвенного углерода в атмосферу.

В современной агросфере из-за постоянного дефицита почвенного гумуса экосистемные и продукционные функции почвы существенно нарушены. Тактика традиционного землепользования неизбежно приводит к обеднению и/или невосполнимой утрате разнообразия геобионтов, а в конечном счёте – к дегумификации, разрушению почвенной экосистемы, непрерывному снижению продуктивности почвы. Полагают, что при существующих темпах дегумусирования современные почвы агросферы смогут удовлетворительно функционировать лишь в течение нескольких десятилетий [1].

Вероятные причины парникового эффекта.

Сторонники Киотского протокола ошибочно полагают, что первопричиной парникового эффекта является эмиссия в атмосферу антропогенного CO_2 и других «парниковых» газов. На самом деле их избыток (включая метан, закись азота, пары H_2O и др.) – это следствие **форсированного антропогенного обезлесения** территории Евразии, других континентов Земли в последние 10-20 веков н.э. Ещё 2000 лет назад леса – постоянные акцепторы углекислоты – покрывали 80% площади Европы (сегодня – лишь 34%). Они были способны легко компенсировать парниковый эффект при любых изменениях концентрации CO_2 [7]. В течение XX века площадь пашни в Европе выросла на 80 млн га, в то время как леса местами исчезли почти полностью. 10 лет назад площадь лесов в мире составляла ~ 6 млрд га – 45% суши! Сегодня скорость обезлесения > 7 млн га/год, что по площади соответствует современной Ирландии [www.bioticregulation.ru].

Итак, согласно концепции российских учёных (Горшков, Макарьева) [Леса как гаранты существования русских рек и жизни на суше. 05.05.2006. www.bioticregulation.ru; Альтернативный взгляд на проблему изменения климата на планете – перетягивание каната в природе www.bioticregulation.ru], а также американских и бразильских исследователей *главную роль в поддержании макроэкосистемных функций биосферы* – оптимизация климата и гидрологического режима, обеспечении оптимального почвенного плодородия и биоразнообразия суши – на протяжении *доантропогенной истории* Земли выполнял лесной покров нашей планеты. Сегодня лесные биомы уже не господствуют в Евразии. Повышение содержания CO_2 в атмосфере, зарегистрированное в XIX–XXI вв. – это результат уменьшения его акцепции ключевыми автотрофами-эдификаторами из-за повсеместного уничтожения древесно-кустарниковых насаждений [www.bioticregulation.ru]. Дополнительное поступление CO_2 из вод Мирового океана (из-за повышения их температуры), а также вслед-

ствие усиливающегося *таяния вечной мерзлоты* [8] ещё более усугубят негативные последствия «парникового эффекта».

Уже в XX в. изменения в землепользовании и осушение почв стали причиной дополнительной эмиссии в атмосферу ~ 10% всех выбросов «парниковых» газов. Если не противодействовать этому, то к 2050 году она возрастёт ещё на 30%.

Решение проблемы парникового эффекта – секвестрация атмосферной углекислоты. Устойчивая интенсификация продуктивности агроэкосистем, их качественное совершенствование, адаптация к изменениям климата возможны, в первую очередь, при их систематическом обеспечении органическим веществом. Полагаем, что средством спасения наших почв от деградации, а планеты от парникового эффекта должно стать строгое следование скорректированному постулату «теории возврата» Ю.Либиха: ***в почву необходимо ежегодно возвращать не только отчуждённые макро- и микробиофильные элементы, но и утраченное органическое вещество.*** Поскольку практически все культивируемые почвы характеризуются повышенной ёмкостью секвестрации углерода, их продукционный процесс при этом также будет оптимизирован.

В условиях изменения климата Земли три важнейших мероприятия будут способствовать снижению эмиссии «парниковых» газов в атмосферу. Во-первых, максимальное закрепление органического углерода в почве, её гумификация, во-вторых, защита почвенного органического вещества от деструкции и, наконец, улучшение водно-физического и питательного режима почвы, обеспечивающего оптимальную продуктивность наземно-почвенной экосистемы.

Особо подчеркнём, что традиционные и инновационные системы земледелия должны обязательно содержать приёмы, способствующие повышению содержания органического вещества почвы, увеличению её гумусового горизонта. В почвах агроценозов новообразование гумусовых веществ, их *стабильных* и *лабильных* форм происходит за счёт гумификации растительных остатков, мортмассы и органических удобрений. На этот процесс существенно влияют севооборот, минеральные удобрения, мелиоративные мероприятия, другие элементы агротехнологий. Экологи, почвоведы, агрохимики, земледельцы должны корректно оценивать баланс эмиссии и стока парниковых газов. Это позволит получать объективный ответ на вопрос о том, как органическое удобрение влияет на функционирование локальной почвенной экосистемы, обеспечивающей эти важнейшие глобальные процессы. Полагают, что системное восстановление деградированных зе-

мель и оздоровление дегумусированных почв может привести к изъятию из глобальной атмосферы 51 Гт углерода [www.ecois.net/upravlenie-pochvoj].

Внесение органических удобрений – обязательный приём регулирования содержания гумуса во всех без исключения почвах. Их дозы, поддерживающие бездефицитный или положительный баланс гумуса, зависят от типа почвы, климатических условий, севооборота и ряда других факторов. Лечение и восстановление деградированных почв, рациональные агротехнические методы – севооборот, минимальная и нулевая обработки почвы, ресурсосберегающее агропроизводство, агролесоводство, системы *агроэкологии* (то есть экологическое сельское хозяйство) – всё это, способствуя связыванию атмосферного углерода, смягчает последствия изменения климата и обеспечивает множество дополнительных преимуществ, в частности, ежегодное увеличение производства продуктов питания на 17 млн. тонн [www.ecois.net/upravlenie-pochvoj].

С антропогенных позиций здоровая почва традиционно рассматривается как исключительно важный, незаменимый, практически невозобновимый стратегический ресурс человечества, обеспечивающий, в основном, его продовольственную и экологическую безопасность. В то же время, здоровая, плодородная почва – это самодостаточная и самовоспроизводимая экологическая система. Обязательное условие реализации разнообразных функций культивируемой почвы – обеспечение оптимального уровня её органического вещества. Только в этом случае здоровая почва сможет в полной мере реализовать присущие ей *экологические, агропроизводственные и биогеохимические функции*.

Впечатляющим примером управления плодородием и здоровьем почвы могут служить **органическое земледелие и пермакультура** [7]. В органическое сельское хозяйство интегрированы земледелие, кормопроизводство и животноводство. Подобный подход обеспечивает получение не только экологичной первичной продукции, но и незагрязнённых удобрительных продуктов жизнедеятельности домашних животных – навоза, помёта и др. Их систематический возврат в почву (в форме биогумуса, вермикомпоста, перегноя) обеспечивает сохранение и баланс почвенного органического вещества. Сбережение гумуса обеспечивают также различные виды органики, однолетние и многолетние травы, послеуборочные остатки сидеральных, поукосных, промежуточных, уплотнительных и пожнивных культур, растительная мульча, минимизация аэрирования и обработка почвы без оборота пласта.

При пермакультуре в местах проживания земледельцев культивируются преимущественно многолетние травянистые и древесно-кустарниковые растения – плодовые и декоративные, при этом почва систематически удобряется органикой. Благодаря этому, а также рациональному обустройству селитебная территория становится оптимально комфортной для проживания. Основная задача участника пермакультуры – управление и наблюдение за взаимосвязями в природе, обеспечение содружества растений с остальной биотой, получение высококачественной продукции, а в конечном счёте – оптимизация условий проживания и повышение качества жизни.

Оптимизация здоровья почвы. Наиболее значимые, апробированные мероприятия и агроприёмы по оздоровлению почвы включают:

- плодосмен с прерыванием возделывания восприимчивых к вредным агентам культур и сменой растений-хозяев;
- фитосанитарные предшественники, элиминирующие инокулюм фитопатогенов и семена сорняков;
- системное подавление сорных растений;
- органические удобрения, сидераты, улучшающие питательный режим почвы, повышающие её супрессивность, гумусированность, снижающие численность фитофагов, фитопатогенов и сорняков;
- сбалансированное (в строгом соответствии с показателями фитосанитарных почвенных картограмм) внесение минеральных удобрений;
- устойчивые к фитопатогенам сорта (!);
- минимальные рыхлящие обработки почвы, препятствующие её дегумификации, сохраняющие влагу, своевременно элиминирующие или подавляющие фитопатогены, фитофаги и сорняки;
- ускоренное разложение послеуборочных растительных остатков, удобрение почвы соломой (в сочетании с биопрепаратами) и перегноем.

Отметим, что *гумусному статусу почвы, её здоровью* долгое время специалистами не уделялось должного внимания. Мало кто задумывался о связи этих характеристик с производством продовольствия, с биологическим разнообразием и жизнью, с состоянием климатического и водного режимов агрорегионов. Пришло время (пока ещё не поздно!) нарушить эту тенденцию. Здоровые почвы – крупнейшие хранилища углерода земной коры. Почвенные ресурсы агросферы играют важную роль в мерах по её адаптации к изменению климата. Именно они являются необходимым условием обеспечения экологической, продовольственной, водной и энергетической безопасности человечества [5].

Заключение. Эксперты-экологи и землепользователи («думающие глобально и действующие локально») для предотвращения дальнейшей аридизации агроферы должны идти двумя путями. Во-первых, в отсутствие лесовосстановительных работ должна быть повсеместно запрещена вырубка леса. Там, где это ещё возможно, следует восстановить древесно-кустарниковые биомы с присущими им экосистемными функциями ключевых автотрофов. Эти мероприятия должны выпол-

няться на локальном и на общепланетном уровнях (последнее – это, конечно, не предмет тематики научного форума, а скорее вопрос повестки дня очередного «Рио-92» или даже генеральной Ассамблеи ООН)! Во-вторых, почвы агроценозов для обеспечения максимальной секвестрации атмосферной углекислоты должны быть здоровыми, что может быть обеспечено их систематическим удобрением органикой, щадящей обработкой, а также плодосменом (севооборотом) [6].

Литература

1. Керженцев А., Кузьменчук Ю. Как остановить лавину потерь почвенных ресурсов? // Информационное агентство REGNUM. 17.04.2017. 11 с.
2. Глинушкин А.П., Соколов М.С., Торопова Е.Ю. Фитосанитарные и гигиенические требования к здоровой почве. М.: Агрорус. 2016. 288 с.
3. Семёнов В.М., Когут Б.М. Почвенное органическое вещество. М.: ГЕОС. 2015. 233 с.
4. Степанов А.Л. Образование и превращение парниковых газов в почвах / В кн. Почвы в биосфере и жизни человека. М.: ФГБОУ ВПО МГУЛ. 2012. С. 118 – 134.
5. Pierrehumbert, R.T. Warming the world: Greenhouse effect: Fourier's concept of planetary energy balance is still relevant today // Nature. 2004. N432. P. 677.
6. Soils help to combat and adapt to climate change by playing a key role in the carbon cycle. FAO.org/soils-2015.
7. Соколов М.С., Глинушкин А.П. Биотическая регуляция – реальный фактор деаридизации агроферы // Вестник Орловского ГАУ. 2017 (в печати).
8. Шур Т. Прогноз для вечной мерзлоты // В мире науки. 2017. №1-2. С. 167 – 172.

References

1. Kerzhencev A., Kuz'menchuk Ju. Kak ostanovit' lavinu poter' pochvennyh resursov? // Informacionnoe agentstvo REGNUM. 17.04.2017. 11 s.
2. Glinushkin A.P., Sokolov M.S., Toropova E.Ju. Fitosanitarnye i gigienicheskie trebovanija k zdravoj pochve. M.: Agrorus. 2016. 288 s.
3. Semjonov V.M., Kogut B.M. Pochvennoe organicheskoe veshhestvo. M.: GEOS. 2015. 233 s.
4. Stepanov A.L. Obrazovanie i prevrashhenie parnikovyh gazov v pochvah / V kn. Pochvy v biosfere i zhizni cheloveka. M.: FGBOU VPO MGUL. 2012. S. 118 – 134.
5. Pierrehumbert, R.T. Warming the world: Greenhouse effect: Fourier's concept of planetary energy balance is still relevant today // Nature. 2004. N432. P. 677.
6. Soils help to combat and adapt to climate change by playing a key role in the carbon cycle. FAO.org/soils-2015.
7. Sokolov M.S., Glinushkin A.P. Bioticheskaja reguljacija – real'nyj faktor dearidizacii agrosfery // Vestnik Orlovskogo GAU. 2017 (v pečati).
8. Shur T. Prognoz dlja vechnoj merzloty // V mire nauki. 2017. №1-2. S. 167 – 172.

*Glinushkin A.P., Doctor of Agricultural Sciences (Advanced Doctor), Director,
FSBI "All-Russian Research Institute of Phytopathology",
Sokolov M.A., Student,
Moscow University of linguistics*

**THE ROLE OF HUMUS IN THE SOIL IN AGROSPHERE OF ADAPTATION
TO CLIMATE CHANGE OF THE EARTH**

Abstract: we discuss the problem and consequences of the greenhouse effect for Agrosphere. Healthy soil of agricultural lands is regarded as a source and sink of atmospheric carbon dioxide. To minimize the negative consequences of aridization Agrosphere should: 1) stop to cut down the forests on the Eurasian continent; where possible, restore forest biomes with their inherent ecosystem functions; 2) to maximize the sequestration of atmospheric carbon dioxide the soil of agrocenoses should be healthy and vysokoorganizovannaja; only such soil can act as a basin for the runoff of atmospheric carbon dioxide.

Keywords: greenhouse effect, devoluzione, deforestation, sequestration, runoff and emissions of carbon dioxide, organic fertilizer, organic farming, permaculture, healthy soil

Голубкина Н.А., доктор сельскохозяйственных наук,
ФГБНУ ВНИИССОК,

Рыфф Л.Э., кандидат биологических наук,

Крайнюк Е.С., кандидат биологических наук,

Багрикова Н.А., доктор биологических наук,

ФГБУН «ОТКЗ Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН»

ОСОБЕННОСТИ НАКОПЛЕНИЯ СЕЛЕНА НЕКОТОРЫМИ РАСТЕНИЯМИ ЮЖНОГО ПОБЕРЕЖЬЯ КРЫМА

Аннотация: выявление новых природных аккумуляторов селена среди растений представляется важным в решении проблемы селенодефицита среди населения. Мониторинг уровней аккумуляции селена 13 видами лиственных деревьев, 11 таксонами хвойных, 27 видами травянистых растений и кустарников, произрастающих на южном побережье Крыма, выявил важнейшие факторы, влияющие на уровень аккумуляции селена: высота над уровнем моря и предпочтительное аккумулятивное селена хвойными и вечнозелеными растениями, а также растениями рода *Brassica*. Среди лекарственных растений установлены 6 видов, характеризующихся высокими концентрациями микроэлемента: постенница иудейская (*Parietari judaica* L.), иберийка простая (*Ibris simplex* DC), фибигия щитовидная (*Fibigia clypeata* (L.) Medik), птицемлечник понтийский (*Ornithogalum ponticum* Zahar.), резуха кавказская (*Arabis caucasica* Schlechtend) и иглица колючая (*Ruscus aculeatus* L.).

Ключевые слова: селен, растения южного побережья Крыма, атмосферный перенос селена

Введение

Селен является эссенциальным микроэлементом для человека, входя в состав целого ряда ферментов антиоксидантного действия, глутатион пероксидаз, триодтиронин деиодиназ и тиоредоксин редуктаз. Недостаток потребления селена с растительной и животной пищей снижает иммунитет, повышает риски возникновения и развития кардиологических и онкологических заболеваний, ослабляет репродуктивную функцию, способствуя развитию бесплодия и приводя к преждевременным родам, сокращает продолжительность жизни [1]. Важная биологическая роль селена и широкое распространение селенодефицита в мире в целом и в России, в частности, определяют актуальность поисков наиболее эффективных путей оптимизации селенового статуса населения. Деление растений на гипераккумуляторы (*Stanleya Nutt.*, отдельные представители *Astragalus* L.), вторичные аккумуляторы (*Brassica* L., *Allium* L.) и не аккумуляторы селена (большинство сельскохозяйственных растений) предполагает потенциальную возможность использования природной генетической вариативности в аккумуляции селена растениями [2]. Следует, однако, отметить, что исследования по отнесению растений к той или другой группе в конечном итоге носит фрагментарный характер, а поиски новых аккумуляторов селена практически не проводятся.

Учитывая уникальные геохимические особенности Крыма и его флористическое разнообразие, а также отсутствие данных по

уровню накопления селена растениями южного побережья Крымского полуострова, целью настоящего исследования явилось установление особенностей накопления микроэлемента растениями и выявление интенсивности переноса микроэлемента в системе Черное море-атмосфера-растения.

Материалы и методы

В первой декаде июня 2017 г были отобраны образцы листьев 13 видов лиственных деревьев, хвои 11 таксонов хвойных деревьев и 34 травянистых растений и кустарников на территории Никитского ботанического сада (44° 30.6727' 0" с.ш., 34° 14.4273' 0" в.д.) и его окрестностей, заповедника «Мыс Мартьян», в пригороде Гурзуфа и Ялты. Растения высушивали при комнатной температуре до постоянного веса, гомогенизировали и хранили при комнатной температуре в полиэтиленовых контейнерах без доступа воздуха до начала проведения анализов. Содержание селена устанавливали флюорометрически на приборе Флюорат 4М по величине флюоресценции комплекса четырехвалентного селена с 2,3-диаминонафталином в гексане. Длина волны возбуждения 376 нм, эмиссии-519 нм [3].

Статистическую обработку результатов осуществляли с использованием статистической программы Excel

Латинские названия растений приведены в соответствии с последней сводкой по дикорастущей флоре Крыма [4](Ена, 2012) и международной базой данных The Plant List [5](2013), русские названия – по «Определителю высших растений Кры-

ма» [6](1972) и сайту «Плантариум» [7] (2007-2017).

Результаты и обсуждения

Важность переноса селена в системе водоемы-атмосфера-растения-почва в связи с выделением фитопланктоном летучих соединений селена и захватыванием микроэлемента брызгами океана широко обсуждается в литературе [8-10]. Однако, большая часть выводов сделана для условий наибольшей активности фитопланктона океанов, и практически отсутствуют данные о существовании и интенсивности таких процессов для прибрежных районов малых морей. Исследования уровней аккумуляции селена прибрежными растениями Калининградской области и, в частности, Куршской косы, не выявили значимых концентраций микроэлемента в большинстве исследованных видов растений, за исключением повышенных концентраций микроэлемента в листьях облепихи [11]. Следовало ожидать, что в условиях существенно более теплого климата Крымского полуострова и омывающего его Черного моря влияние воздушного переноса селена должно проявляться более интенсивно. Оценка влияния высоты над

уровнем моря на интенсивность накопления селена растениями проводилась на плюще обыкновенного (*Hedera helix*) - как одном из наиболее распространенных вечнозеленых растений южного побережья республики. Результаты исследования показали, что уровень накопления селена листьями плюща падает в 3 раза с увеличением высоты над уровнем моря в интервале от 40 до 140 м (рис.1). На больших высотах концентрация селена в листьях плюща изменяется незначительно. Таким образом, представляется очевидным существование умеренного влияния атмосферного переноса селена с поверхности Черного моря на высоте в 120-140 м. Именно на такой высоте расположена большая часть территории Никитского ботанического сада и значительная часть прилегающего к нему заповедника «Мыс Мартьян». Для исследования видовых различий в аккумуляции селена этот факт оказался особенно важным, поскольку позволял проводить сравнение уровней накопления микроэлемента значительным количеством самых разнообразных видов растений в сходных экологических условиях.

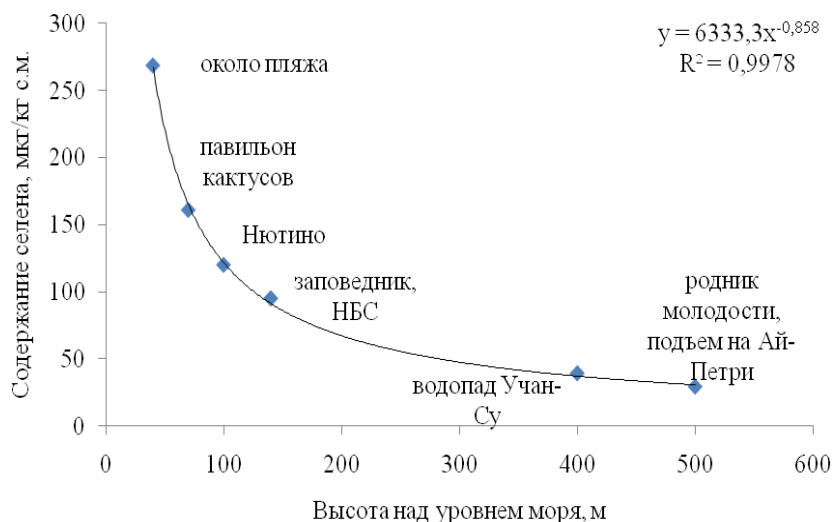


Рис. 1. Уровни накопления селена листьями плюща обыкновенного в зависимости от высоты над уровнем моря

Оценка уровней накопления селена исследованными растениями (рис. 2, табл. 1-3) позволила показать, что крайне широкий интервал концентраций микроэлемента характерен для трав и кустарников, а самый узкий – для хвойных деревьев

со сравнительно высокими абсолютными значениями. Эти данные наглядно показывают, что наибольшее количество видов с высоким содержанием селена характерно для трав и кустарников.

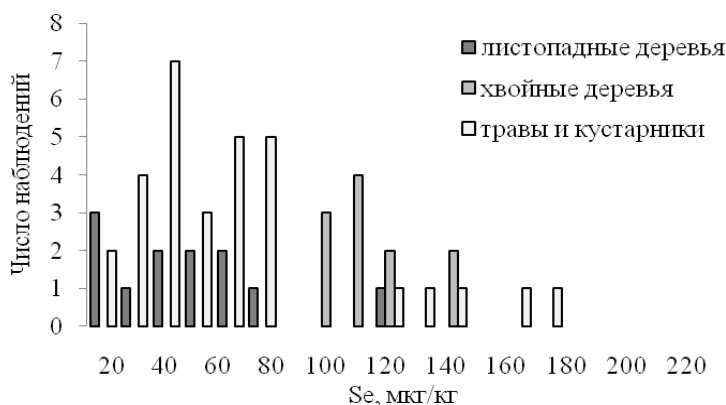


Рис. 2. Гистограмма накопления селена растениями южного побережья Крыма

В самом деле, коэффициент вариации в уровне селена в хвойных растениях составляет всего 12%, в то время как этот показатель для лиственных

деревьев достигает 44,2%, а для трав и кустарников 0150 51,6%. (табл. 1-3).

Таблица 1

**Накопление селена хвойными растениями Крыма
(Никитский ботанический сад, заповедник «Мыс Мартъян»)**

Наименование		Селен, мкг/ кг с.м.
Речной кедр сбежистый	<i>Calocedrus decurrens</i> (Torr.) Florin	82±2
Кедр гималайский	<i>Cedrus deodara</i> (Roxb.ex D.Don) G.Don	91±2
Кедр атласский сизый плакучий	<i>Cedrus atlantica</i> (Endl.) Manetti ex Carriere "Glauca Pendula"	105±3
Кедр атласский серебристый	<i>Cedrus atlantica</i> (Endl.) Manetti ex Carriere 'Argentea'	107±2
Кедр ливанский	<i>Cedrus libani</i> A. Rich.	129±4
Можжевельник высокий	<i>Juniperus excelsa</i> M.Bieb.	81±5
Можжевельник дельтовидный	<i>Juniperus deltoides</i> R.P.Adams	93±1
Кипарис лузитанский	<i>Cupressus lusitanica</i> Mill.	84±3
Кипарис крупноплодный	<i>Cupressus macrocarpa</i> Hartw.	123±3
Сосна крымская	<i>Pinus nigra</i> J.F.Arnold subsp. <i>pallaeiana</i> (Lamb.) Holmboe	100±5
Торрея калифорнийская	<i>Torreya californica</i> Torr.	97±3
M±SD		99±12
CV, %		12,1
Интервал концентраций		81-129

Таблица 2

Содержание селена у лиственных древесных пород

Наименование		Место отбора проб	Высота над уровнем моря, м	Селен, мкг/кг с.м.
Дуб каменный 100 лет	<i>Quercus ilex</i> L.	НБС	120	70±3
Дуб каменный 20 лет		Заповедник	140	55±5
Дуб пробковый	<i>Quercus suber</i> L.	НБС	120	27±5
Дуб пушистый 500 лет	<i>Quercus pubescens</i> Willd.	НБС	120	18±5
Дуб пушистый 30 лет		Заповедник	140	12±1

Продолжение таблицы 2

Дуб турецкий 160 лет	<i>Quercus cerris</i> L.	НБС	120	107±5
Земляничник мелкоплодный	<i>Arbutus andrachne</i> L.	Заповедник	140	17±2
Клен полевой	<i>Acer campestre</i> L.	Ялта	50	33±2
Багряник европейский	<i>Cerius siliquastrum</i> L.	Гурзуф	150	38±2
Платан	<i>Plantarus acerifelia</i> (Aiton) Willd.	Ялта	50	41±3
Граб восточный	<i>Carpinus orientalis</i> Mill.	Заповедник	140	43±2
Инжир	<i>Ficus carica</i> L.	Ялта	50	57±3
M±SD				43±19
CV,%				44,2
Интервал концентраций				12-107

Таблица 3

Содержание селена в травах и кустарниках

Наименование	Место сбора	Высота над уровнем моря, м	Селен, мкг/кг с.м.	
Вздутостебельник узловатый	<i>Physocaulis nodosus</i> (L.) W.F.J. Koch	Заповедник	140	17±2 ^a
Дубровник обыкновенный	<i>Teucrium chamaedrys</i> L.	Гурзуф	150	18±3 ^a
Мятлик однолетний	<i>Poa annua</i> L.	Ялта	50	23±1 ^b
Жабрица медоносная	<i>Seseli gummiferum</i> Pall.ex Smith	Гурзуф	50	24±6 ^{b,c}
Молочай крымский	<i>Euphorbia tauricola</i> Prokh	Дорога на Ялту	120	31±3 ^c
Подмаренник	<i>Galium aparine</i> L.	Гурзуф	50	32±2 ^{c,d}
Секироплодник пестрый	<i>Securigera varia</i> (L.) Lassen	Гурзуф	150	34±2 ^d
Желтушник заостренный (серый)	<i>Erysimum cuspidatum</i> (M.Bieb.) DC	Заповедник	140	34±2 ^d
Хлопушка курчавая	<i>Oberna crispatae</i> (Steven) Ikonn	Гурзуф	150	39±1 ^e
Кентариус красный	<i>Centranthus ruber</i> (L.) DC	Ялта	50	39±2 ^e
Клоповник злаколистный	<i>Lepidium graminifolium</i> L.	Гурзуф	50	42±2 ^{e,f}
Жабрица камеденосная	<i>Seseli gummifenum</i> Pall.ex Smith	Гурзуф	150	45±3 ^{f,g}
Ладанник крымский	<i>Cistus tauricus</i> J.Presl et C.Presl	Заповедник	140	48±3 ^g
Вербейник пурпурносиний	<i>Aegony chon purpureocaeruleum</i> (L.) Holub	Заповедник	140	52±4 ^{g,h}
Василек салоникский	<i>Centaurea salonitana</i> Vis.	Гурзуф	150	59±3 ^{h,i}
Дубровник белый	<i>Teucrium polium</i> L.	Гурзуф	150	63±3 ⁱ
Вьюнок кантабрийский	<i>Convolvulus cantabrica</i> L.	Гурзуф	150	64±3 ⁱ

Продолжение таблицы 3

Жасмин кустарниковый	<i>Jasminum fruticans</i> L.	Заповедник	140	69±5 ¹
Фибигия щитовидная	<i>Fibigia clypeata</i> (L.) Medik	Заповедник	140	108±5
Птицемлечник Понтийский	<i>Ornithogalum ponticum</i> Zahar.	Нютино (НБС)	120	119±5
Иглица колючая	<i>Ruscus aculeatus</i> L.	Заповедник	140	129±5
Иберийка простая	<i>Iberis simplex</i> DC	Гурзуф	150	143±4 ¹
Резуха кавказская (резуха)	<i>Arabis caucasica</i> Schlechtend.	Гурзуф	150	154±10 ¹
Постенница иудейская	<i>Parietaria iudaica</i> L.	Ялта	50	227±5
M±SD				62±32
CV, %				51,6
Интервал концентраций				17-227

Сочетание антибактериальных и противогрибковых свойств эссенциального масла хвойных деревьев [12] с выявленным нами высоким содержанием селена в хвое представляется новым подходом к оценке биологического действия соответствующих водных экстрактов. Среди хвойных деревьев наибольший уровень селена был характерен для кедра ливанского – 129 мкг/кг, что в 1,2 раза превышает уровень накопления селена хвоей речного кедра сбежистого. Среди двух видов кипарисов по интенсивности накопления селена выделяется кипарис крупноплодный. Наблюдаемые более высокие концентрации селена в хвойных

растениях определяются, несомненно, в первую очередь долговременным эффектом накопления микроэлемента, в то время как у листопадных деревьев это явление носит сезонный характер. Подтверждением этого предположения явились сравнительные данные накопления селена листьями дуба и хвоей лиственницы и ели, произрастающих в одинаковых экологических условиях на территории дендрариума ФГБНУ ВНИИССОК (Московская обл, 55°39' 23'' N, 37° 12' 43'' E). Данные табл.4 показывают, что уровень аккумуляции микроэлемента падает в ряду: ель серебристая>лиственница>дуб.

Таблица 4

Содержание селена в листьях дуба и хвое лиственницы и ели

Наименование		Селен, мкг/кг с.м.
Дуб черешчатый (обыкновенный)	<i>Quercus robur</i> L.	13±1
Лиственница европейская	<i>Lárix deciduas</i> Mill.	33±2
Ель голубая	<i>Picea pungens</i> Engelm.	43±2

В отличие от хвойных деревьев, лиственные породы характеризуются более высокой межвидовой вариабельностью в аккумуляции селена при одинаковых биогеохимических условиях, а наблюдаемый интервал концентрации микроэлемента составляет 12-107 мкг/кг с.м. листьев. Показательно, что такая вариабельность особенно характерна для дубов, среди которых лидирующее место по накоплению селена занимает дуб турецкий (107 мкг/кг с.м.), но следует учесть, что материал для анализа был взят с одного из старейших и наиболее крупных деревьев Никитского ботанического сада, которому не менее 160 лет. Результаты исследования показывают, что более старые растения дубов (дуб каменный, дуб пушистый) содержат в 1,4-1,5 раз более высокие уровни се-

лена в листьях, чем молодые экземпляры, что хорошо согласуется с известными литературными данными о повышении концентрации антиоксидантов в листьях дубов в процессе старения [13]. Обращают также внимание сравнительно более высокие уровни накопления селена листьями дуба каменного, отличающегося, как известно, более высокой устойчивостью к неблагоприятным факторам окружающей среды (засуха, УФ-облучение) по сравнению с другими видами [14]. Большая устойчивость каменного дуба может быть, по крайней мере частично, связана с повышенными уровнями микроэлемента селена, активно участвующего в защите растений от всех форм оксидантного стресса: засоления, засухи, подтопления, УФ-облучения, воздействия тяжелых металлов и вред-

ных насекомых [2]. Кроме того, обращает внимание, что дуб каменный является вечнозеленым растением, что также может способствовать аккумулярованию микроэлемента.

Среди травянистых растений и кустарников наибольший интерес вызывают растения с аномально высокими уровнями накопления селена: постенница иудейская, иберийка простая, фибигия щитовидная, птицемлечник понтийский, резуха кавказская и иглица колючая (кустарничек). Значительная часть этой группы растений применяется в традиционной медицине. Так, птицемлечник обладает бактерицидным и противовоспалительным действием, улучшает кровообращение, ускоряет обмен веществ, уменьшает свертываемость крови. Это растение успешно используется при лечении радикулита, остеохондроза, невралгий и мышечных болях. Несмотря на высокую токсичность растения, оно успешно используется в качестве противоракового, противодиабетического средства, при лечении гепатита [15]. Иглица колючая улучшает кровоток в венах, снижает отеки ног, успешно используется при лечении хронической венозной недостаточности, профилактике геморроя. Иберийка проявляет тонизирующее действие на работу сердца, обладает цитостатическим и бактериостатическим действием, повышает тонус гладкой мускулатуры. Растение применяется в качестве желчегонного и мочегонного средства [16]. Постенница известна своим мочегонным, кровоостанавливающим, противовоспалительным и антибактериальным действием. Фибигия щитовидная применяется для лечения камней в почках [17].

Высокие уровни накопления селена для резухи кавказской, иберийки простой и фибигии щито-

видной, по крайней мере, частично связаны с принадлежностью этих растений в семейству крестоцветных, известных своим высоким содержанием серы и способностью замещения серы в биологически активных соединениях селеном [2]. Иглица колючая является вечнозеленым кустарничком, что также может способствовать более высокому уровню аккумулярования селена. Что касается постенницы иудейской, то высокий уровень селена в этом растении может быть связан с тем, что сбор растения осуществлялся не на высоте 140-150 м над уровнем моря, как для других исследованных видов, а всего на высоте 50 м в долине реки Учан-Су (Водопадная), где воздействие атмосферного переноса микроэлемента море-атмосфера-растения более выражено, как это было показано нами на плюще обыкновенном. Тем не менее, в любом случае эти растения в непосредственной близости моря могут проявлять повышенный защитный эффект на организм человека благодаря высокому содержанию селена.

Заключение

Мониторинг уровней накопления селена при морскими растениями открывает широкие возможности выявления новых источников микроэлемента, что представляется особенно перспективным в исследовании лекарственных растений, используемых в нетрадиционной медицине. Результаты настоящего исследования показывают, что принадлежность к вечнозеленым или листопадным видам, растениям рода *Brassica*, а также место произрастания (высота над уровнем моря) определяют в значительной степени интенсивность аккумулярования микроэлемента. Перспективность таких поисков несомненна как с позиции теории, так и в практическом плане.

Литература

1. Голубкина Н.А., Папазян Т.Т. Селен в питании. Растения, животные, человек М.: Печатный город 2006.
2. Pilon-Smits, E. Selenium in plants. In "Progress in Botany". 2015. U. Luttge, W. Beyschlag eds., Springer International Publishing Switzerland. P. 93 – 107.
3. Alfthan G. A micromethod for the determination of selenium in tissues and biological fluids by single-test-tube fluorimetry // Anal.Chim.Acta. 1984. V. 65. P. 187 – 194.
4. Ена А.В. Природная флора Крымского полуострова. Симферополь: Н. Орианда. 2012. 232 с.
5. The Plant List Version 1.1. 2013. URL: <http://www.theplantlist.org/>.
6. Определитель высших растений Крыма. Л.: Наука. 1972. 550 с.
7. Плантариум: Определитель растений on-line. 2007-2017. URL: <http://www.plantarium.ru/> (дата обращения: 07.07.2017)
8. Winkel L.H.E, Vriens B, Jones GD, Schneider LS., Pilon-Smits E, Bañuelos GS. Selenium Cycling Across Soil-Plant-Atmosphere Interfaces: A Critical Review // Nutrients. 2015. V. 7 (6). P. 4199 – 4239.
9. Blazina T., Sun Y., Voegelin A., Lenz M., Berg M., Winkel L.H.E. Terrestrial selenium distribution in China is potentially linked to monsoonal climate // Nat Commun. 2014. V. 5. P. 4717.
10. Zhou J., Wang Y., Yue T., Li Y., Wai K.M., Wang W. Origin and distribution of trace elements in high-elevation precipitation in southern China // Environ. Sci. Pollut. Res. 2012. V. 19. P. 3389 – 3399.

11. Голубкина Н.А. Селеновый статус Калининградской области // Микроэлементы в медицине. 2016. 17 (4). С. 21 – 26.
12. Hong E.J., Na K.J., Choi I.G., Choi K.C., Jeung E.B. Antibacterial and antifungal effects of essential oils from coniferous trees // Biol Pharm Bull. 2004. V. 27 (6). P. 863 – 866.
13. Wolkerstorfer S., Wonisch A., Stankova T., Tsvetkova N., Tausz M. Seasonal variations of gas exchange, photosynthetic pigments, and antioxidants in Turkey oak (*Quercus cerris* L.) and Hungarian oak (*Quercus frainetto* Ten.) of different age // Trees. 2011. V 25 (Iss 6). P. 1043 – 1052.
14. Cotrozzi L., Remorini D., Pellegrini E., Landi M., Massai R., Nali C., Guidi L., Lorenzini G. Variations in physiological and biochemical traits of oak seedlings grown under drought and ozone stress // Physiol Plant. 2016. V. 157 (1). P. 69 – 84.
15. Plančić M., Božin B., Kladar N., Rat M., Srđenović B. Phytochemical profile and biological activities of the genus *Ornithogalum* L. (Hyacinthaceae) // Biologia Serbica. 2014. V. 36 (1). P. 3 – 17.
16. Ozdemir E., Alpınar K. An ethnobotanical survey of medicinal plants in western part of central Taurus mountains: Aladaglar (Nigde-Turkey) // J. Ethnopharmacology. 2015. V. 166. P. 53 – 65.
17. Baydoun S., Lamis C., Dalleh H., Nelly A. Ethnopharmacological survey of medicinal plants used in traditional medicine by the communities of Mount Hermon, Lebanon // Journal of ethnopharmacology. 2015. V.173. P. 139 – 156.

References

1. Golubkina N.A., Papazjan T.T. Selen v pitanii. Rastenija, zivotnye, chelovek M.: Pechatnyj gorod 2006.
2. Pilon-Smits, E. Selenium in plants. In “Progress in Botany”. 2015. U. Luttge, W. Beyschlag eds., Springer International Publishing Switzerland. P. 93 – 107.
3. Alfthan G. A micromethod for the determination of selenium in tissues and biological fluids by single-test-tube fluorimetry // Anal.Chim.Acta. 1984. V. 65. P. 187 – 194.
4. Ena A.V. Prirodnaja flora Krymskogo poluoostrova. Simferopol': N. Orianda. 2012. 232 s.
5. The Plant List Version 1.1. 2013. URL: <http://www.theplantlist.org/>.
6. Opredelitel' vysshih rastenij Kryma.L.: Nauka.1972.550 s.
7. Plantarium: Opredelitel' rastenij on-line. 2007-2017. URL: <http://www.plantarium.ru/> (data obrashhenija: 07.07.2017)
8. Winkel L.H.E, Vriens B, Jones GD, Schneider LS., Pilon-Smits E, Bañuelos GS. Selenium Cycling Across Soil-Plant-Atmosphere Interfaces: A Critical Review // Nutrients. 2015. V. 7 (6). P. 4199 – 4239.
9. Blazina T., Sun Y., Voegelin A., Lenz M., Berg M., Winkel L.H.E. Terrestrial selenium distribution in China is potentially linked to monsoonal climate // Nat Commun. 2014. V. 5. P. 4717.
10. Zhou J., Wang Y., Yue T., Li Y., Wai K.M., Wang W. Origin and distribution of trace elements in high-elevation precipitation in southern China// Environ. Sci. Pollut. Res. 2012. V. 19. P. 3389 – 3399.
11. Golubkina N.A. Selenovyy status Kaliningradskoj oblasti // Mikrojelementy v medicine. 2016. 17 (4). S. 21 – 26.
12. Hong E.J., Na K.J., Choi I.G., Choi K.C., Jeung E.B. Antibacterial and antifungal effects of essential oils from coniferous trees // Biol Pharm Bull. 2004. V. 27 (6). P. 863 – 866.
13. Wolkerstorfer S., Wonisch A., Stankova T., Tsvetkova N., Tausz M. Seasonal variations of gas exchange, photosynthetic pigments, and antioxidants in Turkey oak (*Quercus cerris* L.) and Hungarian oak (*Quercus frainetto* Ten.) of different age // Trees. 2011. V 25 (Iss 6). P. 1043 – 1052.
14. Cotrozzi L., Remorini D., Pellegrini E., Landi M., Massai R., Nali C., Guidi L., Lorenzini G. Variations in physiological and biochemical traits of oak seedlings grown under drought and ozone stress // Physiol Plant. 2016. V. 157 (1). P. 69 – 84.
15. Plančić M., Božin B., Kladar N., Rat M., Srđenović B. Phytochemical profile and biological activities of the genus *Ornithogalum* L. (Hyacinthaceae) // Biologia Serbica. 2014. V. 36 (1). P. 3 – 17.
16. Ozdemir E., Alpınar K. An ethnobotanical survey of medicinal plants in western part of central Taurus mountains: Aladaglar (Nigde-Turkey) // J. Ethnopharmacology. 2015. V. 166. P. 53 – 65.
17. Baydoun S., Lamis C., Dalleh H., Nelly A. Ethnopharmacological survey of medicinal plants used in traditional medicine by the communities of Mount Hermon, Lebanon // Journal of ethnopharmacology. 2015. V.173. P. 139 – 156.

*Golubkina N.A., Doctor of Agricultural Sciences (Advanced Doctor),
All-Russian Institute of vegetable breeding and seeds production,
Riff L.E., Candidate of Biological Sciences (Ph.D.),
Krainuk E.S., Candidate of Biological Sciences (Ph.D.),
Bagrikova N.A., Doctor of Biological Sciences (Advanced Doctor),
Nikitsky Botanic Garden*

PECULIARITIES OF SELENIUM ACCUMULATION BY SOME PLANTS OF THE SOUTHERN CRIMEAN SHORE

Abstract: indication of new natural selenium accumulators among plants are considered to be of vital importance in the decision of the human selenium deficiency problem. Monitoring of selenium accumulation by 13 deciduous trees species, 11 taxons of coniferous trees, 27 species of grasses and bushes, grown at the Southern Crimean shore, revealed important factors affecting selenium accumulation level: height above the sea level and predominant selenium accumulation by coniferous and evergreens, and also by *Brassica* plants. Six species with anomalously high selenium concentration were determined: *Parietari ijudaica* L., *Ibris simplex* DC, *Fibigia clypeata* (L.) Medik, *Ornothogalum ponticum* Zahar., *Arabis caucasica* Schlechtend and *Rúscus aculeatus* L.

Keywords: selenium, plants of the Southern Crimean shore, atmospheric selenium transfer

*Голубкина Н.А., главный научный сотрудник,
доктор сельскохозяйственных наук,
ФГБНУ ВНИИССОК,
Амагова З.А., научный сотрудник,
Мацадзе В.Х., кандидат сельскохозяйственных наук,
ФГБНУ «Чеченский НИИСХ»*

МОНИТОРИНГ СОДЕРЖАНИЯ СЕЛЕНА В ОБЪЕКТАХ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ЧЕЧЕНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

Аннотация: проведен мониторинг содержания селена в объектах окружающей среды 15 районов Чеченской республики (вода, мышечная ткань сельскохозяйственных животных, почва). Установлено, что в условиях Чеченской республики ни валовое содержание селена в почве, ни уровень водорастворимых форм не отражают селеновый статус исследованного региона. Напротив, данные содержания селена в поверхностных и грунтовых водах и мясе являются более информативными показателями и свидетельствуют о существовании умеренного дефицита/маргинальной недостаточности элемента в республике.

Ключевые слова: Чеченская республика, селен, вода, говядина, почва

Введение

Селен является эссенциальным микроэлементом для человека, обеспечивающим поддержание иммунитета, защиту от кардиологических, вирусных и ряда онкологических заболеваний, нормализацию репродуктивной функции, защиту от воздействия тяжелых металлов. Неравномерность распределения микроэлемента по поверхности Земного шара определяет существование зон глубокого дефицита и районов селенозов [1]. Установлено, что неадекватное потребление селена, включая случаи глубокого селенодефицита, охватывает около 1/7 населения мира, снижая уровень антиоксидантной защиты организма [2]. По сравнению с другими регионами земного шара Россия отличается не только огромной территорией, но и значительной вариабельностью геохимических характеристик почвы – основного источника микроэлемента в пищевой цепи почва – растения – животные – человек [3]. Селеновый статус территории Чеченской республики до настоящего времени не исследовался. Однако, тяжелые последствия нестабильной социально-экономической ситуации в регионе в период с 1994 по 2003 год, способствовавшей деградации и засолению почв, а также загрязнение почв нефтепродуктами определяют особую значимость установления селенового статуса территории республики ввиду известных свойств микроэлемента, как мощного природного антиоксиданта в борьбе с различного рода биотическими и абиотическими стрессовыми факторами [1].

Целью настоящего исследования было проведение мониторинга содержания селена в почве,

воде и мясе сельскохозяйственных животных Чеченской республики.

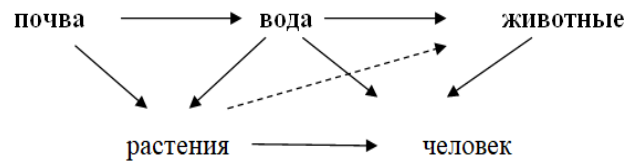
Материалы и методы

113 образцов пахотного слоя почвы из 14 районов Чеченской республики собирали в период 2016-2017 г. Образцы высушивали до постоянного веса при 70°C и гомогенизировали. 31 Образец воды (4 образца поверхностных вод – реки Хумыг, Гумс, Искарг; бутилированная вода – 5 образцов и 22 образца питьевой родниковой воды) собирали весной 2017 г в пластиковые бутылки и хранили до начала анализа при +4°C. Образцы мяса (говядина – 46 образцов, конина-1, баранина-3) отбирали в мясных павильонах на рынках 15 районов республик, высушивали до постоянной массы при 70°C и гомогенизировали. Полученный порошок хранили в герметически закрытых полиэтиленовых пакетах до начала анализа. Содержание селена устанавливали флуорометрически [4]. Воду (350 мл) перед началом анализа концентрировали до 1 мл путем выпаривания в присутствии 1-2 мл концентрированной азотной кислоты.

Статистическую обработку результатов осуществляли с использованием критерия Стьюдента с применением статистической программы Excel.

Результаты и обсуждения

Среди объектов окружающей среды с целью проведения мониторинга селенового статуса территории почва, вода и мясо сельскохозяйственных животных используются достаточно часто [5, 6], поскольку являются звеньями переноса селена в цепи:



Несмотря на то, что вода не является значимым источником селена для человека, ее ключевая роль в переносе селена определяет важность оценки содержания микроэлемента в поверхностных и грунтовых водах. Известно, что уровень селена в подземных водах определяется не только содержанием микроэлемента в прилегающих породах, но также окислительно-восстановительным потенциалом и содержанием кислорода [7]. При исследовании поверхностных вод, бутилированной и родниковой воды (основного источника питьевой воды) республики была выявлена значительная вариабильность концентрации селена (рис. 1-3): интервал наблюдаемых концентраций составил 8-840 нг/л. Особенно четко это проявлялось на гистограмме распределения селена в родниковой воде (рис. 3), где просматривается три максимума, соответствующие концентрациям 150, 350 и 800

нг/л. Значительной оказалась вариабильность значений и для 4х районов г.Грозный, в котором водоснабжение осуществляется из трех водозаборов: водой родников Чернореченский, Гойтинский и Старосунженский (рис. 4). Уровень селена в бутилированной воде составил интервал 209-940 нг/л (рис. 1). Даже содержание селена в поверхностных водах варьировало значительно (от 176 до 544 нг/л, рис.2), хотя принято считать, что поверхностные воды беднее по содержанию селена, чем грунтовые [6]. Принято считать, что содержание селена в поверхностных водах является удобным критерием оценки селенового статуса территории [8].

Обращает внимание, что все установленные значения для поверхностных и грунтовых воды много ниже, чем ПДК селена как для питьевой воды (10 мкг/л), так и для водоемов, предназначенных для разведения рыбы (1 мг/л) [9].

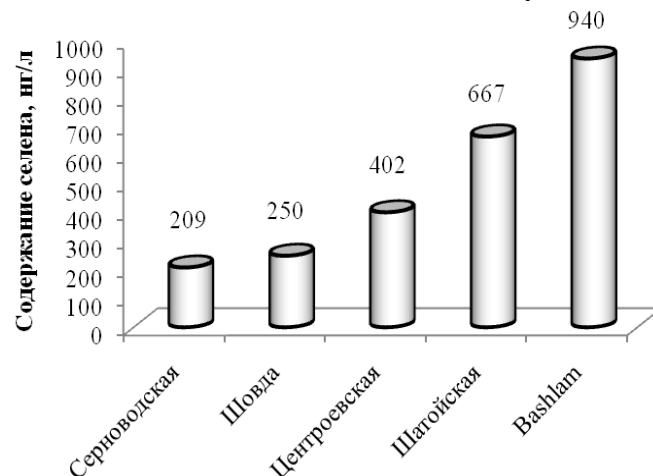


Рис. 1. Содержание селена в бутилированной воде (Башлам, Серноводская – Сундженский район; Центроевская-Курчалоевский район; Шовда – г. Аргун)

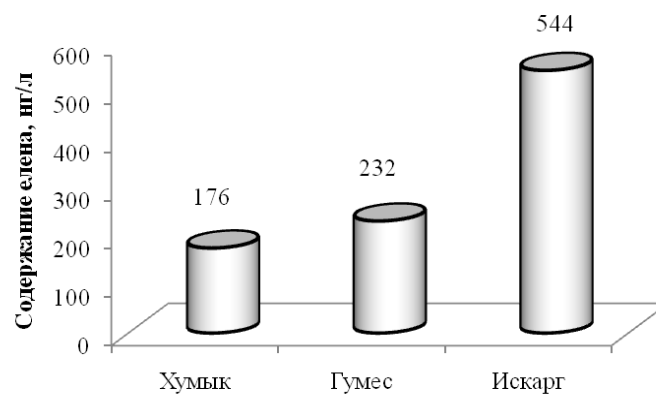


Рис. 2. Содержание селена в реках

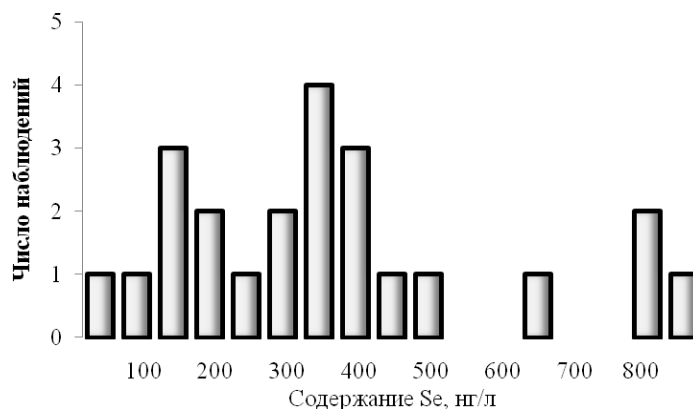


Рис. 3. Гистограмма содержания селена в родниковой воде, используемой в центральном водоснабжении Минимальные уровни селена в питьевой воде обнаружены в Грозненском, Шатойском и Шаройском районах, максимальные – в Сундженском, Урус-Мартановском и Шатойском районах

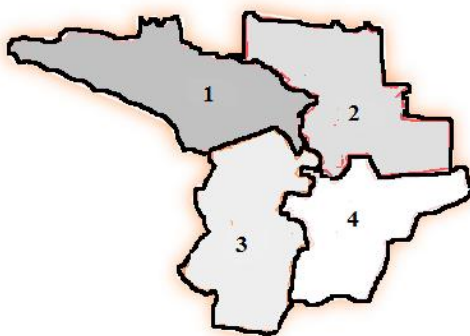


Рис. 4. Содержание селена в питьевой воде г. Грозный: 1 – Старопромывловский р-н (159 нг/л), 2 – Ленинский р-н (241 нг/л), 3 – Заводской р-н (337 нг/л), 4 – Октябрьский р-н (424 нг/л)

Столь высокая вариабильность концентрации селена в поверхностных и грунтовых водах Чеченской республики является специфической особенностью региона. Действительно, по 22 районам Оренбургской области интервал наблюдаемых концентраций селена в грунтовых водах составил 18-319 нг/л [10], в Горном Алтае 89-540 нг/л [11], в родниках Воскресенского района Московской области с мощным антропогенным давлением, связанным с работой ОАО «Воскресенские минеральные удобрения», концентрация селена достигала 40-284 нг/л. Все эти данные указывают косвенно на существование в Чеченской республике районов умеренного дефицита и маргинальной недостаточности микроэлемента в окружающей среде.

Потребление мяса населением Чеченской республики составляет 73 кг в год, что выше средние статистических показателей по России (63 кг/год), хотя и не достигает максимальных уровней, зарегистрированных в США и Люксембурге (120 кг/год) В связи этим оценка уровней накопления микроэлемента мышечной тканью сельскохозяйственных животных представляется крайне пер-

спективной, как в отношении установления селенового статуса территории, так и обеспеченности селеном населения республики. Доказано, что биодоступность селена мяса высокая и приблизительно сходна с биодоступностью селена пшеницы [13]. Зарегистрированные уровни накопления селена в мясе сельскохозяйственных животных варьируют в очень широких пределах и прямо зависят от биогеохимической характеристики региона. Так, для говядины минимальное содержание селена отмечено в Словакии-30 мкг/кг сырой массы-[14], максимальное – в США (190 мкг/ кг сырой массы) [15]. Прямая корреляция уровня селена в мясе сельскохозяйственных животных с уровнем биодоступного селена в почвах определяет перспективность использования этого показателя для характеристики селенового статуса территории.

Выявленные уровни накопления селена мышечной тканью животных Чеченской республики представлены в табл. 1 и свидетельствуют о существовании маргинальной недостаточности/умеренного дефицита селена в объектах окружающей среды региона.

Таблица 1

Содержание селена в говядине Чеченской республики

№ на карте	Район	Число населенных пунктов	Содержание селена, мкг/кг сухой массы	
			Среднее	Интервал концентраций
1	Шаройский	2	157±1	157-158
2	Грозненский	2	181±31	150-211
3	Итумкалинский	1	189±5	184-194
4	Гудермесский	5	206±24	162-271
5	Шатойский	1	215±5	210-220
6	Шалинский	5	244±35	203-278
7	Сундженский	3	246±8	234-258
8	Курчалоевский	9	258±52	190-371
9	Веденский	1	262±2	260-264
2а	г. Грозный	7*	265±20	214-318
10	Наурский	1	272±2	270-274
11	Шелковской	6	279±41	201-360
12	Надтеречный	1	292±2	290-294
13	Урус-Мартановский	4	304±50	218-371
14	Ачхой-Мартановский	1	332±2	330-334
15	Ножай-Юртовский	1	340±2	338-342
Среднее на сухую массу			241±66	150-342
Среднее на сырую массу			152±42	95-215

*количество образцов мяса

Более того, оказалось, что между уровнем накопления селена в мясе и содержанием микроэлемента в воде проявляется положительная статистически значимая корреляционная взаимосвязь

(рис. 5), что свидетельствует о значимости обоих показателей в оценке селенового статуса территорий.

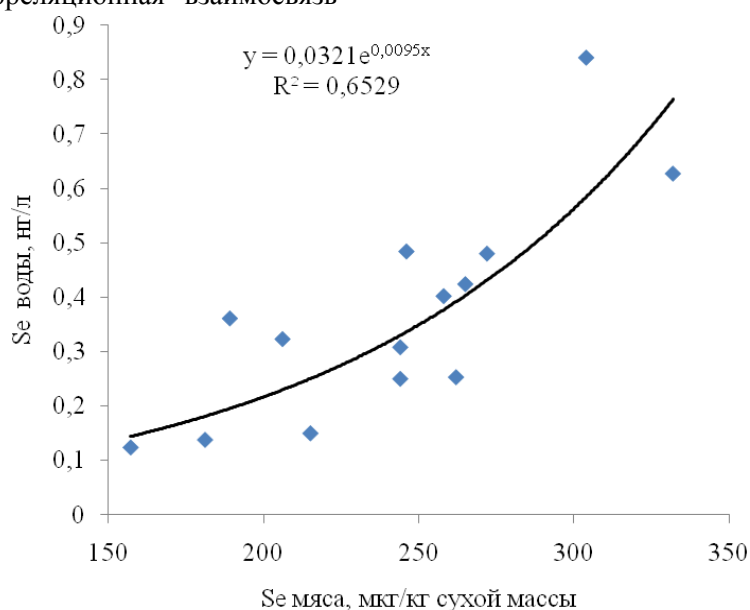


Рис. 5. Взаимосвязь содержание селена в воде и мышечной ткани сельскохозяйственных животных

С этих позиций дефицит селена характерен для центральной и южной части Чеченской республики: Шаройском, Грозненском, Итумкалинском и Гудермесском районах (рис.6). Наиболее благопо-

лучными следует считать показатели селенового статуса районов Ножай-Юртовский и Ачхой-Мартановский

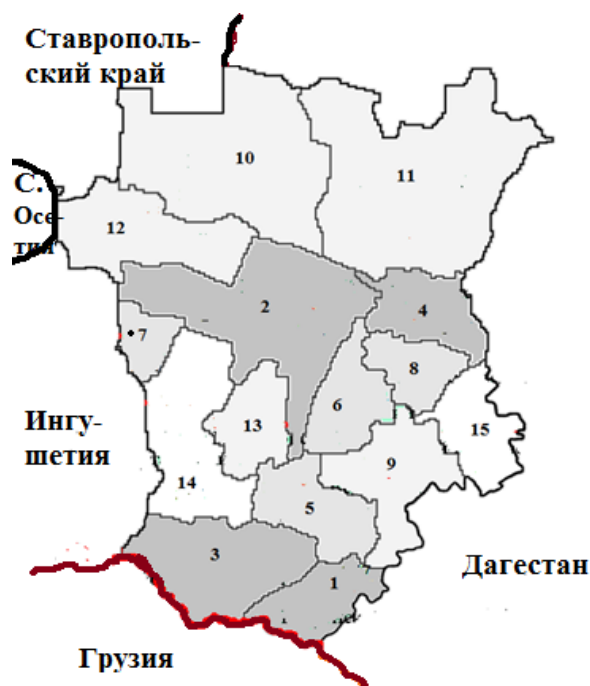


Рис. 6. Уровни селена в мышечной ткани сельскохозяйственных животных 15 районов Чеченской республики (мкг/кг сухой массы):

□ - 150-200 , □ - 200-250, □ -250-300, ■ - более 300 мкг/кг сухой массы

С другой стороны, принимая во внимание многочисленные исследования содержания селена в пахотном слое почв во многих странах мира [5], представляло интерес установить распределение микроэлемента в почвах Чеченской республики. Для большинства стран мира содержание селена в почвах составляет 0,01-2 мг/кг при среднем уровне 0,4 мг/кг и в настоящее время интенсивно исследуется в связи с возможностью прогнозирования экологических рисков и разработки эффективных мер оптимизации селенового статуса населения. Представленные в табл.2 данные по Чеченской республике выявили поразительно низкие значе-

ния валового содержания селена: от 135 до 232 мкг/кг. При этом предельно низкий уровень был выявлен в Итум-Калинском районе (70 мкг/кг).

С другой стороны оказалось, что ни валовое содержание селена в почве исследуемого региона, ни содержание водорастворимых форм микроэлемента не коррелировали ни с содержанием селена в воде, ни в мясе сельскохозяйственных животных ($P>0.5$). Низкая информативность уровней селена в пахотном слое в данном случае, несомненно, связано с биогеохимическими особенностями региона.

Таблица 2

Валовое содержание селена в почве Чеченской республики

Район	Число населенных пунктов	$M \pm SD$, мкг/кг с.м.	CV, %	Интервал концентраций
Итум-Калинский	3	135±70	51,9	70-240
Ачхой-Мартановский	8	151±19a	12,6	121-210
Курчалоевский	4	157±28a	17,8	117-165
Наурский	9	158±36a	22,8	109-261
Шалинский	3	164±27ab	16,5	145-205
Шатойский	7	171±35b	20,5	135-230
Шелковской	21	171±46b	26,9	90-277
Ножай-Юртовский	16	174±19b	10,9	128-215
Гудермесский	7	197±47bc	23,9	94-285
Г.Грозный	4	201±22c	10,9	163-242
Надтеречный	3	202±16c	7,9	156-242
Шаройский	3	203±11c	5,4	193-219

Продолжение таблицы 2

Грозненский	8	208±40с	19,2	124-285
Веденский	3	218±35с	16,1	166-262
Урус-Маргановский	14	232±51с	22,0	157-337
Среднее по республике	113	183±24	13,1	135-232

Значения в столбцах с одинаковыми индексами статистически не различаются.

Учитывая известные зарубежные исследования, представляется очевидным, что хотя в определенных условиях валовое содержание селена является отражением селенового статуса территории, однако, часто этот показатель не отражает истинное поступление селена из почвы в растения. В связи с этим предлагают различные варианты экстракции биологически доступного селена почвы: кипячение с водой, экстракцию раствором ЭДТА, соляной кислоты, бикарбоната натрия, хлористого калия [16]. Проведение такого комплексного экстрагирования и установление корреляционных взаи-

мосвязей с содержанием селена в растениях и тканях животных, является единственным вариантом адекватной оценки содержания биологически доступного селена почвы. Подобные исследования в Чеченской республике в совокупности с определением уровней аккумуляции селена растениями и тканями человека (сыворотка крови, волосы) позволят получить полную картину селенового статуса территории и предложить научно обоснованную программу оптимизации обеспеченности микроэлементов населения.

Литература

1. Голубкина Н.А., Папазян Т.Т. Селен в питании. Растения, животные, человек. М. Печатный город, 2006.
2. Haug A., Graham R.D., Christophersen O.A., Lyons G.H. How to use the world's scarce selenium resources efficiently to increase the selenium concentration in food // *Microbial Ecol Health Disease*. 2007. V. 19. P. 209 – 228.
3. Голубкина Н.А., Синдирева А.В., Зайцев В.Ф. Внутри региональная вариабильность селенового статуса населения // *Экология юга России*. 2017. Т. 1. С. 107 – 127.
4. Alfthan G. A micromethod for the determination of selenium in tissues and biological fluids by single-test-tube fluorimetry // *Anal. Chim. Acta* 1984. V. 65. P. 187 – 194.
5. Oldfield J.E. Selenium. World Atlas. N.Y. 2001.
6. Winkel L.H.E, Vriens B., Jones G.D., Schneider L.S., Pilon-Smits E., Bañuelos G.S. Selenium cycling across soil-plant-atmosphere interfaces: A critical review // *Nutrients*. 2015. V. 7 (6). P. 4199 – 4239.
7. Закутин В.П., Щека В.А. Селен в подземных и маломинерализованных водах // *ДАН СССР*. 1986. Т.289 (2). С. 489 – 493.
8. Ермаков В.В., Петрунина Н.С., Алексеева С.А. Биогеохимические критерии оценки изменения биогеоценозов // *Проблемы изучения и охраны заповедных природных комплексов*. Воронеж. Изд-во Воронеж. 1995. С. 167 – 169.
9. USEPA. 2008. Current national recommended water quality criteria. <http://www.epa.gov/waterscience/criteria/wqctable/> (last updated 11/4/08; accessed 12/23/08)
10. Голубкина Н.А., Бурцева Т.И., Гаценко А.Ю. Показатели качества питьевой воды Оренбургской области // *Гигиена и санитария*. 2011. №1. С. 70 – 74.
11. Майманова Т.И. Селен в природных водах Алтая: 4ая Российская биогеохимическая школа «Геохимическая экология и биогеохимическое изучение таксонов биосферы». Наука. 2003. С. 207 – 208.
12. FAO. Current Worldwide Annual Meat Consumption per capita, Livestock and Fish Primary Equivalent, Food and Agriculture Organization of the United Nations, viewed 31st March, 2013, <<http://faostat.fao.org/site/610/DesktopDefault.aspx?PageID=610#ancor>>.).
13. Pilarczyk B., Tomza-Marciniak A., Marciniak A. Products of animal origin as a source of selenium in human diet // in *Selenium: sources, functions and health effects* eds C Aomori, M. Hokkaido Nova-Publishers Inc. NY. 2012. P. 181 – 194.
14. Kadrabova J., Madaric A., Ginter E. The selenium content of selected food from Slovak Republic // *Food Chem*. 1997. V. 58. P. 29 – 32.

15. Pennington J., Schoen S., Salmon G., Young D., Johnson E., Marst R. Composition of core foods of the US food supply, 1982-1991.III. Copper, manganese, selenium and iodine//J. Food Comp. Anal.1995. Vol.8. P. 171 – 217.

16. Dhillon K.S., Neeraj Rani, Dhillon S.K. Evaluation of different extractants for the estimation of bioavailable selenium in seleniferous soils of Northwest India // Austral. J. Soil Res. 2005. V. 43. P. 639 – 645.

References

1. Golubkina N.A., Papazjan T.T. Selen v pitanii. Rastenija, zhivotnye, chelovek. M. Pechatnyj gorod, 2006.
2. Haug A., Graham R.D., Christophersen O.A., Lyons G.H. How to use the world's scarce selenium re-sources efficiently to increase the selenium concentration in food // Microbial Ecol Health Disease. 2007. V. 19. P. 209 – 228.
3. Golubkina N.A., Sindireva A.V., Zajcev V.F. Vnutri regional'naja variabil'nost' selenovogo statusa naselenija // Jekologija juga Rossii.2017. T. 1. S. 107 – 127.
4. Alfthan G. A micromethod for the determination of selenium in tissues and biological fluids by single-test-tube fluorimetry // Anal. Chim. Acta 1984. V. 65. P. 187 – 194.
5. Oldfield J.E. Selenium. World Atlas. N.Y. 2001.
6. Winkel L.H.E, Vriens B., Jones G.D., Schneider L.S., Pilon-Smits E., Bañuelos G.S. Selenium cycling across soil-plant-atmosphere interfaces:A critical review // Nutrients. 2015. V. 7 (6). P. 4199 – 4239.
7. Zakutin V.P., Shheka V.A. Selen v podzemnyh i malomineralizovannyh vodah // DAN SSSR.1986. T.289 (2). S. 489 – 493.
8. Ermakov V.V., Petrunina N.S., Alekseeva S.A. Biogehimicheskie kriterii ocenki izmenenija biogeocenoza//Problemy izuchenija i ohrany zapovednyh prirodnyh kompleksov. Voronezh. Izd-vo Voronezh. 1995. S. 167 – 169.
9. USEPA. 2008. Current national recommended water quality criteria. <http://www.epa.gov/waterscience/criteria/wqctable/> (last updated 11/4/08; accessed 12/23/08)
10. Golubkina N.A., Burceva T.I., Gacenko A.Ju. Pokazateli kachestva pit'evoj vody Orenburgskoj oblasti // Gigena i sanitarija. 2011. №1. S. 70 – 74.
11. Majmanova T.I. Selen v prirodnyh vodah Altaja: 4aja Rossijskaja biogehimicheskaja shkola «Geohimicheskaja jekologija i biogehimicheskoe izuchenie taksonov biosfery». Nauka. 2003. S. 207 – 208.
12. FAO. Current Worldwide Annual Meat Consumption per capita, Livestock and Fish Primary Equivalent, Food and Agriculture Organization of the United Nations, viewed 31st March, 2013, <<http://faostat.fao.org/site/610/DesktopDefault.aspx?PageID=610#ancor>>.).
13. Pilarczyk B., Tomza-Marcinial A., Marciniak A. Products of animal origin as a source of selenium in human diet//in Selenium: sources, functions and health effects eds C Aomori, M. Hokkaido Nova-Publishers Inc.NY. 2012. P. 181 – 194.
14. Kadraňová J., Madaric A., Ginter E. The selenium content of selected food from Slovak Republic // Food Chem.1997. V. 58. P. 29 – 32.
15. Pennington J., Schoen S., Salmon G., Young D., Johnson E., Marst R. Composition of core foods of the US food supply, 1982-1991.III. Copper, manganese, selenium and iodine//J. Food Comp. Anal.1995. Vol.8. P. 171 – 217.
16. Dhillon K.S., Neeraj Rani, Dhillon S.K. Evaluation of different extractants for the estimation of bioavailable selenium in seleniferous soils of Northwest India // Austral. J. Soil Res. 2005. V. 43. P. 639 – 645.

*Golubkina N.A., Leading Research Officer, Doctor of Agricultural Sciences (Advanced Doctor),
All-Russian Institute of vegetable breeding and seeds production,
Amagova Z.A., Research Officer,
Matsadze V.Kh., Candidate of Agricultural Sciences (Ph.D.),
Chechen Research Institute of Agriculture*

MONITORING OF SELENIUM CONTENT IN ENVIRONMENTAL OBJECTS OF THE CHECHEN REPUBLIC

Abstract: monitoring of selenium content in the environmental objects of 15 Chechen regions was achieved (water, meat of domestic animals, soil). Neither total selenium content in soil nor water extractable selenium reflects the selenium status of the republic. On the contrary selenium content in surface and ground water and meat seems to be more informative and indicate the existence of moderate/marginal selenium deficiency in the republic.

Keywords: Chechen republic, selenium, water, meat of domestic animals, soil

Грязнов М.Ю., кандидат биологических наук,
ведущий научный сотрудник,
Тоцкая С.А., кандидат биологических наук,
ведущий научный сотрудник,
Ромашкина С.И., научный сотрудник,
Всероссийский научно-исследовательский институт
лекарственных и ароматических растений

ВЛИЯНИЕ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ АММИ MAJUS L.

Аннотация: в статье приведены результаты исследования по влиянию органоминерального удобрения «Биоплант Флора» на рост, развитие и урожайность сырья лекарственной культуры амми большой (*Ammi majus* L.). В настоящее время препарат рекомендован к применению на овощных, зеленых, ягодных, плодовых, декоративных культурах и газонных травах. Опыты проводились во Всероссийском научно-исследовательском институте лекарственных и ароматических растений в 2014-2016 годах. В результате лабораторных и полевых опытов получены новые научные данные по способам внесения, концентрации и экспозиции изучаемого органоминерального удобрения для предпосевной обработки семян амми большой, подобрана фактическая норма расхода препарата. Проведенные исследования подтвердили высокую эффективность органоминерального удобрения «Биоплант Флора» при использовании препарата для выращивания лекарственной культуры амми большой (*Ammi majus* L.) и его влиянии на полевую всхожесть семян, густоту стояния растений и урожайность плодов.

Ключевые слова: *Ammi majus* L., органоминеральные удобрения, урожайность

Амми большая (*Ammi majus* L.) относится к роду *Ammi* L. семейства *Apiaceae* Lindley (*Umbelliferae* Moris). Амми большая - однолетнее травянистое растение высотой около 100 см. Корень стержневой, слабоветвистый достигает глубины 45 см. Соцветие – сложный зонтик диаметром до 15 см, с 50-ю лучами неравной длины. Плод (вислоплодник) – двусемянка, распадающаяся на два полуплодика. Семянка длиной 2-3 мм, шириной 0,6-1,0 мм, ребристая. Все части растения амми большой, особенно плоды, содержат фурукумарины: изопимпинеллин, бергаптен, ксантоксин, мармезин (обычно 1-2%). Кумарины проявляют анаболическую, антиоксидантную, гепатозащитную и противовоспалительную активность. Семена содержат эфирное и жирное масло, соли K, Ca, Fe, B, Se, Cu, Zn, Mn аккумулируются растением в листьях, корнях и плодах [1].

Амми большая широко используется в современной научной медицине. В России созданы препараты Аммифурин (фотосенсибилизирующий) и Анмарин (противогрибковый). Аммифурин – смесь двух фурукумаринов амми большой бергаптена и изопимпинеллина, в виде 2% раствора или таблеток, наряду с лечением витилиго используется как седативное, желчегонное, мочегонное средство, а также слегка тонирующее матку и кишечник. Препараты амми большой повышают чувствительность кожи к действию света и стимулируют образование меланоцитами пигмента меланина при облучении ультрафиолетовым светом [2].

В настоящее время промышленное возделывание амми сосредоточено в Центрально-Чернозёмном регионе и южных районах России. Амми большая отзывчива на внесение азотных удобрений. При посеве вносят гранулированный суперфосфат в дозе 5-10 кг/га, в начале стеблевания - полную минеральную подкормку из расчёта 30 кг/га действующего вещества.

В сельскохозяйственном производстве в настоящее время широко применяют удобрения, содержащие гуминовые кислоты, которые позволяют снизить дозу вносимых минеральных удобрений. Биоплант Флора – органо-минеральное удобрение на основе гуминовых кислот, включающее аминокислоты, витамины, а также микроэлементы магний, марганец, молибден, кобальт и цинк. На дерново-подзолистых почвах особую актуальность приобретают удобрения, в состав которых входят молибден и кобальт. Препарат Биоплант Флора рекомендован к применению на овощных и зеленых, ягодных, плодовых и декоративных культурах, газонных травах [3].

При разработке рекомендаций по применению микроудобрений необходимо учитывать не только видовые особенности культуры, но и почвенные, в том числе содержание подвижных форм микроэлементов. Наиболее эффективным способом применения микроудобрений является предпосевная обработка семян путем опудривания или смазывания, а также разбросное или локальное внесение непосредственно в почву и некорневая подкормка. Некорневые подкормки позволяют в несколько раз уменьшить дозу микроудобрений без

снижения прибавок урожая. Преимущество такого способа внесения – возможность воздействия на растение в периоды наиболее острой потребности в том или ином элементе питания [4, 5].

Испытания удобрения «Биоплант Флора» на амми большой проводились в 2014-2016 годах в лабораторных условиях и на полях отдела агробиологии и селекции ФГБНУ ВИЛАР. Предшественник – чистый пар. Обработка почвы включала глубокую зяблевую вспашку (23–25 см), ранневесеннее боронование, глубокое дискование и прикатывание с последующим маркированием борозд под посев с одновременным внесением минеральных удобрений ($N_{60}P_{60}K_{60}$). Агротехнология возделывания по типу пропашных культур.

При проведении полевых опытов использовали общепринятые руководства [6]. Площадь делянки 10 м², повторность – 4-х кратная. Размещение делянок последовательное.

Способы внесения удобрения Биоплант флора: предпосевная обработка семян (замачивание за 2 дня до посева с экспозицией 3 часа, при разведении препарата 1:30); опрыскивание вегетирующих

растений (двукратно - в фазе 3-4-го полного листа и через 15 дней), всего было испытано 4 варианта разведения препарата (1:100; 1:200; 1:300; 1:500). Контроль – вариант без обработки.

Посев: весенний, широкорядным способом (с междурядьями 60 см), норма высева 4 кг/га. В процессе вегетации проводили биометрические учеты. Уборку плодов амми большой проводили при созревании 60% зонтиков.

Для изучения влияния разных концентраций и экспозиций препарата Биоплант Флора на посевные качества семян *Ammi majus* L. часть семян замачивались в препарате Биоплант Флора, часть семян – в воде. Время экспозиций: 1, 2, 4, 6 часов. Норма расхода препарата (разбавление): 1:20; 1:30; 1:40; 1:50. Повторность шестикратная. Всхожесть и энергия прорастания определялись согласно ГОСТ Р 51096-97.

Наибольший эффект препарата Биоплант флора на энергию прорастания семян амми большой наблюдался в концентрации 1:30, при экспозиции 2 и 4 часа – энергия прорастания семян превосходила контроль на 15-16 % (табл. 1).

Таблица 1

Влияние удобрения Биоплант Флора на посевные качества семян

Посевные качества семян	Вариант опыта (разбавление препарата)				
	Контроль (замачивание в воде)	Биоплант Флора			
		1:20	1:30	1:40	1:50
Замачивание 1 час					
Энергия прорастания, %	39,8	40,7	42,8	41,9	39,1
Всхожесть, %	70,1	71,8	73,1	71,7	70,9
Замачивание 2 часа					
Энергия прорастания, %	40,1	43,0	46,5	42,9	41,7
Всхожесть, %	71,2	74,1	75,3	74,9	72,5
Замачивание 4 часа					
Энергия прорастания, %	40,3	42,4	46,9	42,0	40,1
Всхожесть, %	71,8	75,6	76,1	73,4	72,6
Замачивание 6 часов					
Энергия прорастания, %	39,7	40,1	40,6	40,0	39,9
Всхожесть, %	69,9	70,7	72,3	71,6	70,9

При разбавлении препарата 1:50 во всех экспозициях влияние на энергию прорастания не наблюдалось. Разбавление препарата 1:20 и 1:40 при замачивании семян приводило к повышению энергии прорастания на 4-8%. На всхожесть семян амми большой Биоплант Флора не оказал существенного влияния.

Изучение влияния препарата Биоплант Флора на ростовые процессы проростков амми большой проводилось на вариантах, при которых были получены наилучшие результаты по энергии прорастания семян – разбавление 1:30, время экспозиции 2 и 4 часа. Было выявлено, что длина корней (на

момент определения всхожести) увеличивается по сравнению с контролем на варианте с экспозицией 2 часа – на 20%, 4 часа – на 18%. Масса проростка (на момент определения всхожести) при обработке семян препаратом повышалась при обеих экспозициях, прибавка составила 18%.

Таким образом, для обработки семян амми большой целесообразно использовать разведение препарата Биоплант флора 1:30, с экспозицией от 2-х до 4-х часов.

Испытания удобрения были продолжены в полевых условиях. Всходы амми большой появились через 15 дней после посева. Их число

на 1 погонный метр в вариантах с обработкой семян препаратом Биоплант Флора (1:30) составило в среднем $56,3 \pm 3,4$, в контроле – $51,8 \pm 2,9$. Повышение полевой всхожести под влиянием препарата составило 9%.

Наблюдения за ростом и развитием амми показали, что предпосевная обработка семян и последующее опрыскивание удобрением Биоплант Флора способствуют более интенсивному росту и развитию растений, так высота растений во всех

вариантах с удобрением через 10 дней после первой обработки препаратом превышала контроль на 13-16% (табл. 2).

После второй обработки препаратом Биоплант Флора наблюдалось усиление роста растений только в фазу бутонизации, где превышение по сравнению с контролем составило 4-14%. К фазе массового цветения влияние препарата на высоту растений амми нивелируется и этот показатель на всех вариантах опыта практически одинаков.

Таблица 2

Влияние удобрения Биоплант флора на высоту растений амми большой (*Ammi majus* L.)

Вариант опыта	Высота растений, см		
	После первой обработки	После второй обработки	
		фаза бутонизации	фаза массового цветения
Контроль (без обработки)	$12,55 \pm 0,7$	$41,5 \pm 0,4$	$74,2 \pm 3,1$
Биоплант (обработка семян и вегетирующих растений)			
Биоплант 1:500	$14,5 \pm 1,4$	$47,2 \pm 2,1$	$78,4 \pm 2,9$
Биоплант 1:300	$14,6 \pm 1,7$	$45,2 \pm 2,3$	$77,9 \pm 0,4$
Биоплант 1:200	$14,3 \pm 2,0$	$43,6 \pm 2,9$	$75,6 \pm 0,9$
Биоплант 1:100	$12,6 \pm 2,4$	$43,5 \pm 2,3$	$75,2 \pm 1,4$

Необходимо отметить, что наибольший эффект влияния на рост растений амми был получен при норме расхода удобрения 1:300 и 1:500. Установлено, что наряду с активизацией ростовых процессов амми большой под влиянием препарата Биоплант Флора при нормах расхода 1:300 и 1:500 наблюдается ускорение развития и переход растений в генеративную фазу. В этих вариантах фаза бутонизации наступала на 3-4 дня раньше, чем в контроле, цветение – на 3-5 дней. При высоких

нормах расхода удобрения отмечена задержка развития генеративных органов.

В варианте с нормой расхода удобрения Биоплант Флора 1:500 фаза массового цветения растений наступила в самый ранний срок, сформировалось наибольшее количество соцветий (превышение над контролем составляло 15%). В остальных опытных вариантах различия не существенны. По показателю – диаметр центрального зонтика опытные и контрольные варианты не отличались друг от друга (табл. 3).

Таблица 3

Влияние удобрения Биоплант Флора на биометрические показатели

Вариант опыта	Диаметр центрального зонтика		Количество зонтиков	
	см	% к контролю	шт/растение	% к контролю
Контроль	12,4	100	4,7	100
Биоплант (обработка семян и вегетирующих растений)				
Биоплант 1:500	12,5	100	5,4	115
Биоплант 1:300	12,4	100	5,1	109
Биоплант 1:200	12,3	99	5,0	106
Биоплант 1:100	12,2	99	5,0	106
НСР ₀₅	1,2		0,5	

В связи с тем, что лекарственным сырьем амми большой являются плоды (семена), образование большего количества зонтиков в варианте с нормой расхода препарата 1:500 положительно сказа-

лось на урожайности – прибавка по сравнению с контролем составила 61,1 кг/га (11%). При остальных нормах расхода удобрения разница по урожайности не существенна (табл. 4).

Таблица 4

Влияние удобрения Биоплант Флора на урожайность плодов

Вариант опыта	Урожайность плодов	
	кг/га	% к контролю
Контроль	541,5	100
Биоплант (обработка семян и вегетирующих растений)		
Биоплант 1:500	602,8	111
Биоплант 1:300	581,3	107
Биоплант 1:200	579,2	107
Биоплант 1:100	541,7	107
НСР ₀₅	56,1	

Выводы

1. Для обработки семян амми большой целесообразно использовать разведение препарата Биоплант флора 1:30, с экспозицией от 2-х до 4-х часов, что увеличивает полевую всхожесть и способствует повышению густоты стояния растений на 9%.

2. Двукратное опрыскивание препаратом вегетирующих растений в норме расхода 1:500 положительно влияет на рост и развитие растений и обеспечивает прибавку урожайности плодов (на 11%).

Литература

1. Атлас лекарственных растений России / Под ред. В.А. Быкова. М., 2006. 352 с.
2. Фитопрепараты ВИЛАР: научно-справочное издание. М.: Бюрус-пресс, 2009, 256 с.
3. www.bioplant.biz
4. Химизация в отраслях АПК. Ч.1. Растениеводство: Справочник / И.Н. Богданов, Р.С. Бондарь, В.А. Васильев и др. М: Росагропромиздат, 1989. 320 с.
5. Морозов А.И., Пушкина Г.П. Использование органоминеральных удобрений при возделывании мяты перечной // АГРО XXI, 2013. №1-3. С. 40 – 41.
6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки). М.: Агропромиздат. 1985. 351 с.

References

1. Atlas lekarstvennyh rastenij Rossii / Pod red. V.A. Bykova. M., 2006. 352 s.
2. Fitopreparaty VILAR: nauchno-spravochnoe izdanie. M.: Borus-press, 2009, 256 s.
3. www.bioplant.biz
4. Himizacija v otrasljah APK. Ch.1. Rastenievodstvo: Spravochnik / I.N. Bogdanov, R.S. Bondar', V.A. Vasil'ev i dr. M: Rosagropromizdat, 1989. 320 s.
5. Morozov A.I., Pushkina G.P. Ispol'zovanie organomineral'nyh udobrenij pri vozdelevanii mjaty perechnoj // AGRO XXI, 2013. №1-3. S. 40 – 41.
6. Dospheov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoj obrabotki). M.: Agropromizdat. 1985. 351 s.

*Grjaznov M.Yu., Candidate of Biological Sciences (Ph.D.),
Senior Research Officer,
Totskaya S.A., Candidate of Biological Sciences (Ph.D.), Senior Research Officer,
Romashkina S.I., Research Officer,
All-Russia Research and Development Institute
of Medicinal and Aromatic Plants*

**EFFECT OF ORGANO-MINERAL FERTILIZERS ON THE
GROWTH AND DEVELOPMENT OF AMMI MAJUS L.**

Abstract: the article presents the results of a study on the effect of organo-mineral fertilizer "Bioplant flora" on the growth, development and yield of *Ammi majus* L. medicinal plants raw material. Currently, the product is recommended for use on vegetable, leafy, berry, fruit, ornamental plants and turf grasses. The experiments were performed in All-Russia Research and Development Institute of Medicinal and Aromatic Plants in 2014-2016. As a result of laboratory and field experiments new scientific evidence for the methods of application, concentration and exposure of the studied organo-mineral fertilizer for presowing treatment of seeds of *Ammi majus* L., matched the actual flow rate of the product. Studies have confirmed high efficiency organo-mineral fertilizer "Bioplant flora" when using the product for the cultivation of medicinal plants *Ammi majus* L. and its effect on seed germination, plant density and yield of fruit.

Keywords: *Ammi majus* L., organo-mineral fertilizers, crop yield

*Jan Diek van Mansvelt,
Full Member of RAS, Netherlands*

HISTORIC AND ACTUAL AWARENESS OF SOIL FERTILITY IN AGRICULTURE: RUSSIA – WESTERN EUROPE – USA: DRAFT OF A SURVEY

Abstract: in this paper I present an overview of how scientists in agriculture perceived the soils that produce the crops, and then I try to find out how these perceptions are – more or less consciously – included in agronomy and various related disciplines. In microbiology the notion of complex soil ecosystems came up in the nineteenth century. Conversion of crop remnants and manure on the one hand and feeding the crops on the other hand were studied as a balance in time (seasons), of manuring, crop rotation and (minimal) tillage in mixed systems. Therein crop – and livestock production were managed to be in balance.

But that notion and its experience of ‘living soils’ were overruled by an upcoming use of the external inputs of agrochemicals – fertilisers and subsequently pesticides – after World War II. However, minimized in the side-line, soil-friendly agriculture survived in organic and biodynamic movements, in this century enhanced by various similar approaches like agro-ecology. And then the FAO declared the year 2015 as the year of the soil, as the chemical agriculture they had supported for decades, had appeared to be shockingly soil-destructive: causing soil-erosion and subsequently flooding followed by drought.

Furthermore I present the soil-ecosystem awareness of today in various disciplines such as plant breeding, biosphere & climate, human health, rural development, manuring, phytopathology (including pesticide effects in soil ecosystems).

Keywords: soil fertility, crops, microbiology, ecosystems, ‘living soils’, soil-friendly agriculture

Introduction

Last year I had the honour and the pleasure to present the keynote paper ‘Perceptions of plant nutrition in agriculture – Some consequences for soil fertility, human health and global nutrition; an essay in contextualisation’ in the first Russian Conference on “Fundamental and applied research in bio-organic agriculture in Russia and the EU” organised by the Russian Federal Research Institution for Phytopathology and Moscow’s innovations centre Skolkovo (Van Mansvelt 2016). Therein the key issue was the question how we perceive plant nutrition and what are the consequences of that perception for our crop- and soil-management. I showed how feeding the soil ecosystem is crucial to sustainable soil fertility, and how the main nutrient for the soil ecosystem is Carbon (as carbohydrates), that delivers the much needed energy to the soil meso- and micro-organisms. Straw rich manure and well composted crop remnants could be shown to increase quality and quantity of the yields, provided that well elaborated crop-rotations and minimal ploughing were warranted.

For examples I could refer to a long list of publications wherein organic and biodynamic farms have been screened on their long-time production and on their effects on the environment (up to climate effects).

Key notion on plant nutrition was: plants feed themselves from fertile soils, and in turn feed the soil-ecosystems with their exudates and remnants. The idea that plants can only take up mineralised chemicals from watery solutions - the idea underlying chemical fertilisation – could be recognised as a re-

search artefact in the early Von Liebig School. That Von Liebig senior himself revised his early perceptions, now appreciating soil life and in particular the biological N fixation, is not widely recognised (Justus von Liebig 1861 ‘Es ist ja die Spitze meines Lebens, Naturgesetze im Landbau’). Interestingly, this book is missing on the English, French and German Wikipedia sites dedicated to Von Liebig.

Today I will focus on soil fertility concepts in time and in global regions, and then I try to find out how these are more or less consciously included in various disciplines of agronomy referred to in this conference.

A word on Vavilov and soil fertility:

Vavilov noted the role of leguminous crops (particularly chickpea) in supplying both people and livestock with protein, and also as a means of increasing soil fertility (especially lupin) (Loskutov 1999). Dragavtsef & Kurtener (2016) refer to Vavilov who wrote in 1935: "in the past the care for the soil – fertilizer, tillage, etc, came to the fore. But our main goal is in the other – in agricultural plant building". Thus he shifted his attention to genetically improving plant species to existing biotopes and left the improvement of biotopes to fit plant species to others like the microbiologists.

Trend setting early microbiologists

The famous Russian microbiologist and agronomist Winogradsky (1856-1953) started determining microbial species in a medical and later in an agricultural context. Growing them on well-chosen nutrients, he gradually realised that he could easily get lost in artificial conditions, estranged from nature (see King-Thom Chung and Christine L. Case 2001).

Regarding N-fixation they summarize: 'In 1922 Winogradsky was invited to set up the new agricultural bacteriology division of the Pasteur Institute in Brie-Comte-Robert (France), and started studying bacterial complexes in soil, especially those involved in the nitrogen cycle. He was aware that the complexity of soil bacteria required studying them in their natural habitats as well as in cultures. He conceived that in soils there is competition on nutrients and that a majority of organisms are in a dormant state. He is cited referring to the example of the *Azotobacter*, which was active in isolation, but could remain "obstinately at rest in the midst of the soil." But the use of laboratory methods exclusively, e.g. isolation, pure culture, and bacteriological media, could not establish real soil science. He believed that soil microbiology is an independent science that should be carried out under conditions as near nature as possible, that is "in the soil itself".

While at Brie, he demonstrated that bacteria in plants root nodules, were the active agents for nitrogen fixation. This work aided the development of commercial cultures of nitrogen-fixing bacteria by Ira Baldwin at the University of Wisconsin.'

Regarding cellulose decomposition: 'Selman Waksman speculated that while walking through his forests and fields in the Ukraine between 1905 and 1917, Winogradsky must have wondered about the disappearance of cellulose – which led to his research on cellulose decomposition. Between 1926 and 1929, he embarked on a detailed study of aerobic organisms involved in cellulose decomposition. He recognized the existence of several bacterial genera capable of attacking cellulose and that these bacteria synthesize polyuronides found in soil. He was the first person to describe the fusiform, cellulose-degrading cells in the genus *Cytophaga*.'

Thus, like quite some other natural science researchers, Winogradsky started believing in the concept of reductionism and single action-reaction relationships that could be studied under artificial conditions. Later he realised that natural soils are complex ecosystems, with a wide range of interacting organisms, so that a holistic, multidisciplinary approach is the only one relevant for sustainable land-use. Before him it was for example Von Liebig, who as a young scientist thought plant nutrition was about the uptake of single chemicals from watery solutions, as he had his experiments 'artificially' organised in laboratory conditions. Later, looking around in farming practices, he realised that plants were interactive organisms with a variety of feeding and nourishing capacities (see Von Liebig, J. (1861) 'Es ist ja dies die Spitze meines lebens').

Secondly I mention Nikolai Aloksantrovich Krasil'nikov (1896-1973) who, beside many scientific

papers, also published the remarkable book 'Soil Microorganisms and Higher Plants'. As the director of the Institute of Microbiology of the Academy of Science of the USSR, all his scientific lifetime he was very much interested in the soil's microbial life and its interactions with the crops grown in those soils, the fertilisers applied and the crop rotations in situ. See also the biography of Krasil'nikov written by Vera N. Gutina (1982).

Anton Nigten summarised Krasil'nikov's book mentioned above. For this symposium I quote some main points from that summary:

1. Organic fertilisers cannot be (completely) replaced by chemical salts (such as the well known NPK fertilisers of today).

2. Using composts as fertilisers in his experiments, he found yield increases of 10 – 50%, as compared to using chemical fertilisers. However, there were considerable differences between crop species.

3. Remnants of crops and animals must be converted into humus before crops can feed on them.

4. Fertile soils contain more amino-acids than infertile ones.

5. Crops can feed on organic substances only (Palladin V.N, 1924), with a positive effect on their quality as crops as well as of their seeds (Samokhvalov 1952; Kursanov 1953/1954).

6. Most plants can interact symbiotically with mycorrhiza fungi, as well as with bacteria. They feed the soil ecosystem and derive specific nutrients in return. This happens most strongly in the early phases of plant development.

7. Mycorrhiza fungi, algae and bacteria exude biotic substances into the soil, such as vitamins, amino acids, auxins, antibiotics, nitrogen compounds, organic acids and phosphorus compounds. The B vitamins are very important to plants, like vitamin B1 for O₂ rich combustion, of B6, B2 B12 PP and H for formation of amino acids and their transamination.

8. Several organic compounds can be taken up directly as such by plant roots (see for example Laurent and Laurent 1903), so complete mineralisation of the organic compounds is not a requirement as often presumed. Moreover, when bacteria and mycorrhiza fungi are present, phosphorus is taken up more easily.

9. Each and every plant species creates its own rhizosphere in the soil, with its own microorganisms. Thereby the soil, climate and management conditions are crucial. For example do microorganisms produce organic metal components (note that plants cannot take up inorganic iron). So, depending on the situation, nourishing or toxic conditions can occur in the rhizospheres.

10. During crop growth there are mainly non-sporulating bacteria, fungi, and algae. When crops

ripen the sporulating species, feeding on plant remnants, become most present. The latter can be detrimental to crops as they exude toxic substances: a monoculture effect that cannot be countered through fertiliser use.

11. In fertile soils less harmful microorganisms are found as compared to infertile soils. By adding CaCO_3 , MgO and NaOH Krasil'nikov accomplished important improvements of soil quality. On the contrary, by adding KNO_3 and KPO_3 azotobacter, a healthy soil indicator, was killed. These experiments were done in podzol soils that presumably lacked Ca, Na and Mg, and presumably where still rich in K.

12. All micro-organisms have their own antagonists in the soil ecosystems. To increase their positive effect on plant growth, Krasil'nikov mixed them with compost, thus keeping them in a good balance.

13. Plants growing in soils treated with manure or compost were found to contain more 'active plant juices', with antibiotics from the soil. Their resistance against plant diseases was increased as compared to non-treated plants.

14. Epiphytes on over ground crop parts can have positive or negative effects on the plant growth, similar to those of microorganisms in the soil.

15. In his last book "Microbes and toxic chemicals in the struggle against plant pests", Krasil'nikov argues strongly in favour of microbial balances in the soil ecosystem to prevent diseases, and thus against killing those living soils by using pesticides.

In short, long ago Winogradsky and Krasil'nikov were already very much aware of the complex living soil ecosystem and its many species, in their various interactions among one another as well as with crops grown on those soils. Where the first researcher moved over the years from single species to complex ecosystems, for economic reasons the second one became more and more focused on single microorganisms producing natural antibiotics. Thus the latter left the soil ecosystem for others. By specialising so much, the view on the soil system as a whole got lost from his sight.

Coevals of the mentioned Russian soil microbiologists

Similar recommendations for sustainable soil management to the Russian scientists mentioned can be found their coevals and successors, such as the German, British, French and American researchers Rudolf Steiner (1861-1925), Sir Albert Howard (1873-1947), William Albrecht (1888-1974), Hans Peter Rusch (1906-1977) and Masanobu Fukuoka (1913-2008), who share his perception of soils as living organisms but do apply this perception in agriculture. See Chaboussou (2004) and the recent book of Yvan Besson 2017: 'Les Fondateurs de l'agriculture biologique', wherein he summarises the work of the

middle-European soil-ecosystem-friendly agronomists.

Soil-ecosystem awareness of today

If we look for the USA of today, we find John Marler (2009) who lists the benefits of biotic fertilizers as follows:

1. Full genetic potential: Crops grown with the steady nutrition provided by the complex ionic nutrients contained in soil acids are usually superior in appearance, size and nutrient density to crops grown with conventional fertility formulations.

2. Equal or greater yields: Biotic fertilizers have equalled or excelled in crop yields when compared with conventional fertility programs in both organic and NPK + biotics formulations.

3. Cost: Biotic fertilizer costs are equal to, or less than, costs associated with conventional fertilizers. When oil prices and natural gas prices increase, the cost of conventional fertilizers increases, but the cost of biotic fertilizers stays relatively stable.

4. An end to arable soil erosion and loss of topsoil: Conventional fertilizers are easily over applied. The result is an imbalance in the carbon: nitrogen ratio in a soil, which accelerates the loss of topsoil. Biotic fertilizers work in a natural manner to rebuild soil acids and soil acid gels that act to hold topsoil in place.

5. Soil remediation: Biotic fertilizers have the ability to grow a crop to its full genetic potential while remediating and building soil organic matter, in the form of complex nutrition soil acids.

6. Less toxicity: Biotic fertilizers come in both organic and non-organic forms. While organic forms are naturally less toxic, even the non-organic forms have been shown to require less use of pesticides and fungicides. As a result, conventional fertility programs fortified with biotic fertilizers are not only less toxic, but also have lower costs normally associated with pesticide and fungicide applications.

7. Less crop attack by pests: Organic growers have noted that organic crops experience fewer attacks by pests when compared to crops fertilized with conventional fertilizers. Biotically fertilized crops, particularly those grown with USDA National Organic Program fertilizers, typically exhibit little attraction for insects. Nature has a means for protecting healthy plants from insects, and biotic fertilizers enable these protective mechanisms.

8. Less fungal attacks and disease: biotically fertilized crops have repeatedly shown an ability to resist fungal attack and plant disease. Growers with many different crops in diverse regions have reported that the incidence of powdery mildew, fungus, and other specialized fungal attacks, such as club root in cole crops, are diminished by the use of biotic fertilizers. The mechanism behind this ability is suspected to be

the chelated forms of natural elemental fungicides, such as copper, magnesium and zinc that are contained in the biotic formulations.

As can be seen, the numbering is different but, by and large, both sets of arguments do nicely cover one another: Marler agreeing with and elaborating on the soil fertility awareness that Winogradsky and Krasil'nikov shared more than a 70 years before.

Also in Russia itself the idea of soil-ecology based agriculture is nowadays notably present, for example in the work of Zhuchenko (1995) and Evgeny Lysenko et al. (2010). As all before mentioned authors they criticise trends in agriculture wherein industrial chemisation (fertilisers & pesticides) is applied in large monocultures with soil turning (deep) ploughing. They refer to the soil-ecosystem eroding effect of the combination of fertilisers disturbing and pesticides killing soil life, with ploughs and their heavy tractors compacting the soils (making them impermeable for air and water). Note that with the decline in soil micro-organisms caused by fertiliser application, the crops lose their resilience and thus stimulate the use of pesticides that kill the soil ecosystem even more. Soil compaction inspires the use of heavier tractors and deeper ploughing, which causes decreasing crop development, which inspires the use of more fertilisers. Altogether clearly a negative spiral for the soil, the ecosystem and thus the roots of the agro-ecological production system.

The mentioned researchers also refer to the decline of product quality, of the health of crops and livestock, together with environmental pollution and the biotope and climate disturbance, which are not paid for by the polluters but by the taxpaying consumers.

Moreover, both Zhuchenko and Lysenko et al include the socio-economic, institutional and governmental policies behind the centralising and uniforming, short-time money making of few (shareholders of industry) at the cost of the future of many (the global population and their socio-economic and agro-ecosystems). A multidisciplinary approach which is highly demanded for a sustainable land-use future (Van Mansvelt and Van der Lubbe 1999).

All this fits with the need for transition of the FAO's policy from the post-war (2nd WW) centralised chemo-technical monocultural high external input approach (which was war-driven) to a non-violent, soil ecosystem. A system that furthers, agro-ecosystem agriculture, using compost and straw-rich manure to feed the soil, which subsequently provides the food that the plants can take up as they need it according to their development stage, their biotope and climate conditions. See how I referred last year to FAO's Deputy Director-General Maria Helena Semedo, who in 2015 warns that agriculture is discovered as a big threat in the fight against climate change¹. She calls

upon governments to integrate this sector into their urgent climate policies. If they fail to do so, for example because they see it as a threat for standing positions, she predicts ever more hungry people in the world. Agriculture and the good, carbon enriching use of soils, thus have made a strong contribution to the series of measures against greenhouse gases, the sources of global warming. From the 186 countries that have already laid out voluntary plans to reduce their emissions, around 100 of them include measurements related to the use of soils and agriculture (van Mansvelt 2016). But Semedo warns that those measure must be effectively implemented, not remain just paper on some shelves somewhere.

So now also the question is to Russian agro-scientists and agro-policy makers: how far are you implementing FAO's request?

In The Netherlands we have the unique Soil Biology Prof Lijbert Brussaard, from Wageningen University. In his valedictory oration, October 2016, he summarizes his work of almost three decades as follows:

“Over the years, my interest has broadened from straight soil biology to ecosystem services mediated by the soil biota, the (synergies and trade-offs between) ecosystem services and how scientific knowledge may inform land use planning and decision-making by actors in agricultural landscapes. In particular, my research focusses on:

- Biodiversity in agricultural landscapes. Agricultural landscapes are important for the survival of a great deal of wildland biodiversity. The challenge is to make wildland biodiversity more meaningful for the functioning of agricultural landscapes and the provision of ecosystem services. The challenge I am working on is to understand and integrate soil biodiversity in this picture.

- Soil biota – soil structure interrelationships. As a result of agricultural management the contributions of the larger soil biota, such as earthworms and termites, to the formation of soil structure and porosity has diminished, with likely negative effects on the build-up and maintenance of soil organic matter. My research is aimed at understanding and restoring the activity of the soil biota and associated ecosystem services.

- Element cycles as influenced by the soil biota. With mounting pressure on increasing biomass production, while reducing nutrient and greenhouse gas losses from soil to the environment, my research is aimed at understanding and managing of soil biotic interactions for increased nutrient use efficiency in agriculture.

- Biological soil quality. The concept of biological soil quality recognizes that soil characteristics, soil properties, ecosystem functioning and soil ecosystem services are mediated by the soil biota. My research is

aimed at scientific underpinning of the concept and making it operational for farmers and other land users.”

Interestingly, in the North Carolina State University, the departments of crop science and that of soil science decided to merge in 2016, in order to focus more clearly on the interactions between the two (<https://cals.ncsu.edu/crop-and-soil-sciences/about/>). They want to generate and apply knowledge required for economically and environmentally sustainable crop production systems and products, as well as in developing land management strategies that protect the quality of North Carolina’s soil, water and air resources. In their historic report over more than a century, they mention, though slightly between the lines, the crucial shift to chemisation after WWII until recent, and the need to go back to soil fertility production as the key for sustainable agriculture.

It may be clear from the above, which is only a minute sample of more than a century of solid soil-biology research, that feeding the soil ecosystem is the most reliable and sustainable way to make sure that crops can grow healthy and prosperous. Massive interests from outside agriculture, which is from industry and politics, could bring about the detrimental shift to a focus on industrialised chemical agriculture that FAO 2015 so clearly critiqued after supporting precisely that detrimental agriculture for 70 years.

For the German speaking readers the Forschungs Institut Biologisch Landbau (FIBL) edited a comprehensive brochure on all ins and outs of sustainable, soil fertility improving land management with many practical recommendations (Anonymous 2012).

Soil ecology awareness in various specific disciplines of today

Plant breeding and soil ecology

US plant breeder Kell (2011) advocates the importance of breeding crops with wide and deeper root systems, in order to improve carbon sequestration and soil-ecosystems in general – this also in favour of good crop yields. He states:

“The soil represents a reservoir that contains at least twice as much carbon as does the atmosphere, yet (apart from ‘root crops’) mainly just the above-ground plant biomass is harvested in agriculture, and plant photosynthesis represents the effective origin of the overwhelming bulk of soil carbon. However, present estimates of the carbon sequestration potential of soils are based more on what is happening now than what might be changed by active agricultural intervention, and tend to concentrate only on the first metre of soil depth.

Breeding crop plants with deeper and bushy root ecosystems could simultaneously improve both the soil structure and its steady-state carbon, water and nutrient retention, as well as sustainable plant yields.

The carbon that can be sequestered in the steady state by increasing the rooting depths of crop plants and grasses from, say, 1 m to 2 m depends significantly on its lifetime(s) in different molecular forms in the soil, but calculations (<http://dbkgroup.org/carbonsequestration/rootsystem.html>) suggest that this breeding strategy could have a hugely beneficial effect in stabilizing atmospheric CO₂. This sets an important research agenda, and the breeding of plants with improved and deep rooting habits and architectures is a goal well worth pursuing.”

E. Charles Brummer et. al. (2011) from the Forage Improvement Division, The Samuel Roberts Noble Foundation, Ardmore, UK, state that:

“Plant breeding programs primarily focus on improving a crop’s environmental adaptability and biotic stress tolerance in order to increase yield. Crop improvements made since the 1950s – coupled with inexpensive agronomic inputs, such as fertilizers, pesticides, and water – have allowed agricultural production to keep pace with human population growth. Plant breeders, particularly those at public institutions, have an interest in reducing agriculture’s negative impacts (sic. JDvM) and improving the natural environment to provide or maintain ecosystem services (e.g. clean soil, water, and air; carbon sequestration), and in creating new agricultural paradigms (e.g. perennial polycultures). Here, we discuss recent developments in, as well as the goals of, plant breeding, and explain how these may be connected to the specific interests of ecologists and naturalists. Plant breeding can be a powerful tool to bring “harmony” between agriculture and the environment, but partnerships between plant breeders, ecologists, urban planners, and policy makers are needed to make this a reality.”

Biosphere and climate

The European environment | State and outlook 2010; Thematic assessment | Biodiversity

Agricultural intensification means decreased crop diversity, simplified cropping methods, fertiliser and pesticide use, and homogenised landscapes. Introducing biofuel crops may intensify fertiliser and pesticide use, exacerbating biodiversity loss. Industrial chemicals, metals and pharmaceutical products likewise end up in the soil or in water. Although nitrate and phosphorus pollution of rivers and lakes has declined, excess atmospheric nitrogen deposition is still an issue across the EU. See: [/www.eea.europa.eu/themes/soil/climate/soil-and-climate-change](http://www.eea.europa.eu/themes/soil/climate/soil-and-climate-change)

The Union of Concerned Scientists publishes several critical papers on various aspects of chemical-industrial agriculture’s hidden costs. Costs that are unknowingly and unwantedly carried by the public / the consumers. They state that:

“Industrial agriculture is currently the dominant food production system in the United States. It's characterized by large-scale monoculture, heavy use of chemical fertilizers and pesticides, and meat production in CAFOs (confined animal feeding operations). The industrial approach to farming is also defined by its heavy emphasis on a few crops that overwhelmingly end up as animal feed, biofuels, and processed junk food ingredients.

From its mid-20th century beginnings, industrial agriculture has been sold to the public as a technological miracle. Its efficiency, we were told, would allow food production to keep pace with a rapidly growing global population, while its economies of scale would ensure that farming remained a profitable business.

But too often, something crucial was left out of this story: the price tag.

In fact, our industrialized food and agriculture system comes with steep costs, many of which are picked up by taxpayers, rural communities, farmers themselves, other business sectors, and future generations. When we include these “externalities” in our reckoning, we can see that this system is not a cost-effective, healthful, or sustainable way to produce the food we need.

And the good news is that it's not the only way. Scientists and farmers are developing smart, modern agricultural systems that could reduce or eliminate many of the costs of industrial agriculture—and still allow farmers to run a profitable business. It's time for farm policy to move into the 21st century and prioritize these innovative methods. As I could show last year in Skolkovo, a range of researches has shown that average organic farms have a better yield and a higher income than comparable conventional farms (Van Mansvelt 2016).

Human health and environmental safety

Industrial farming has negative, often neglected effects on the health of workers, eaters, and downstream neighbours. Here are some of its costly health impacts:

Pesticide toxicity. Herbicides and insecticides commonly used in agriculture have been associated with both acute poisoning and long-term chronic illness (like Alzheimer's disease, obesity, diabetes etc.).

Water pollution from fertilizer runoff contaminates downstream drinking water supplies, requiring costly clean-up measures with an annual price tag of nearly \$2 billion.

Ecosystem pollution from the Antarctic snow (Zhang Q et al 2015) to the sea water in the deepest oceans pesticides in tiny quantities (0,1-1 Nano grams per litre water) have been found, which are enough to

pose potential threats to wildlife by accumulation in the food chain.

Junk food. Industrial agriculture, especially in the central United States, mostly produces commodity crops like corn, sugar beets and soybeans. These crops are used to make the processed foods that dominate the US diet, with serious—and enormously costly—health impacts. All those foods contain small quantities of dozens of different agro-chemicals that are used on those crops (like glyphosate and imidacloprid). Some chemicals are added during food processing (like MSG and dozens of other), and other pesticides (like glyphosate and imidacloprid) are developed in order to be absorbed by the plant roots, which thus increases the risks of passing the whole food chain to the end users.

Antibiotic resistance. The overuse of antibiotics in CAFOs has accelerated the development of antibiotic-resistant bacteria, which has taken a toll both in lives and health care dollars.

Farmland and the rural environment

The soils of the American Corn Belt were once celebrated for their fertility. But industrial farming treats that fertility as a resource to be tapped, not maintained. This leads to several kinds of costs, including:

Depletion. Monoculture exhausts soil fertility, requiring costly applications of chemical fertilizers.

Irrigation. Soils used to grow annual row crops and then left bare for much of the year have poor drought resistance, increasing irrigation costs.

Erosion. Monoculture degrades soil structure and leaves it more vulnerable to erosion, resulting in costs for soil replacement, clean-up, and lost farmland value.

Lost biodiversity. Industrial farms don't support the rich range of life that more diverse farms do. As a result, the land suffers from a shortage of the ecosystem services, such as pollination, and insect pest antagonists that a more diverse landscape offers.

Social and economic impacts

The pressure to "get big or get out" is fundamental to industrial agriculture—and takes a toll on communities.

Loss of mid-sized farms. Once the backbone of US agriculture, medium-sized farms are a dwindling breed, which means that fewer and fewer Americans make their living as farmers – a trend that has been bad for the economies of rural communities and farm states.

Neighbouring and downstream economies. Industrial agriculture can pack an economic wallop hundreds of miles from its origin – just ask local governments and utility managers who must install expensive equipment to remove fertilizer by-products

from public drinking water supplies. Or ask people who make their living from fisheries or tourism on the Gulf of Mexico and elsewhere, where "dead zones" and toxic algae blooms caused by farm runoff do damage with an annual price tag in the billions. CAFOs, too, create pollution problems that reduce livability and depress property values in surrounding communities.

See also the series of critical stands regarding agriculture and its hidden effects and cost published by the Earth Justice institution in the USA: <http://earthjustice.org/healthy-communities/toxic-chemicals/sustainable-agriculture>

And the Huffington Post gives a detailed survey of those hidden costs, in USD per issue, in: http://www.huffingtonpost.com/peter-lehner/the-hidden-costs-of-food_b_11492520.html

And even Spot-Chemi is very critical about the hidden costs of agriculture, see <https://blog.spotchemi.com/what-are-the-hidden-costs-of-industrial-agriculture/> of <http://www.spotchemi.eu/>

They all give abundant evidence that the last century's scientific concept of agriculture has more or less consciously neglected all external effects of their model. Thus considerably over claiming its benefits for global nutrition and denying its true costs for society and the global ecosystem.

Fertilisers – manure – compost: Organic matter amendments

Fulya Baysal- Gurel (2013) and her team from Ohio State University organised a symposium on the use of organic matter amendments and conclude:

- The addition of organic matter such as cover crop-green manure (single and mixed species), seed meals, dried plant material, good quality compost, organic waste and peats can aid in reducing diseases caused by soil-borne pathogens.

- Organic matter amendments can be very effective in controlling diseases caused by pathogens such as *Fusarium* spp., *Pythium* spp, *Rhizoctonia solani* and *Sclerotinia* spp.

- Organic matter improves soil structure and its ability to hold water and nutrients; it also supports microorganisms that contribute to biological control.

- Our study has shown that mixed-hay cropping during the transition periods can enhance soil suppressiveness to damping-off caused by *Pythium* and *Phytophthora*.

- In addition, although compost amendments applied during transition can improve crop vigour by significantly enhancing soil fertility, their effects on soil-borne diseases are not predictable when transitioning to certified organic production

- Organic matter amendments have great potential. However, they sometimes can cause;

Inconsistent control, increased disease severity and Phytotoxicity.

- Correct management of crop residues and wastes is necessary to avoid phytotoxic effects.

- This can be achieved by optimizing application rates and the timing between organic matter applications and planting the vegetable crop.

- In the early stages of decomposition, and especially when the available oxygen is low as in saturated soil, crop planting should be avoided, or at least delayed to avoid phyto-toxicity and/or diseases caused by *Pythium* and related pathogens.

- Although cover crops contribute many benefits to agricultural system, they may play a significant role to increase soil-borne diseases. Grower management of brassica cover crop residues could greatly affect biofumigation effectiveness.

- For maximum effect, residues need to be completely shredded and immediately incorporated into sufficiently moist soil. Here I allow myself to add that the application of dry organic materials (like crop remnants) can be applied to dry soils after harvest as a soil cover, to reduce soil erosion on slopes and increase percolation when rain comes or catch dew in the early morning.

Hopkins et. Al (2016) report that seven years of applying high amounts of compost and slurry improved yields as well as soil activity. At the same time it became clear that the applied high volumes (and contents) were not effective, as with increasing soil life over the years, the amount of applied nutrients could be decreased considerably without, decreasing the yields. This is quite in line with my last year's paper (Van Mansvelt 2016), wherein I argued that, once the soil ecosystem is re-established after years of depletion, it can be kept fertile with minimal inputs, provided good soil management (wide crop rotation, minimum tillage, carbon rich manure).

Rajiv K. Sinha et al (2009) published a special issue on Vermiculture & Sustainable Agriculture in the American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences.

They conclude that Earthworms are justifying the beliefs and fulfilling the dreams of the great visionary scientist Sir Charles Darwin as 'unheralded soldiers' of mankind and 'friend of farmer's. Darwin wrote a book in which he emphasized that 'there may not be any other creature in world that has played so important a role in the history of life on earth'.

One of the leading authorities on earthworms and vermiculture studies Dr. Anatoly Igonin of Russia has said: 'Nobody and nothing can be compared with earthworms and their positive influence on the whole living Nature. They create soil and everything that lives in it. They are the most numerous animals on Earth and the main creatures converting all organic

matter into soil humus, providing soil's fertility and biosphere's functions: disinfecting, neutralizing, protective and productive.

Phytopathology and soil ecosystems

Harsh P. Bais et. al. (2006) from cooperating Colorado State university departments, Pennsylvania State University and Delaware Biotechnology Institute, found that the rhizosphere encompasses the millimetres of soil surrounding a plant root where complex biological and ecological processes occur. This review describes recent advances in elucidating the role of root exudates in interactions between plant roots and other plants, microbes, and nematodes present in the rhizosphere. Evidence indicating that root exudates may take part in the signalling events that initiate the execution of these interactions is also presented. Various positive and negative plant-plant and plant-microbe interactions are highlighted and described from the molecular to the ecosystem scale.

Davide Bulgarelli, D. et. al. (2013) from the cooperating German Max Planck Institute for Plant Breeding and the Belgian Centre of Microbial and Plant Genetics found that the plant microbiota emerge as a fundamental trait that includes mutualism is enabled through diverse biochemical mechanisms, as revealed by studies on plant growth-promoting and plant health-promoting bacteria.

Linkun Wu et. al. (2016) from cooperating Fujian University departments in China found that the application of novel bio-organic fertilizer could effectively suppress *Fusarium* wilt by enriching the antagonistic bacteria and enhancing the bacterial diversity.

These are examples showing that by cooperating, soil ecologists, plant breeders, microbiologist, phytopathologists and other specialists can come away from simplified model of linear pest-plant interactions (fighting nature) into circular development models that allow cooperating with nature. In short: when the soils are healthy the plants are healthy as well. Plant diseases signal soil diseases.

Pesticides and soil ecosystems

Earlier in this paper I referred to the switch of FAO from merely industry driven in its start after WOII, to global ecology (and human survival driven) in 2015.

Phytopathologist Henk Tennekes (2010, 2013) refers to last century's fifties, wherein the Germans Hermann Druckrey (1904-1994) and his friend, Chemistry Nobel laureate (1939) Adolf Butenand (1903-1995), advocated in the international community for a *risk-prevention* policy of dose-effect research for all pesticides. They wanted to prevent irreversible effects of pesticides. On the other hand there was the French René Truhaut, who advocated for the acceptable daily intake as the *risk-management* strategy for pesticide allowance for practical use. The con-

troversy was 'won' by Truhaut, thanks to massive support from industry. And now indeed we see a wide range of irreversible pollution with pesticides and their remnants, so as for example the neonics that kill all insects (including all the highly valuable bees etc.) and thus also all birds feeding on that wide range of insect species.

The Polish researcher Sylwia Lew (2009) and her colleagues found that 'extensive applications of pesticides in agriculture and industry result in contamination of the natural environment, thus exerting a negative impact on organisms inhabiting various trophic levels, including humans. The article shows that microorganisms are the first to respond to those synthetic compounds deposited in the environment with changes in their both quantitative and qualitative composition. Withdrawn from use, yet remaining in the environment, the pesticides pose a severe and still unresolved eco toxicological problem. They stress that most of the available references address the effect of single pesticides exerted on microorganisms under laboratory conditions, while only a few focus on the effects of dozens of simultaneously working toxic substances on communities of microorganisms in natural ecosystems.

Therefore, it is of utmost significance to also carry out studies on the long-term effect of JBI these substances on microbial communities in order to estimate the eco-toxicological threat of the long-term application of pesticides in the environment'.

The fact that present regulations view a pesticide as innocent until proven guilty is – as we see more and more clearly now - extremely detrimental to the environment and the public health.

Here I want to stress once again that tens of thousands organic farmers worldwide prove that pesticides are not required in order to grow healthy crops. On the contrary: pesticides create disastrous contamination of the soil and of the food, which might make both unsuitable for use on the long run. On the long run, which is not too far from now, the celebrated price mechanism will cause a collapse of land prices of polluted agricultural soils and make healthy food only available for the rich few. Tighter regulations on the introduction of new pesticides will not solve the fundamental issue that nobody can predict the behavior of pesticides in the food chain. The conclusion is simple: we should not introduce them. Any research can only make soft predictions about pesticides behavior. The final experimental rabbits in this model are we ourselves and nature. Soil fertility can only be maintained, if we use our healthy brains in order not to spoil it. Creation itself has created all the tools for us to sustain the fertile earth (Buijs and Tennekes, 2017).

Hotly debated example from Europe (August 2017)

The Netherlands Food and Consumer Product Safety Authority discovered in July 2017 the presence of fipronil insecticide in eggs and in chicken meat. It is *unavoidable* that *anything* that is used in feed and in the stable will become present in eggs and in chicken meat. All the contaminated eggs and chicken had from 2016-July 2017 been consumed by the population and the contaminated manure applied to the soil. The Dutch State Authority was blamed for its slow reaction. As a matter of fact, many similar chemicals are used around the globe in large scale chicken sheds and either the residues are not measured, or the results of the measurements are kept secret.

In Russia fipronil and similar chemicals are widely advertised on the internet for use in chicken sheds, like chlorophos (nerve poison, development disrupting agent), carbophos/malathion (probably carcinogenic), tri-chloormetaphos (probably embryotoxic), neotsidol /diazinon (nerve poison), hexachloran (cancerogenic). They are sold to farmers under different names and farmers may not be conscious of the real chemicals inside. The mentioned chemicals are unconsciously consumed by the Russian population, like in the case of fipronil in the Netherlands. The only way out of this dangerous situation is to forbid the use of all those substances in the food chain and to control it by transparent action. Only clean chicken will produce clean manure. *In all other cases manure will be a source of contamination of soils.*

So in the light from the above survey, it may be clear that we, as agronomist academicians have the responsibility and the same time the considerable challenge, to revise our research policy in order to contribute more than ever to a sustainable food production for a sustainable future. Disciplinary research alone is not enough anymore. It is even detrimental for the agricultural soils, for all environmental compartments and for (ours' and others') human health – as we have shown. At the same time, a vast reserve of knowledge is available on all aspects of soil ecosystems degradation as well as soil ecosystems regeneration. Healthy soils grow healthy crops, that support healthy cattle breeding and healthy food for humans. Crop and animal diseases are signals that the system we grow them in is not healthy for them, and conse-

quently not for us either. Metaphorically speaking these diseases are like whistle-blowers: not appreciated by 'the system' and 'put aside' (eradicated). Ages of a deep distrust of nature in natural sciences do play a role here, be it by and large not too consciously taken in consideration by most academicians, which often lack practical experience as farmers themselves. However, in the long range of cited authors, it is clear that working the land in practice, living with the soils, crops and cattle, can teach us how to cooperate with nature instead of fighting each and every part of it.

Let us contribute to a non-violent agriculture. Let us sit together to design an international multidisciplinary, practice based, non-violent, sustainable agro-ecosystem management proposal.

<http://www.fao.org/members-gateway/news/detail/en/c/357972/>

References

1. Albrecht W.A. (1975). The Albrecht Papers. Acres, USA 515p.
2. Anonymous (2012) Grundlagen zur Bodenfruchtbarkeit – Die Beziehung zum Boden gestalten. Herausgeber: Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL), Postfach, CH-5070 Frick, 32 p.
3. Bais H.P. et. al. (2006). The role of root exudates in rhizosphere interactions with plants and other organisms. Annual Review of Plant Biology. V. 57:233-266. <https://doi.org/10.1146/annurev.arplant.57.032905.105159>
4. Baysal-Gurel F. (2013). Management of soil-borne diseases in organic vegetable production. ISE Workshop-Jefferson City, Missouri, 04-05 June, 2013, the Ohio State University.
5. Besson Y. (2017). Les Fondateurs de l'agriculture biologique, Sang de la Terre, 776 p.
6. Brummer E.C. et. al. (2011) Plant breeding for harmony between agriculture and the environment. Frontiers in Ecology and the Environment, 9: 561–568. doi:10.1890/100225
7. Bulgarelli D. et. al. (2013) Structure and Functions of the Bacterial Microbiota of Plants. Annual Review of Plant Biology. V. 64:807-838 <https://doi.org/10.1146/annurev-arplant-050312-120106>
8. Buijs, J. and Tennekes, H. (2017). Krant van de Aarde 10. Chemische bestrijdingsmiddelen in voedsel (in Dutch).
9. Dragavtsev, Victor, & Kurtener, Dmitry (2016). Agrophysics and epigenetics: tasks for interdisciplinary researches. European Agrophysical Journal, 3(4), 119 – 125.

10. Chaboussou F. (1987). Pflanzengesundheit und ihre Beeinträchtigung.
11. Chaboussou F. (2004) Healthy Crops: A New Agricultural, *the Gaia Foundation – Science*. 244 p.
12. Chaianov A. (1927). See http://library.uniteddiversity.coop/Cooperatives/The_Theory_of_Peasant_Co-Operatives.pdf
13. Fukuoka. M. (1975 & 2009). The One-Straw Revolution. An Introduction to Natural Farming, Rodale Press & NYRB Classics.
14. Gutina, V.N. (1982). Nikolaj Aleksandrovič Krasil'nikov: 1896 – 1973. Moskva. Izdat. Nauka 213 S.
15. Hopkins, D.W. et. Al. (2016) Soil carbon and nitrogen and barley yield responses to repeated additions of compost and slurry. The Journal of agricultural Science, Volume 155, Issue 1440 January 2017. P. 141 – 155.
16. Howard, Sir A. (1940) an Agricultural Testament. Oxford University Press, UK.
17. Kell. D.B. (2011) Breeding crop plants with deep roots: their role in sustainable carbon, nutrient and water sequestration. *Ann Bot.* 2011 Sep; 108(3):407-18. doi: 10.1093/aob/mcr175.
18. King-Thom Chung and Christine L. Case (2001). Published in *SIM News* 51(3):133 – 135. See *Sergei Winogradsky: Founder of Soil Microbiology (PDF Download Available)*. Available from: https://www.researchgate.net/publication/242216882_Sergei_Winogradsky_Founder_of_Soil_Microbiology
19. Krasil'nikov, N.A. (1958) 'Soil Microorganisms and Higher Plants'. The Academy of Sciences of the USSR, Moscow.
20. Krasil'nikov, N.A. (1968) Microbes and toxic chemicals in the struggle against plant pests (JPRS 44,489) TRANSL. 16903. [<https://archive.org/details/CAT11110538091>].
21. Kursanov A.L., Isaeva, E.V., Potapenko, V.N. (1946). Enzyme Adsorption by Tissues of Higher Plants. "Biokhimiya" (Biochemistry). V. XI. N5.
22. Lew, S. et. al. (2009). Effect of pesticides on soil and aquatic environmental microorganisms - A short review. *PSP* V. 18. N.8. 2009 *Fresenius Environmental Bulletin*. Available from: https://www.researchgate.net/publication/236236009_Effect_of_pesticides_on_soil_and_aquatic_environmental_microorganisms_-_A_short_review
23. Linkun Wu et. al. (2016) Insights into the Regulation of Rhizosphere Bacterial Communities by Application of Bio-organic Fertilizer in *Pseudostellaria heterophylla* Monoculture Regime. *Front. Microbiol.*, 16 november 2016 | <https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.01788>
24. Loskutov, I. G. (1999). *Vavilov and His Institute. A History of the World Collection of Plant Genetic Resources in Russia*. International Plant Genetic Resources Institute. IPGRI, Rome, Italy. 188 pp.
25. Lysenko E., Victor Squires, Willy H. Verheye (2010). *Interactions: Food, Agriculture and Environment*. EOLSS Publishers/UNESCO, 458p.
26. Mansvelt J.D. van and M. Van der Lubbe (1999). Checklist for Sustainable Landscape Management, Elsevier Amsterdam, 181 p.
27. Mansvelt, J.D. van (2016). Perceptions of plant nutrition in agriculture - Some consequences for soil fertility, human health and global nutrition; an essay in contextualisation. Paper in the first Russian Conference on "Fundamental and applied research in bio-organic agriculture in Russia and the EU" organised by the Russian Federal Research Institution for Phytopathology and Moscow's innovations centre Skolkovo.
28. Marler J. (2009) http://www.perfect-blend.com/pdf/brochures/acres_december2009.pdf
29. Marler J. (2009). The benefits of biotic fertilizers (http://www.perfect-blend.com/pdf/brochures/acres_december20091111.pdf).
30. Palladin V.N, (1924) *Fiziologiya rastenii (Plant Physiology)*.-Moscow-Leningrad.
31. Rusch H.P. (2004). *Bodenfruchtbarkeit – Eine Studie ökologischen Denkens*. Xanten.
32. Samokhvalov (1952) *Novoe ob uglerodnom pitanii rastenii (New Data on the Carbohydrate Nutrition of Plants)*. Khar'kov.
33. Shiva V. (1999). *Ecological balance in an era of globalization – in: N.Low (ed), Global ethics and environment*, Routledge, London/New York.
34. Sinha, Rajiv K. et al (2009). Special issue 'Vermiculture & Sustainable Agriculture'. *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences*. *American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci.*, 5 (S): 01-55.
35. Steiner R. (1924 & 1993). *Spiritual Foundations for the Renewal of Agriculture*. Biodynamic Farming and Gardening Association, USA.
36. Tano Z.J. (2011) *Pesticides in the Modern World-Risks and Benefits*, citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.660.
37. Tennekes H.A., 2010. The significance of the Druckrey–Kupfmuller equation for risk assessment - the toxicity of neonicotinoid insecticides to arthropods is reinforced by exposure time. *Toxicology* 276:1-4

38. Tennekes H.A. en Sánchez-Bayo, F., 2013. The molecular basis of simple relationships between exposure concentration and toxic effects with time. *Toxicology* 309: 39-51
39. The European environment (2010) State and outlook; Thematic assessment | Biodiversity. See <https://www.eea.europa.eu/soer/synthesis/synthesis>
40. The Union of Concerned Scientists – 2 Brattle Square, Cambridge MA 02138-3780: http://www.ucsusa.org/food_and_agriculture/our-failing-food-system/industrial-agriculture/hidden-costs-of-industrial.html#.WXsBX1FLf3g
41. Vavilov, N.I. 1997. Five Continents (L.E. Rodin, S. Reznik and P. Stapleton, eds.). IPGRI, Rome, Italy. 198 pp.
42. Vil'yams (1895-1898). Lectures on the soil science given at the Moscow Agricultural Institute.
43. Von Liebig, J. (1861). *Es ist ja die Spitze meines Lebens, Naturgesetze im Landbau*. Hrsg. Wolfgang von Haller. 4e Aufl. Bad Dürkheim 1995. 54 S.
44. Zhuchenko, A.A. (1995). Strategy of Adaptive Intensification of Agriculture (A concept). Pushchino Research Centre, Russian Academy of Sciences, Dept. of Scientific and Technical Information, 119 p.

*Дронова Т.Н., доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
Бурцева Н.И., кандидат сельскохозяйственных наук,
Молоканцева Е.И., кандидат сельскохозяйственных наук,
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский
институт орошаемого земледелия»*

МНОГОЛЕТНИЕ БОБОВЫЕ ТРАВЫ – ГЛАВНЫЙ РЕЗЕРВ БИОЛОГИЗАЦИИ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ В НИЖНЕМ ПОВОЛЖЬЕ

Аннотация: в статье представлены результаты многолетних исследований по экологическому испытанию традиционных и малораспространенных бобовых трав на орошаемых землях Нижнего Поволжья. Доказана возможность возделывания в агроклиматических условиях региона альтернативных люцерне нетрадиционных бобовых трав. Установлено соответствие почвенно-климатических условий зоны для успешного возделывания на орошаемых землях клевера лугового, козлятника восточного, лядвенца рогатого и др., способных формировать 40-100 т/га зеленой высокобелковой массы. Проведена комплексная оценка качества корма по содержанию кормовых единиц, переваримого протеина, обменной энергии. Разработаны рациональные сочетания основных урожаеобразующих факторов и технология возделывания клевера лугового для получения запланированных урожаев. Проведены расчеты по балансу азота, фосфора и калия в почве в зависимости от режимов орошения, расчетных доз удобрений, сортового состава при 3х-летнем возделывании клевера лугового.

Ключевые слова: бобовые травы, баланс азота, фосфора, калия

Многолетние бобовые травы были и остаются главными хранителями почвенного плодородия, продуцентами растительного белка, экологической защитой от водной, ветровой эрозии и других негативных антропогенных нагрузок [1, 2, 5, 6, 7, 9].

В Нижнем Поволжье наибольшее распространение получили традиционные культуры – люцерна и эспарцет, которые с давних пор используются как на орошаемых, так и на неорошаемых землях [4, 8, 10]. Но в конце 90-х годов посева люцерны подверглись массовому заболеванию под условным названием «карликовая кустистость» и поиск альтернативных ей многолетних бобовых трав приобрел особую актуальность.

Ученые ВНИИОЗ, начиная с 1995 г. провели большую работу по агроэкологическому испытанию более 70 сортов 7 видов многолетних трав: люцерна сине-, пестро- и желтогибридная, клевер луговой и белый, донник белый и желтый, козлятник восточный, эспарцет песчаный и виколистный, лядвенец рогатый и вязель пестрый. Изучаемые бобовые травы в наших опытах по продуктивному долголетию достаточно четко разделялись на 3 группы: первая – донники, люцерна синегибридная, эспарцет, которые максимальные урожаи формировали на посевах второго-третьего годов жизни – 55-90 т/га; вторая – клевер луговой,

вязель пестрый, люцерна пестрогибридная, обеспечивающие получение максимальных урожаев на посевах третьего-четвертого годов жизни 65-82 т/га; третья – козлятник восточный, клевер белый, лядвенец рогатый, люцерна желтогибридная, формирующие высокие урожаи на посевах четвертого-шестого годов жизни – 45-73 т/га зеленой массы [3, 4].

Преимущество многолетних бобовых трав перед другими кормовыми культурами, кроме их высокого адаптивного потенциала, долголетия, высокой продуктивности, состоит в повышенном содержании в кормовой массе белка [1, 4, 6, 7]. Нами проводился полный химический анализ растений изучаемых видов трав в каждом укосе, по результатам которого прослежено достаточно четкое разделение трав по содержанию в их биомассе азота и, следовательно, протеина. В первую группу с содержанием 2,5-2,9% азота следует отнести лядвенец рогатый, клевер луговой, донник желтый и эспарцет песчаный. Во вторую группу (3,0-3,3% азота) входят клевер белый, донник белый, вязель пестрый и эспарцет виколистный. Третья группа (с содержанием 3,5-3,7% азота) включает люцерну и козлятник восточный. Количество сырого протеина в биомассе растений первой группы составляет 16,2-18,2%, второй – 18,7-20,7 и третьей – 21,9-23,2% (табл. 1).

Таблица 1

**Содержание NPK и питательная ценность многолетних бобовых трав
второго года жизни (в среднем по трем-четырем укосам)**

Вид	Содержание NPK, % в сухой массе			Питательная ценность, %			
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	протеин	жир	клетчатка	БЭВ
Люцерна синегибридная	3,63	0,70	2,50	22,2	2,31	21,2	38,8
Люцерна пестрогибридная	3,50	0,62	2,45	22,4	2,38	22,3	40,1
Люцерна желтогибридная	3,59	0,66	2,59	22,1	2,34	24,4	40,0
Клевер луговой	2,91	0,71	3,16	18,4	2,79	21,4	40,0
Клевер белый	3,02	0,77	3,07	18,9	3,06	19,9	42,1
Донник белый	3,11	0,80	2,70	18,4	3,99	23,6	38,6
Донник желтый	2,88	0,80	2,60	18,0	3,72	26,1	38,4
Вязель пестрый	3,24	0,68	3,30	20,3	3,30	24,5	38,2
Лядвенец рогатый	2,59	0,67	2,68	16,2	2,85	19,0	42,4
Эспарцет виколистный	3,32	0,70	3,30	20,8	3,23	23,2	33,9
Эспарцет песчаный	2,82	0,70	2,90	17,7	3,55	25,0	35,6
Козлятник восточный	3,71	0,68	2,83	23,5	2,99	26,3	36,2

По содержанию фосфора особых различий в биомассе трав не отмечено – 0,62-0,97%, содержание калия изменялось в пределах 2,45-3,30%.

К основным элементам, характеризующим питательность кормов, кроме протеина относятся жир, клетчатка и безазотистые экстрактивные вещества. Максимально высоким содержанием жира отличалась сухая масса растений донника, вязеля и эспарцета – 3,23-3,99%, минимальным – люцерны и клевера – 2,31-3,06%.

Растения бобовых трав по содержанию клетчатки различались довольно заметно: от 19,0 до 24,4% – по лядвенцу, клеверу и люцерне до 23,6-26,3% – по доннику, козлятнику и эспарцету. При этом максимально высокое количество клетчатки отмечено по всем изучаемым видам в первом и втором укосах – от 19,9 до 30,0%.

Количество БЭВ в сухой листостебельной массе растений заметно не различалось и составляло по клеверу и люцерне – 38,8-42,0%, доннику, вязелю и лядвенцу 38,6-42,4, эспарцету и козлятнику – 33,9-36,2% (см. табл. 1).

По количеству сухого вещества выделилась биомасса донника белого и желтого, эспарцета

песчаного – 25-27%, эспарцет виколистный, козлятник, клевер белый, люцерна желтогибридная, вязель пестрый – 23-24%, люцерна синегибридная, клевер луговой, лядвенец рогатый содержали 21-22% сухого вещества.

Биомасса изучаемых трав отличалась высоким содержанием кормовых единиц от 0,55-0,60 до 0,66-0,70, переваримого протеина от 90-132 до 140-171 г и от 9,48-9,51 до 9,74-10,48 МДж обменной энергии, что позволяет отнести их массу к высокобелковым и энергонасыщенным кормам.

Особое внимание в опытах было уделено средообразующей роли бобовых трав, накоплению органики на их посевах. При этом установлено, что люцерна и эспарцет максимальное количество корневой массы накапливают к концу третьего года жизни – 7,80-10,98 т/га. После четырех лет вязель пестрый и клевер луговой оставляли 8,90-12,25, а после пяти лет использования козлятника восточного, люцерны желтогибридной, клевера белого, лядвенца рогатого в полуметровом слое почвы оставалось 11,40-16,05 т/га сухих корней (табл. 2).

Таблица 2

Динамика накопления корневой массы многолетними бобовыми травами разных лет жизни

Вид, сорт	Сухих корней, т/га в слое почвы 0,50 м по годам жизни				
	первый	второй	третий	четвертый	пятый
Люцерна синегибридная Надежда	4,60	8,33	10,98	-	-
Люцерна пестрогибридная Вега 87	4,38	8,00	9,90	-	-
Люцерна желтогибридная Краснокутская	4,35	7,17	10,00	11,25	11,40
Клевер луговой ВИК 7	4,10	8,20	11,05	11,50	-
Клевер луговой Пеликан	3,40	7,25	9,90	8,80	-

Продолжение таблицы 2

Клевер белый ВИК 70	3,30	6,22	9,38	11,02	12,00
Донник белый Акбас	3,50	8,25	-	-	-
Донник желтый Альшеевский	4,10	7,95	-	-	-
Вязель пестрый Полтавский 51	3,38	5,55	7,80	8,90	-
Лядвенец рогатый Луч	4,00	7,00	9,15	10,25	11,70
Эспарцет виколистный Мустанг	4,33	7,95	7,80	-	-
Эспарцет песчаный Песчаный 1251	4,80	8,76	9,07	-	-
Козлятник восточный Магистр	4,50	9,12	12,04	14,10	16,0
Козлятник восточный Гале	3,15	7,40	10,28	12,00	13,45

С этим количеством органики после трехлетнего возделывания люцерны в почве остается 188-216 кг азота, 69-76 кг фосфора и 97-116 кг/га калия. После четырехлетнего пребывания на поле клевера соответственно 150-194, 57-68 и 88-106 кг; эспарцета – 151-163, 37-42 и 83-89; козлятника восточного – 257-313 кг азота, 64-84 – фосфора и 134-172 кг/га калия.

В полевых многофакторных опытах по определению рациональных сочетаний режимов орошения, расчетных доз удобрений, сортовых и возрастных особенностей для получения запланированных урожаев клевера лугового установлено, что на фоне естественного плодородия почвы поддержание предполивного порога влажности активного слоя почвы в пределах 60% НВ обеспечивает получение на посевах второго года жизни 32,0-36,0, третьего года – 20,0-23,5 т/га зеленой массы. Увеличение предполивной влажности почвы до 70% НВ повышает урожайность посевов второго года до 31,5-38,0, третьего – до 26,4-31,8 т/га. Максимально высокие урожаи клевер формирует при поддержании предполивного порога влажности до 80% НВ – 39,0-42,2 и 28,0-33,0 т/га.

Внесение расчетных доз удобрений способствовало увеличению урожайности клевера на режиме 60% НВ до 47,0-67,0 на посевах второго и до 37,0-55,0 т/га зеленой массы на посевах третьего года жизни, 70% НВ, соответственно 52,0-72,5 и 45,5-63,4, 80% НВ – 70,0-101,8 и 53,5-82,4 т/га зеленой массы.

На основании анализа химического состава растений нами определялся вынос питательных веществ, отчуждаемых с урожаем клевера разных лет жизни. Минимальное отчуждение питательных веществ с урожаями по всем годам жизни клевера

характерно для вариантов с естественным плодородием почвы. Максимальный вынос азота, фосфора и калия с урожаями отмечен на режиме 80% НВ при внесении расчетных доз удобрений (NPK₁, NPK₂).

Наибольшим выносом азота, фосфора и калия характеризовался сорт ВИК 84. На посевах второго года жизни при поддержании предполивного порога влажности почвы не ниже 80% НВ и внесении расчетных доз удобрений урожайность посевов сорта ВИК 84 составила 70,0-90,8 т зеленой или 17,5-25,4 т/га сухой массы, вынос азота соответственно 458-619, фосфора – 220-297, калия – 734-992 кг/га (табл. 3,4,5).

Проведенные расчеты показали, что положительный баланс азота отмечен во всех вариантах режима орошения. С назначением поливов при влажности почвы 60% НВ численные значения его изменялись от 46 до 100 кг/га. Улучшение условий влагообеспеченности на режиме орошения 70% НВ и внесение расчетных доз удобрений обеспечивало получение положительного баланса азота от 20 до 92 кг/га.

Оптимальное орошение клевера с поддержанием предполивной влажности 80% НВ во всех вариантах с удобрениями в значительной мере повышало урожайность и расходную часть азота из почвы. На варианте без удобрений приход азота был больше выноса его растительной массой на 50-52, а при выходе на запланированную урожайность за 3 года 140 т – 45-52 кг/га.

Внесение минерального азота расчетными дозами для получения за 3 года урожайности 47,5-60 т/га сухой массы способствовало превышению расхода над приходной частью баланса на 21-77 кг по сорту ВИК 84 (табл. 3).

Таблица 3

**Расчётный баланс азота в полуметровом слое почвы при
трехлетнем возделывании клевера. Сорт ВИК 84**

Пред- полив- ная влаж- ность почвы, % НВ	Фон пита- ния	Приход, кг/га				Расход, кг/га			
		удоб ре- ния	осадки + несимбио- тическая азотфикса- ция	симбиотиче- ская азотфик- сация (корни+ поживные остатки)	весь приход	вынос урожа- ем	газооб- разные потери + эрозия, инфиль- трация	весь расход	ба- ланс кг/га
60	Б/у	0	72	234	306	242	0	242	+64
	НРК ₁	240	42	242	524	358	66	424	+100
	НРК ₂	320	42	270	632	498	88	586	+46
70	Б/у	0	72	261	333	276	0	276	+57
	НРК ₁	240	42	274	556	398	66	464	+92
	НРК ₂	320	42	301	663	555	88	643	+20
80	Б/у	0	72	280	352	300	0	300	+52
	НРК ₁	240	42	294	576	458	66	524	+52
	НРК ₂	320	42	324	686	619	88	707	-21

Без применения удобрений в условиях интенсивного орошения (80% НВ) в сумме за три года использования травостоя клевера складывался отрицательный баланс P₂O₅. Дефицит фосфора на посевах сорта ВИК 84 достигал 144, Пеликан – 135 кг/га.

Внесение фосфорных удобрений (160-215 кг/га в расчете на три года использования травостоя) способствовало снижению дефицита фосфора по сорту Пеликан до 54-65 кг, а по более интенсивному сорту ВИК 84 – до 60-91 кг/га (табл. 4).

Таблица 4

Баланс фосфора в полуметровом слое почвы при 3х-летнем возделывании клевера

Предполив- ная влаж- ность почвы, % НВ	Фон питания	Внесение P ₂ O ₅ с удобрени- ем, кг/га	ВИК84			Пеликан		
			кг/га		интенсив- ность ба- ланса, %	кг/га		интенсив- ность ба- ланса, %
			вынос урожаем	ба- ланс		вынос урожаем	ба- ланс	
60	Без удобр.	0	116	-116		108	-108	
	НРК ₁	160	172	-12	93	157	+3	102
	НРК ₂	215	239	-24	90	227	-12	95
70	Без удобр.	0	132	-132		116	-116	
	НРК ₁	160	191	-31	84	181	-21	88
	НРК ₂	215	266	-51	81	250	-35	86
80	Без удобр.	0	144	-144		135	-135	
	НРК ₁	160	220	-60	73	214	-54	75
	НРК ₂	215	297	-82	73	280	-65	77

В условиях жесткого режима орошения (60% НВ) получены минимальные урожаи, и вынос фосфора колебался от 108 до 239 кг, что на 25-30% ниже, чем на режиме 80% НВ. Таким образом, повышенный режим орошения должен сопровождаться увеличением доз фосфорного удобрения с целью ликвидации истощения почвенных запасов фосфорной кислоты. Определение интенсивности баланса фосфора (степени возмещения выноса с урожаем внесением с удобрением) показало, что в сумме за три года она составила на вариантах с внесением P₁₆₀ – 73-102, P₂₁₅ – 73-95%, то есть с

увеличением доз фосфорных удобрений интенсивность баланса фосфора увеличивалась.

Баланс калия на всех вариантах был отрицательным, достигая максимального значения на посевах с самой высокой фактической урожайностью: при поддержании предполивного порога не ниже 80% НВ и внесении 180-240 кг/га калийных удобрений – 734-992 на посевах ВИК 84 и 712-934 кг/га на посевах сорта Пеликан. С понижением предполивной влажности почвы до 70% НВ дефицит снижался на 20-25, до 60% НВ – на 30-35% (табл. 5).

Таблица 5

Баланс калия в полуметровом слое почвы при 3х - летнем возделывании клевера

Предпо- ливная влажность почвы, % НВ	Фон питания	Внесе- ние K ₂ O с удоб- рением, кг/га	ВИК84			Пеликан		
			кг/га		интенсив- ность ба- ланса, %	кг/га		интенсив- ность ба- ланса, %
			вынос урожаем	баланс		вынос урожаем	баланс	
60	Без удобр.	0	388	-388		360	-360	
	NPK ₁	180	574	-394	31	526	-346	34
	NPK ₂	240	798	-558	30	756	-516	32
70	Без удобр.	0	442	-442		386	-386	
	NPK ₁	180	638	-458	28	604	-424	30
	NPK ₂	240	888	-648	27	832	-592	29
80	Без удобр.	0	482	-482		448	-532	
	NPK ₁	180	734	-554	24	712	-532	25
	NPK ₂	240	992	-752	24	934	-694	24

Интенсивность баланса калия при режиме орошения – 60% НВ составила 30-34, 70% НВ – 27-30, 80% НВ – 24-25%.

Многолетние бобовые травы клевер луговой, козлятник восточный, вязель пестрый, лядвенец рогатый в условиях Нижнего Поволжья не уступают традиционным культурам доннику, эспарцету по урожайности и продуктивному долголетию, формируя от 40-50 до 80-90 т/га зеленой массы. Биомасса этих культур отличается высокой протеиновой и энергетической ценностью: от 90-132 до 140-171 г переваримого протеина и от 9,5 до 10,5 МДж обменной энергии в килограмме.

Трех-четырёхлетнее возделывание многолетних бобовых культур в орошаемых севооборотах обеспечивает бездефицитный баланс азота в почве. За счет накопления азота в корневых и пожнивных остатках, симбиотической азотфиксации клубеньковыми бактериями в почву поступает на

50-200 кг/га азота больше, чем расходуется на формирование урожаев.

Определение интенсивности баланса фосфора показало, что она с повышением доз фосфорных удобрений увеличивается и составляет 73-102%. Расчеты по балансу калия в наших опытах показали, что при всех сочетаниях режимов орошения и доз удобрений он отрицательный, достигая максимума на вариантах с самой высокой фактической урожайностью. Интенсивность баланса калия изменялась от 24 до 34%.

Таким образом, расширение ассортимента многолетних бобовых трав на орошаемых землях Нижнего Поволжья не только важный резерв увеличения производства объемов высококачественных кормов, но и гарант экологической устойчивости орошаемых агроландшафтов региона, сохранения и приумножения почвенного плодородия.

Литература

1. Беляк В.Б. Биологизация сельскохозяйственного производства. Пенза: «Пензенская правда», 2008. С. 121 – 144.
2. Вильямс В.Р. Травопольная система земледелия на орошаемых землях // Собрание сочинений. М.: Гос. изд-во с.-х. литература, 1951. Т. 8. С. 192 – 217.
3. Дронова Т.Н. Клевер луговой на орошаемых землях Нижнего Поволжья. Волгоград: ВолГУ, 2004. 184 с.
4. Дронова Т.Н., Бурцева Н.И., Молоканцева Е.И. Формирование высокопродуктивных травостоев клевера лугового на орошаемых землях // Вестник РАСХН. 2014. №3. С. 28 – 31.
5. Дронова Т.Н., Бурцева Н.И. К вопросу о роли многолетних трав в сохранении плодородия почв // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2016. №2. С. 63 – 72.
6. Кулешов Н.И. Особенности роста и развития козлятника разных лет жизни // Кормопроизводство. 2005. №10. С. 20 – 23.
7. Кшникаткина А.Н., Тимошкин О.А. Продуктивность козлятника восточного в зависимости от доз минеральных удобрений // Кормопроизводство. 2006. №7. С. 17 – 21.
8. Мелихова Н.П., Зибаров А.А., Онистратенко Н.В. Агроэкологические показатели плодородия и продуктивности орошаемых агроландшафтов светло-каштановых почв Нижнего Поволжья // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. 2015. №2. С. 104 – 109.

9. Ошева Г.М. Лядвенец рогатый в Пермской области // Кормопроизводство. 2005. №11. С. 31 – 32.
10. Чурзин В.Н., Егорова Г.С. Кормопроизводство. Волгоград: Нива, 2013. С. 147 – 293.

References

1. Beljak V.B. Biologizacija sel'skohozjajstvennogo proizvodstva. Penza: «Penzenskaja pravda», 2008. S. 121 – 144.
2. Vil'jams V.R. Travopol'naja sistema zemledelija na oroshaemyh zemljah // Sobranie sochinenij. M.: Gos. izd-vo s.-h. literatura, 1951. T. 8. S. 192 – 217.
3. Dronova T.N. Klever lugovoj na oroshaemyh zemljah Nizhnego Povolzh'ja. Volgograd: VolGU, 2004. 184 s.
4. Dronova T.N., Burceva N.I., Molokanceva E.I. Formirovanie vysokoproduktivnyh travostoev klevera lugovogo na oroshaemyh zemljah // Vestnik RASHN. 2014. №3. S. 28 – 31.
5. Dronova T.N., Burceva N.I. K voprosu o roli mnogoletnih trav v sohranении plodorodija pochv // Izvestija Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. 2016. №2. S. 63 – 72.
6. Kuleshov N.I. Osobennosti rosta i razvitija kozljatnika raznyh let zhizni // Kormoproizvodstvo. 2005. №10. S. 20 – 23.
7. Kshnikatkina A.N., Timoshkin O.A Produktivnost' kozljatnika vostochnogo v zavisimosti ot doz mineral'nyh udobrenij // Kormoproizvodstvo. 2006. №7. S. 17 – 21.
8. Melihova N.P., Zibarov A.A, Onistratenko N.V. Agrojekologicheskie pokazateli plodorodija i produktivnosti oroshaemyh agrolandshaftov svetlo-kashtanovyh pochv Nizhnego Povolzh'ja // Izvestija Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa. 2015. №2. S. 104 – 109.
9. Osheva G.M. Ljadvenec rogatyj v Permskoj oblasti // Kormoproizvodstvo. 2005. №11. S. 31 – 32.
10. Churzin V.N., Egorova G.S. Kormoproizvodstvo. Volgograd: Niva, 2013. S. 147 – 293.

*Dronova T.N., Doctor of Agricultural Sciences (Advanced Doctor), Professor,
Burceva N.I., Candidates of Agricultural Sciences (Ph.D.),
Molokantseva E.I., Candidates of Agricultural Sciences (Ph.D.),
All-Russian Scientific Research Institute of Irrigated Agriculture, Volgograd*

PERENNIAL LEGUMES – THE MAIN RESERVE OF BIOLOGICAL AGRICULTURE IN THE LOWER VOLGA REGION

Abstract: the article presents the results of many years of research on the ecological testing of traditional and sparsely distributed legumes on irrigated lands of the Lower Volga region. The possibility of cultivation of alternative non-traditional leguminous grasses in agroclimatic conditions of the region is proved. The correspondence of the soil and climatic conditions of the zone for the successful cultivation of meadow clover, eastern goatskin, horned horsetail, etc., capable of forming 40-100 t / ha of green high-protein mass, was established in the zone. A complex assessment of feed quality was carried out for the content of feed units, digestible protein, exchange energy. The rational combinations of the main crop-forming factors and the technology of cultivation of clover meadow have been developed to obtain the planned yields. Calculations have been carried out for the balance of nitrogen, phosphorus and potassium in the soil, depending on the irrigation regimes, the estimated fertilizer doses, the grade composition for 3-year-old cultivation of clover meadow.

Keywords: bean grasses, balance of nitrogen, phosphorus, potassium

*Дронова Т.Н., доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
Земляницына С.В., научный сотрудник,
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский
институт орошаемого земледелия»*

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ БИШОФИТА ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЭСПАРЦЕТА ПЕСЧАНОГО В НИЖНЕМ ПОВОЛЖЬЕ

Аннотация: в статье представлены результаты исследований по эффективности применения предпосевной обработки семян эспарцета хлормагниевого солью. Особый интерес эти исследования представляют потому, что впервые на орошаемых землях Нижнего Поволжья изучено комплексное влияние этого приема при возделывании эспарцета на пяти агрохимических фонах: без удобрений, с внесением NPK, с заашкой навоза, сидератов и соломы.

Установлено положительное влияние бишофита на увеличение полноты всходов эспарцета. Наибольшим этот показатель был в варианте с внесением расчетной дозы NPK – 63,7-68,1%. Максимальная плотность травостоя и сохранность растений также отмечена на этом варианте – 86,9-93,1%, против 76,3-88,5% – на контроле.

Внесение минеральных удобрений, заашка навоза и сидератов способствовало увеличению накопления органики и на посевах второго года жизни в этих вариантах без обработки семян бишофитом в 0,5-метровом слое почвы накапливалось от 6,1-6,3 до 6,3-6,5 т/га сухих корней, а при предпосевной обработке семян – 6,2-7,2 т/га.

Ключевые слова: эспарцет, бишофит, сохранность растений, накопление органики

Проблема восстановления и поддержания на оптимальном уровне почвенного плодородия в условиях орошаемого земледелия является наиболее острой. По мнению Т.Н. Дроновой, К.Г. Калашникова и др. [2, 4], многолетние бобовые травы имеют огромное значение в современном земледелии, так как позволяют сбалансировать по протеину, незаменимым аминокислотам и обменной энергии корма, дают не только качественную биомассу, но и самые дешевые корма. После их распашки почва обогащается элементами питания, например, после клевера и люцерны второго года пользования в почве остаётся более 10 т/га корневых и растительных остатков, в которых содержится 150-180 кг/га азота, 60-70 – фосфора, 45-55 – калия и 90-140 кг/га кальция, в то время как после зернобобовых культур – 2-7 т/га корневых и пожнивных остатков с содержанием в них 45-130 кг/га азота, 1-20 фосфора и 20-70 кг/га калия.

Многолетние бобовые травы являются мощным средством восстановления структуры почвы, повышения агрономически ценных частиц в агрегатном составе, защиты почв от водной и ветровой эрозии. Исследованиями многих авторов установлено, что смыв почвы с площади, засеянной многолетними травами, во много раз меньше, чем с площади, занятой однолетними культурами. Люцерна, клевер, эспарцет, козлятник и их смеси с кострцом, ежой, овсяницей, райграсом и другими мятликовыми травами, посеянными на орошаемых землях и склонах, не только резко снижают смыв и сток, но и

увеличивают гумусовый горизонт, улучшают водопроницаемость тяжелых почв [1, 2, 3, 4].

Помимо возделывания многолетних бобовых трав, одним из важнейших путей биологизации земледелия является обработка семян культурных растений растворами физиологически активных веществ.

Этот приём позволяет регулировать всхожесть, снижает вредоносность патогенов, и, следовательно, уменьшает повреждение всходов и взрослых растений. В последние десятилетия накоплен положительный опыт применения бишофита в растениеводстве, в том числе и для предпосевной обработки семян [5].

Природный бишофит, хлормагневая соль, добывается в виде рассола путем подземного растворения пласта водой в районе Светлоярского или Городищенского участка Волгоградского месторождения. Рассол бишофита содержит в основном хлорид магния (90-95%), а также карбонатные, сульфатные соли, микроэлементы (висмут, бор, молибден, железо, алюминий, медь, барий и др.).

Во Всероссийском научно-исследовательском институте орошаемого земледелия были заложены опыты по следующей схеме – фактор А: предпосевная обработка семян бишофитом и контроль (без обработки). По фактору В изучались следующие варианты применения органических и минеральных удобрений: 1) контроль (без удобрений); 2) навоз 60 т/га; 3) солома 6 т/га + N₆₀; 4) сидерат 20 т/га; 5) N₃₀P₉₀K₇₀ + N₁₀₀ (норма минеральных удобрений расчетная на получение

80 т/га зеленой массы за два года).

Площадь делянок первого порядка – 180 м² (6х30), второго порядка – 90 м² (6х15). Повторность опыта – трёхкратная. Исследования проводились по общепринятым методикам [6, 7].

При анализе результатов исследований нами было установлено положительное влияние бишофита на рост и развитие растений эспарцета. При исследовании полноты всходов наблюдалось некоторое увеличение всхожести на всех вариантах с предпосевной обработкой семян. Так, на контроле без предпосевной обработки полнота всходов составляла 57,3-58,5%, а с предпосевной обработкой – 61,6-63,0%, на варианте с внесением минеральных удобрений, соответственно 63,7-66,2 и 67,0-68,1%. На варианте с внесением навоза полнота всходов составила 65,4-66,1% без предпосевной обработки, тогда как при обработке бишофитом – 66,9-67,3%. На вариантах с внесением сидератов эти величины изменялись от 62,2-64,0 до 64,9-66,5; с внесением соломы – 60,9-61,6 и 63,8-64,1.

Исследования показали, что наиболее значительный выпад растений эспарцета произошел в период от полных всходов до уборки покровной культуры. Сохранность растений эспарцета в среднем по вариантам опыта составила к концу вегетации 63,8-67,9%, в то время как без обработки бишофитом – 62,0-66,8.

На процесс возобновления растений эспарцета после перезимовки большое влияние оказывают состояние растений перед уходом в зиму и

условия перезимовки. Зима 2010-2011 гг. была менее благоприятной для перезимовки многолетних трав. Так, средняя температура воздуха в декабре 2010 года составила -1,4⁰С, а в январе она снизилась до -12,9⁰С, в феврале чуть повысилась и в среднем за месяц составила -9,0⁰С. В зимние месяцы периода 2010-2011 гг. особых колебаний температуры не наблюдалось. В декабре средняя температура составила -5,7⁰С, в январе -3,0⁰С, в феврале -5,3⁰С. Сложность перезимовки многолетних трав заключается во взаимодействии состояния растений на протяжении длительного периода с постоянно варьирующими погодными факторами. В наших опытах, несмотря на достаточно низкие температуры зимы 2011-2012 гг., не наблюдалось сильного изреживания эспарцета, так как низкие температуры не чередовались с оттепелью. По годам на всех вариантах опыта сохранность растений оставалась высокой. В среднем по вариантам опыта в 2011 году она составила 90,3%, а в 2012 году – 85,7%, что свидетельствует о высокой зимостойкости эспарцета песчаного. При этом на вариантах, где использовалась предпосевная обработка семян бишофитом, сохранность растений была выше. В среднем в 2011 году на вариантах без предпосевной обработки она составляла 88,1%, в 2012 году – 83,9, тогда как на вариантах, где была проведена предпосевная обработка семян бишофитом – 91,9 и 87,4% соответственно (табл. 1).

Таблица 1

Сохранность растений эспарцета после перезимовки

Вариант	2010-2011 гг.			2011-2012 гг.		
	кол-во побегов, шт./м ²		сохранность, %	кол-во побегов, шт./м ²		сохранность, %
	перед уходом в зиму	после перезимовки		перед уходом в зиму	после перезимовки	
Без обработки						
Контроль	138	114	82,6	144	110	76,3
NPК	207	187	90,3	221	192	86,9
Сидерат	184	164	89,1	198	169	85,3
Солома	176	153	86,9	180	149	82,8
Навоз	215	197	91,6	231	204	88,3
Среднее по вариантам			88,1	83,9		
Обработка бишофитом						
Контроль	162	143	88,3	157	130	82,5
NPК	228	211	92,5	233	209	89,7
Сидерат	203	189	93,1	211	187	88,6
Солома	196	180	91,8	203	176	86,7
Навоз	234	219	93,6	242	216	89,3
Среднее по вариантам			91,9	87,4		
Среднее по годам			90,0	85,7		

Максимальную плотность травостой эспарцета на всех вариантах формировал ко второму укосу второго года жизни – от 198-204 до 333-344 шт/м². При этом и в первый и во второй годы жизни эспарцета на вариантах с обработкой бишофитом количество побегов на квадратный метр всегда на 5-20% превышало количество побегов на аналогичном варианте, но без обработки.

Обработка семян бишофитом способствовала

повышению накопления корневой массы эспарцета. Так, к концу вегетации второго года жизни в полуметровом слое почвы на контроле без применения удобрений корневые остатки составили в варианте без обработки 4,68-4,73 т/га, а с обработкой бишофитом – 4,77-4,95 т/га. Аналогичная тенденция прослеживалась и в вариантах с применением навоза, сидератов, соломы и минеральных удобрений (табл. 2).

Таблица 2

Накопление корневой массы эспарцетом в слое 0-0,50 м (сухих корней, т/га)

Вариант	2010-2011 гг.		2011-2012 гг.	
	1 г.ж.	2 г.ж.	1 г.ж.	2 г.ж.
Без обработки				
Контроль	3,23	4,73	3,14	4,68
НРК	4,30	6,52	4,18	6,28
Сидерат	4,19	6,36	4,07	6,12
Солома	4,02	6,12	3,98	6,10
Навоз	4,43	6,75	4,35	6,54
Обработка бишофитом				
Контроль	3,60	4,95	3,51	4,77
НРК	4,80	6,97	4,67	6,62
Сидерат	4,62	6,78	4,59	6,20
Солома	4,35	6,63	4,38	6,16
Навоз	4,78	7,14	4,70	6,90

Таким образом, использование бишофита для предпосевной обработки семян позволяет обеспечить растения необходимыми элементами питания, повысить энергию прорастания и полевую всхожесть семян, способствует развитию

корневой системы растений, обеспечивает повышение морозостойкости и устойчивости растений к вредителям и болезням, при этом снижая химическую нагрузку на агроландшафты.

Литература

1. Дронова Т.Н., Бурцева Н.И. К вопросу о роли многолетних трав в сохранении плодородия почв // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2016. №2. С. 63 – 72.
2. Последствие бобовых трав на урожайность культур севооборота / Т.Н. Дронова, С.В. Адров, Н.А. Куликова, А.Е. Габидулина // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. 2010. №3. С. 12 – 17.
3. Формирование высокопродуктивных травостоев клевера лугового на орошаемых землях / Т.Н. Дронова, Н.И. Бурцева, Е.И. Молоканцева, М.И. Карпов // Вестник РАСХН. 2014. №3. С. 28 – 31.
4. Производство объёмистых и концентрированных кормов в биологизированных севооборотах / К.Г. Калашников, В.И. Макаров, Н.В. Ермоленко // Кормопроизводство. 2006. №4. С. 2 – 6.
5. Теоретические аспекты эффективности использования бишофита в растениеводстве / А.В. Ломтев, А.А. Астахов // Вестник АПК Волгоградской области. 2002. №7. С. 14 – 16.
6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропроиздат, 1985. 351 с.
7. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. М.: ВИК, 1997. 157 с.

References

1. Dronova T.N., Burceva N.I. K voprosu o roli mnogoletnih trav v sohranении plodorodija pochv // Izvestija Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. 2016. №2. S. 63 – 72.
2. Posledejstvie bobovyh trav na urozhajnost' kul'tur sevooborota / T.N. Dronova, S.V. Adrov, N.A. Kulikova, A.E. Gabidulina // Izvestija Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa. 2010. №3. S. 12 – 17.

3. Formirovanie vysokoproduktivnyh travostoev klevera lugovogo na oroshaemyh zemljah / T.N. Dronova, N.I. Burceva, E.I. Molokanceva, M.I. Karpov // Vestnik RASHN. 2014. №3. S. 28 – 31.
4. Proizvodstvo ob#jomistyh i koncentrirovannyh kormov v biologizirovannyh sevooborotah / K.G. Kalashnikov, V.I. Makarov, N.V. Ermolenko // Kormoproizvodstvo. 2006. №4. S. 2 – 6.
5. Teoreticheskie aspekty jeffektivnosti ispol'zovanija bishofita v rastenievodstve / A.V. Lomtev, A.A. Astahov // Vestnik APK Volgogradskoj oblasti. 2002. №7. S. 14 – 16.
6. Dosepohov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoj obrabotki rezul'tatov issledovanij). M.: Agroproizdat, 1985. 351 s.
7. Metodicheskie ukazanija po provedeniju polevyh opytov s kormovymi kul'turami. M.: VIK, 1997. 157 s.

*Dronova T.N., Doctor of Agricultural Sciences (Advanced Doctor), Professor,
Zemlyanitsyna S.V., Research Officer,
All-Russian Scientific Research Institute of Irrigated agriculture*

EFFICIENCY OF APPLICATION OF BISCHOFITE IN THE CULTIVATION OF SAINFOIN SANDY IN THE LOWER VOLGA REGION

Abstract: the article presents the results of studies on the effectiveness of the application of presowing treatment of seeds of sainfoin with chloromagnesium salt. Of particular interest are these studies because for the first time on the irrigated lands of the Lower Volga region, the complex effect of this technique was studied when cultivating a sainfoin on five agrochemical backgrounds: without fertilizer, with NPK injection, with manure, siderata and straw.

The positive effect of bischofite on the increase in the fullness of sainfoin shoots was established. The highest was in the variant with a calculated dose of NPK – 63.7-68.1%. The maximum herbage density and co-preservation of plants was also noted on this variant – 86.9-93.1%, against 76.3-88.5% – on the control.

The introduction of mineral fertilizers, the dung of manure and siderates, contributed to an increase in the accumulation of organic matter and on crops of the second year of life, in these variants without bischofite treatment in the 0.5-meter layer of soil, it accumulated from 6.1-6.3 to 6.3-6.5 t / ha dry roots, and with presowing seed treatment – 6.2-7.2 t / ha.

Keywords: sainfoin, bischofite, preservation of plants, accumulation of organic matter

*Жевора С.В., кандидат сельскохозяйственных наук,
Старовойтов В.И., профессор, доктор технических наук,
Старовойтова О.А., кандидат сельскохозяйственных наук,
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт
картофельного хозяйства им. А.Г. Лорха»,
Манохина А.А., кандидат сельскохозяйственных наук,
ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный
университет-МСХА им. К.А. Тимирязева»*

ВЛИЯНИЕ ГУМАТОВ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ КАРТОФЕЛЯ

Аннотация: в условиях растущей интенсификации, химизации, применения всё более мощных пестицидов назрела необходимость перехода на биологизированное земледелие, разработки технологий выращивания экологически безопасной продукции.

Сочетание экологически безопасных, традиционных технологий защиты картофеля от поражения вирусными, бактериальными и грибными болезнями (пространственная изоляция, травопольные севообороты, междурядные механические обработки, устойчивые сорта) с применением современных биологических средств борьбы с патогенами и вредителями, позволит в целом повысить устойчивость картофеля к наиболее опасным инфекциям и вредным организмам.

Ключевые слова: сорта картофеля, снижение пестицидной нагрузки, микроудобрения, биогумус, гумат калия

В условиях растущей интенсификации, химизации, применения всё более мощных пестицидов назрела необходимость перехода на экологическое земледелие, разработки технологий выращивания экологически чистой продукции.

Задача снижения пестицидной нагрузки при производстве картофеля, использования сидератов, биологических методов борьбы с болезнями и вредителями, микроудобрений, имеет огромное значение для сохранения окружающей среды, получения безопасной для здоровья продукции органического картофеля.

Вопрос обеспечения населения продуктами питания является чрезвычайно острым [1]. В период экстенсивного сельского хозяйства разработаны и внедрены многие приёмы биологизированного земледелия: травопольная система, компостирование и внесение органики, специализированные севообороты и др.

Переход на современные интегрированные технологии возделывания картофеля, использование новой техники, качественных семенных клубней привёл к значительному повышению урожайности, особенно в хозяйствах, имеющих возможность приобрести необходимый комплекс машин и семенной материал высоких репродукций.

Однако качество выращенных клубней стало снижаться. В ряде случаев имеет место повышенное количество нитратов, проблемы с хранением и даже остаточные количества пестицидов. Этому способствуют высокие нормы минеральных удобрений (особенно азота).

В последние годы фитосанитарная обстановка обострилась – многие виды возбудителей болез-

ней выработали устойчивость к пестицидам, а сорняки – к гербицидам, что требует увеличения числа обработок или норм их внесения. Это отрицательно влияет на экологическую обстановку, остаточные количества пестицидов загрязняют почву, водоёмы, пастбища, попадают в корм животным. В результате чего наносится значительный вред здоровью населения.

Заинтересованность картофелеводов в ограничении применения пестицидов при выращивании картофеля возрастает. Известны эффективные биостимуляторы и бактериальные удобрения, повышающие устойчивость картофеля к патогенам и стрессовым условиям, позволяющие снижать пестицидную нагрузку и получать достойный урожай [2, 3, 4, 5, 6].

Разработка технологии выращивания органического картофеля актуальна для настоящего времени. Ряд исследований посвящен вопросам биологизированного земледелия, например, на Брянской ОС по картофелю А.А. Молякко разработаны приемы биологической мелиорации почв – сидеральные, поукосные, пожнивные посевы, использование в севооборотах многолетних трав для создания бездефицитного баланса гумуса [7].

В ООО «АгроПрофи» Костромской области изучены вопросы применения органоминеральных удобрений, микроудобрений и биологических стимуляторов роста [8]. В Пензенском НИИСХ Лысенко Ю.Н. с сотрудниками разработаны гибкие биологизированные севообороты, адаптивные системы удобрений на основе использования бактериальных средств, сидеральных культур и др. приемов [9].

Сотрудники Тверской ГСА Усанова З.И. и Козлов В.В. провели сравнительную оценку эффективности экологически безопасной технологии (размещение посадок по сидерату – белой горчице) и интенсивной (N120P144K180) на восьми сортах. Расчёт экономической эффективности в среднем за 3 года показал преимущество экологически безопасной технологии [10].

Доказана эффективность севооборотов с использованием белой горчицы, овса, топинамбура, клевера и других культур даже без внесения минеральных удобрений [11].

Кроме использования сидеральных культур в качестве предшественников, гибких биологизированных севооборотов, результаты многочисленных исследований показывают эффективность применения при выращивании картофеля различных стимуляторов роста, биологических препаратов для повышения устойчивости растений к болезням, вредителям и стрессовым условиям роста. [2, 3, 4, 5, 6].

Известны десятки регуляторов роста, биологически активных веществ, используемых в картофелеводстве. Однако применение биологически активных веществ при возделывании картофеля имеет локальный, спорадический характер. Как правило, без учета всего комплекса почвенно-географических и климатических факторов. С целью получения стабильной урожайности при выращивании органического картофеля, особенно при снижении нормы минеральных удобрений, необходим комплексный подход и правильный выбор сортов, биостимуляторов, севооборотов применительно к различным почвенно-климатическим условиям.

Цель работы – Установить влияние почвы и климатических условий на исследуемые сорта

картофеля на пригодность выращивания в целях получения органического картофеля.

Решение поставленных задач может быть достигнуто путем постановки полевых опытов по возделыванию картофеля в условиях минимальной пестицидной нагрузки, включая снижение нормы минеральных удобрений на 50%, полное исключение гербицидов, инсектицидов и не более 1-2 обработок фунгицидами.

В 2015-2016 гг. были проведены рекогносцировочные опыты по получению экологически чистого продовольственного картофеля без внесения пестицидов. Благодаря правильному подбору сортов, рациональной системе подготовки почвы и ухода, своевременной уборке получен товарный урожай 22 т/га (сорт Удача) – с площади 8 га. Бактериальных болезней, ризоктонии и фитофтороза на клубнях не обнаружено.

Программа исследований

Экспериментальный севооборот органического земледелия ООО «Редкинская АПК» расположен в деревне Кошелево Конаковского района Тверской области изолирован от полей обычных посадок картофеля на расстояние более 500 м, площадью 230 га.

- общая площадь опыта – 954 м²;
- площадь учётной делянки – 10,6 м²;
- площадь защитных полос – 190,8 м²;
- число повторностей - 3;
- способ посадки: клоновая сажалка.

Почвы опытного участка дерново-подзолистые супесчаные-легко суглинистые по механическому составу с высоким содержанием фосфора, средним содержанием калия, и низким содержанием азота (таблица 1). Кислотность почвы 5,6. Содержание органического вещества низкое.

Таблица 1

Агрохимическая характеристика почвы на испытываемом участке

рН КСl	Гумус, %	P2O5, мг/кг	K2O, мг/кг	Микроэлементы, мг/кг						
				Ca	Mg	S	B	Cu	Zn	Mn
5,6	1,7	311	113	6,2	1,3	6,6	0,57	2,3	2,3	50,5

Схема опыта (табл. 2)

Фактор А – сорт: Удача (ранний), Ред Скарлетт (ранний), устойчивые к основным болезням картофеля (фитофторозу, альтернариозу, парше, ризоктониозу). Репродукция элита;

Фактор Б – дозы биогумуса: 0 т/га, 3 т/га;

Фактор В – применение биологических фиторегуляторов (макро- и микроэлементы в органической форме) – препарат гумат калия – 0,05% раствор: дозы 0 л/га; 2 л/га;

Фактор Г – сроки внесения препарата гумат калия: при посадке и в фазу бутонизации.

Таблица 2

Схема опыта

№ вар.	Биогумус, т/га	Гумат калия 0,05%, л/га	
		при посадке	в фазу бутонизации
1 – контроль	0	0	0
2	0	2	0
3	0	0	2
4	0	2	2
5	3	0	0
6	3	2	0
7	3	0	2
8	3	2	2

Подготовка почвы: оборот пласта многолетних трав, посев и запашка белой горчицы.

Для повышения плодородия почвы, урожая и качества клубней использовали биогумус, полученный методом вермикомпостирования, в сочетании с опрыскиванием растений 0,05% раствором гумата калия в период бутонизации.

Анализ результатов многих исследовательских работ, включая собственные исследования по применению биогумуса и обработки клубней гуматом калия при посадке на дерново-подзолистой связнопесчаной почве, позволяет рекомендовать вышеназванные препараты именно для почвы с недостаточным содержанием гумуса при сниженном количестве вносимых минеральных удобрений. Биогумус способствует не только ускорению

роста и развития картофеля, но и повышает устойчивость его к патогенам. Последнее обстоятельство особенно важно для сокращения или полной отмены многократных обработок фунгицидами [12].

Безгербицидная технология выращивания картофеля (аналог Заворовской), включающая двух-трехкратные механические обработки до всходов, обработку по всходам и окучивание.

Расположение участка более 5 км от частных огородов и других картофельных посадок, что является хорошей защитой от заселения колорадским жуком и заражения вирусной инфекцией.

В табл. 3 представлены метеорологические условия вегетационного периода.

Таблица 3

Метеорологические условия вегетационного периода

Месяц	Температура воздуха, °С			Осадки, мм		ГТК
	Средняя за месяц	Средняя многолетняя	Сумма эффективных температур	Сумма за месяц	Среднее многолетнее	
Июнь	15,3	15,4	459	120	75	2,6
Июль	20,8	17,8	645	116	85	1,8
Август	18,1	15,6	561	87	76	1,6
Сентябрь	11,0	13,9	330	57	82	1,7
За период	16,3	15,7	1995	380	318	1,9

Закладка полевого опыта, учеты и наблюдения проведены в соответствии с требованиями методики полевого опыта [13] и «Методики исследований по культуре картофеля» (1967).

Результаты исследований будут использованы для разработки экологически безопасных технологий производства картофеля.

Для получения достоверных результатов необходимо провести исследования в течение 5 лет при различных метеоусловиях, включив в испытание (для сравнения эффективности) другие биологиче-

ски активные вещества, разработав специализированные для выращивания органического картофеля севообороты.

Результаты исследований

Проведённые, в соответствии со схемой опыта и полученные предварительные результаты, позволили сделать предварительные выводы.

В табл. 4 представлены данные по высоте растений картофеля сорта Удача. Самыми высокими 91 см оказались растения на вариантах с биогумусом и опрыскиванием гуматом калия.

Таблица 4

Высота растений картофеля сорта Удача по вариантам и повторностям (2015-2016 гг.), см

Вариант	Повторности			Среднее	Превышение к контролю, см/%
	I	II	III		
С биогумусом					
1	88	87	78	84	0/0
2	93	89	80	87	3/3,6
3	96	90	87	91	7/8,3
4	93	93	86	91	7/8,3
Среднее (с биогумусом)	93	90	83	88	-
НСР05 (с биогумусом)	2,87	2,17	3,83	2,95	-
Без биогумуса					
5	83	80	81	81	0/0
6	88	92	87	89	8/9,9
7	87	89	74	83	2/2,5
8	96	90	79	88	7/8,6
Среднее (без биогумуса)	89	88	80	85	-
НСР05 (без биогумуса)	4,72	4,60	4,66	3,34	-
Среднее	90,5	88,8	81,5	86,8	-
НСР05	4,39	3,73	4,44	3,49	-

В табл. 5 представлены данные по поражённости болезнями растений картофеля сорта Удача по визуальной оценке в %.

Таблица 5

Поражённость болезнями растений картофеля сорта Удача по визуальной оценке в зависимости от применения биогумуса и гумата калия, %.

Вариант	Повторность	Вирусные			Грибные		
		обыкновенная мозаика	морщинистая мозаика	закручивание листьев	альтернатриоз	фитофтороз	ризоктониоз
1	I	0,4/0,8	0	0	0/1,0	1,0/0	2,0/3,0
	II	1,1/1,6	0	0,6/0,6	4,0/3,0	2,0/0	2,5/2,0
	III	0	0	0	2,0/0,5	3,0/0	0/1,0
	Среднее	0,75/1,0	0	0,2/0,2	3,0/1,5	2,0/0	1,5/2,0
2	I	0,2/0,1	0	0	0,2/0,8	0	1,4/3,0
	II	0,8/0,4	0	0,3/0,1	3,0/2,3	0	3,0/5,0
	III	0,5/0,4	0	0,4/0,5	3,5/2,5	0/1,5	0,5/1,0
	Среднее	0,5/0,3	0	0,2/0,2	2,2/1,9	0/0,5	1,6/3,0
3	I	0	0	0	0/2,0	0	0
	II	0	0	0,2/0	1,0/1,0	0/1,3	1,5/0
	III	0/1,5	0	0/0,3	0	0	0/1,5
	Среднее	0/0,5	0	0,1/0,1	0,3/1,0	0/0,4	0,5/0,5
4	I	1,0/0	0	0	2,4/0	0,3/0	0/0,8
	II	0,5/0	0	0,3/0,1	1,5/0	0/0,5	2,0/0
	III	0/0,3	0	0/0,2	0	0	0,4/0,4
	Среднее	0,5/0,1	0	0,1/0,1	1,3/0	0,1/0,2	0,8/0,4

Примечания:

1) Числитель – поражённость болезнями при внесении биогумуса; знаменатель – болезнями без биогумуса;

2) Бактериальных болезней (полосчатой мозаики и скручивания листьев) при визуальной оценке – не обнаружено

Экспериментальные данные по изучению продуктивности и качеству 2 сортов картофеля (Удача, Ред Скарлетт) при использовании гумата калия

0,05% в качестве микроудобрений и средств защиты картофеля от вредителей, болезней и переносчиков вирусов представлены в табл. 6.

Таблица 6

Учет урожая клубней картофеля

Вариант	Масса, г/куст	Количество клубней, шт./куст	Урожайность, т/га
Удача			
1 контроль	500,0	5,0	13,8
2	534,0	6,0	16,0
3	550,0	7,0	16,2
4	580,0	7,0	17,4
Среднее	541,0	6,3	15,9
НСР05	28,86	0,83	1,30
Ред Скарлетт			
1 контроль	400,0	5,0	12,0
2	420,0	6,0	12,4
3	460,0	6,0	13,8
4	490,0	6,0	14,7
Среднее	442,5	5,8	13,2
НСР05	34,91	0,43	1,08

В целом, урожайность обоих сортов составила: 13,8-17,4 т/га на сорте Удача и 12,0-14,7 т/га на сорте Ред Скарлетт. Сказались неблагоприятные погодные условия и исходное низкое содержание органического вещества в почве – 1,7%.

Наличие в Нечерноземной зоне РФ большого количества невозделываемых земель при правильном научно-обоснованном использовании может способствовать значительному оздоровлению всей системы картофелеводства. Сочетание экологически безопасных, традиционных агротехнических технологий защиты картофеля от поражения вирусными, бактериальными и грибными болезнями (пространственная изоляция, травопольные севообороты, междурядные механические обработки, устойчивые сорта) с применением современных биологических средств борьбы с патогенами и вредителями, позволит в целом повысить устойчивость картофеля к наиболее опасным инфекциям и вредным организмам.

Изучение использования всего комплекса агротехнических, профилактических и иммуностимулирующих воздействий в перспективе может служить основой для разработки технологии производства экологически безвредного (органического) картофеля.

ВЫВОДЫ

1 В технологии органического земледелия внесение биогумуса при посадке картофеля в сочетании с обработкой биостимуляторами во время вегетации способствует ускорению роста и развития растений (высота стеблей в опытных вариантах на 7,0-9,9% превышает высоту их в контроле).

2 Отмечено снижение пораженности грибными и бактериальными болезнями в вариантах с внесением биогумуса как совместно с применением гумата калия 0,05%, так и без них; т.е. биогумус в дозе 3 т/га способствует повышению устойчивости картофеля к вирусным и грибным болезням.

3 Урожайность картофеля превышала контрольный вариант во всех опытных вариантах сорта Удача на 1,5-3,5 т/га, сорта Ред Скарлетт на 1,5-2,7 т/га. Максимальное превышение урожайности сорта Удача имело место в варианте использования биогумуса, гумата калия в фазу бутонизации.

4 Для получения достоверных результатов необходимо продолжить исследования при различных метеоусловиях, включив в испытание (для сравнения эффективности) другие биологически активные вещества, разработав специализированные севообороты для выращивания органического картофеля.

Литература

1. Старовойтов В.И. Обоснование процессов и средств механизации производства картофеля в системе «поле-потребитель»: автореф. дис. ... на соискание ученой степени доктора технических наук. М. 1995. 37 с.
2. Старовойтов В.И., Старовойтова О.А., Бойко Ю.П., Молчанова Е.Я., Насибов Х.Н.о, Манохина А.А. Климова Ю.В. Способ высокоточного дробно-локального внесения удобрений при возделывании картофеля // ГНУ ВНИИКХ Россельхозакадемии. М., 2013. 16 с.
3. Старовойтов В.И., Павлова О.А. Для развития прорывных технологий производства картофеля нужны инвестиции // Картофель и овощи. 2007. №7. С. 2 – 3.
4. Бутов А.В., Адоньев С.О. Регуляторы роста на картофеле // Картофель и овощи. 2015. №5. С. 29 – 30.
5. Коршунов А.В., Митюшкин А.В., Гаитова Н.А., Дорогов А.С. Хелатное удобрение как элемент сортовой агротехники новых сортов картофеля // М.: ФГБНУ ВНИИКХ. 2016. 32 с.
6. Федотова Л.С., Кравченко А.В., Тимошина Н.А. и др. Руководство по применению бактериальных удобрений в картофелеводстве. М. Россельхозакадемия, ВНИИКХ. 2012. 32 с.
7. Молявко А.А., Кириенко А.Н. Картофелеводы Брянщины осваивают ресурсосберегающие технологии // Картофель и овощи. 2002. №3. С. 22 – 23.
8. Молчанова Е.Я., Старовойтова О.А., Пуздря Ф.Ф. Применение комплексных концентрированных микроудобрений при выращивании картофеля в условиях дерново-подзолистых почв Костромской области // в кн.: Мат-лы IV науч.-практич. конф. Чебоксары – КУП ЧР. «Агроинновации». 2012. С. 190 – 93.
9. Лысенко Ю.Н., Лысенко Н.Ю., Барышникова Е.Г. Передовую технологию населению // Картофель и овощи. 2015. №5. С. 24 – 25.
10. Усанова З.И., Козлов В.В. Выращивание картофеля по горчице белой // Картофель и овощи. 2015. №12. С. 30 – 32.
11. A. Manohina. Jerusalem artichoke as a means of fields conservation / V. Starovoytov, O. Starovoytova, N. Aldoshin, A. Manohina // Acta Technologica Agriculturae. 2017. №1. P. 7 – 10
12. V.I. Starovoytov, N.V. Voronov and O.A. Pavlova Prospects of potato growing techniques in wide rows // Potato production and innovative technologies. Wageningen Academic Publishers The Netherlands. 2007. P. 246 – 251.
13. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. М., Агропромиздат. 1985. 351 с.

References

1. Starovoytov V.I. Obosnovanie processov i sredstv mehanizacii proizvodstva kartofelja v sisteme «pole-potrebitel'»: avtoref. dis. ... na soiskanie uchenoj stepeni doktora tehniceskix nauk. M. 1995. 37 s.
2. Starovoytov V.I., Starovoytova O.A., Bojko Ju.P., Molchanova E.Ja., Nasibov H.N.o, Manohina A.A. Klimova Ju.V. Sposob vysokotochnogo drobno-lokal'nogo vnesenija udobrenij pri vzdelyvanii kartofelja // GNU VNIKH Rossel'hoz akademii. M., 2013. 16 s.
3. Starovoytov V.I., Pavlova O.A. Dlja razvitija proryvnyh tehnologij proizvodstva kartofelja nuzhny investicii // Kartofel' i ovoshhi. 2007. №7. S. 2 – 3.
4. Butov A.V., Adon'ev S.O. Reguljatory rosta na kartofele // Kartofel' i ovoshhi. 2015. №5. S. 29 – 30.
5. Korshunov A.V., Mitjushkin A.V., Gaitova N.A., Dorogov A.S. Helatnoe udobrenie kak jelement sortovoj agrotehniki novyx sortov kartofelja // M.: FGBNU VNIKH. 2016. 32 s.
6. Fedotova L.S., Kravchenko A.V., Timoshina N.A. i dr. Rukovodstvo po primeneniju bakterial'nyh udobrenij v kartofelevodstve. M. Rossel'hoz akademija, VNIKH. 2012. 32 s.
7. Moljavko A.A., Kirienko A.N. Kartofelevody Brjanshhiny osvaivajut resursosberegajushhie tehnologii // Kartofel' i ovoshhi. 2002. №3. S. 22 – 23.
8. Molchanova E.Ja., Starovoytova O.A., Puzdrja F.F. Primenenie kompleksnyh koncentrirovannyh mikroudobrenij pri vyrashhivanii kartofelja v uslovijah dernovo-podzolistyh pochv Kostromskoj oblasti // v kn.: Mat-ly IV nauch.-praktich. konf. Cheboksary – KUP ChR. «Agroinnovacii». 2012. S. 190 – 93.
9. Lysenko Ju.N., Lysenko N.Ju., Baryshnikova E.G. Peredovuju tehnologiju naseleniju // Kartofel' i ovoshhi. 2015. №5. S. 24 – 25.
10. Usanova Z.I., Kozlov V.V. Vyrashhivanie kartofelja po gorchice beloju // Kartofel' i ovoshhi. 2015. №12. S. 30 – 32.

11. A. Manohina. Jerusalem artichoke as a means of fields conservation / V. Starovoytov, O. Starovoytova, N. Aldoshin, A. Manohina // Acta Technologica Agriculturae. 2017. №1. P. 7 – 10
12. Starovoytov V.I., Voronov N.V. and Pavlova O.A. Prospects of potato growing techniques in wide rows // Potato production and innovative technologies. Wageningen Academic Publishers The Netherlands. 2007. P. 246 – 251.
13. Dospheov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy). 5-e izd., dop. i pererab. M., Agropromizdat. 1985. 351 s.

*Gevora S.V., Candidate of Agricultural Sciences (Ph.D.),
Starovoytov V.I., Doctor of Agricultural Sciences (Advanced Doctor), Professor,
Starovoytova O.A., Candidate of Agricultural Sciences (Ph.D.),
All-Russian Research Institute of Potato Growing
named after A.G. Lorkh,
Manokhina A.A., Candidate of Agricultural Sciences (Ph.D.),
Russian State Agrarian University –
Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev*

THE INFLUENCE OF HUMIC SUBSTANCES ON PRODUCTIVITY OF POTATO

Abstract: in the face of growing intensification, application of chemicals, the use of increasingly powerful pesticides, there is need to transition to biologization agriculture, development of technologies for growing of ecologically safe production.

The combination of ecological, traditional methods of protection of potatoes from defeat viral, bacterial and fungal diseases (spatial isolation, grass crop rotation, inter-row mechanical treatment, resistant varieties) with the use of modern biological tools in the fight against pathogens and pests, allows in General to increase the resistance of potato to the most dangerous infections and harmful organisms.

Keywords: potato varieties, reducing pesticide load, micronutrient fertilizers, bio-fertilizer, potassium humate

*Жученко А.А. (мл.), академик РАН,
Всероссийский селекционно-технологический институт садоводства
и питомниководства г. Москва*

МОБИЛИЗАЦИЯ МИРОВЫХ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ РАСТЕНИЙ

Аннотация: генетические ресурсы высших растений являются основой селекции, генетики, семеноводства, стабильного сельскохозяйственного производства, развития фарминдустрии, промышленности и строительства, оздоровления среды обитания человека. Для эффективного сбора, хранения, изучения и использования мировых генетических ресурсов важен системный стратегический подход.

Ключевые слова: селекция, коллекция, образец, генетические ресурсы

В настоящее время сбор, сохранение, изучение и использование источников зародышевой плазмы растений в большинстве стран мира рассматриваются как национальная задача и служат основой успехов в развитии устойчивого сельскохозяйственного производства, фармацевтической индустрии, промышленности и строительства, в оздоровлении среды обитания человека, в создании программно-ориентированных информационно-измерительных комплексов и исследовании экологической экономики.

Разработанная Н.И.Вавиловым программа создания коллекций мировых растительных ресурсов ознаменовала новую эру в растениеводстве, включая системное изучение: 1) исчезновения местных образцов и сортов-шедевров, тенденций уменьшения биоразнообразия зеленых насаждений (деревьев, кустарников, трав, лиан), сужение генетического разнообразия диких и культурных видов; 2) формообразовательного процесса (мутационеза, рекомбинационеза, трансгенеза и др.), интенсификации селекции и максимальной мобилизации мировых генетических ресурсов для нужд человека; 3) опасности возникновения эпифитотий из-за снижения генетической изменчивости (гетерогенности, гетерозиготности) культивируемых сортов, гибридов и популяций; 4) загрязнения окружающей среды, неопределенность последствий от антропогенных изменений в природе, опасность потери генофонда при локальных и глобальных экологических кризисах; 5) *status quo* вида и его роли в средосохранении, растущей потребности населения планеты в биоразнообразии экологически чистой натуральной продукции; 6) эволюционной «памяти» человека о среде обитания в гармонии человека и природы; 7) спроса в будущем при таких темпах роста численности населения, предъявляемого к сортам, гибридам и возделываемым популяциям растений потребителями, перерабатывающей промышленностью и производителями; 8) эффективных технологий длительного хранения и быстрого размножения растений; 9) мобилизации мировых генетических ресурсов для создания средоулучшающих ландшафтов, агроландшафтов,

средосохраняющих, средообразующих и средоулучшающих фитотехнологий в мегаполисах, городах и промышленных центрах, садов, парков, лесопарков и др.; 10) экологической экономики и экологического образования.

Сегодня на сбор генетических ресурсов в мире тратится более 55 млн. дол. в год, в том числе 13,9 млн. – в США. Ежегодные затраты некоторых ведущих стран мира на генетические программы по изучению отдельных пищевых культур по улучшению 1-2 признаков (рис, соя, кукуруза и др.) на порядок выше и составляют несколько сотен миллионов долларов. Развивающиеся страны, на территории которых находится примерно 70% всего разнообразия зародышевой плазмы Земли, самостоятельно не в состоянии обеспечить необходимое финансовое покрытие комплексного изучения и сохранения генетических ресурсов. Эти вопросы связаны с определением и защитой прав собственности селекционера на результаты своего труда, монополизацией семеноводства и технологий возделывания (ГМ-сортов, гибридов, мутантных и рекомбинантных форм и др.), и возрастающей ролью источников генетической зародышевой плазмы в мировой науке и экономике. По данным Международного союза охраны природы и природных ресурсов (МСОП) в мире из 300 тыс. видов высших растений лишь 1% достаточно детально исследован на предмет практического использования, тогда как под угрозой исчезновения находится до 10%. Причина – узкая ориентация мирового растениеводства в решении актуальных задач питания и озеленения (где используется до 2.5 тыс. видов растений), фитофарминдустрии (где в фармакопеех ведущих стран мира широко применяется в среднем 400 видов, в России 200) и строительстве – около 100 основных видов пород деревьев. Почти всю (99%) обрабатываемую территорию занимают не более 1000 видов и около половины этой площади приходится на 8 главных пищевых культур: пшеницу, рожь, ячмень, овес, кукурузу, просо, сорго и рис.

В деле сохранения биоразнообразия природы одной из альтернатив для «вытесненных» видов

растений, наряду с важностью создания генбанков долговременной консервации (семян, культуры тканей, пыльцы и т.д.), возможно активное освоение «вытесненными» видами новых ландшафтов, сред и территорий, например, в мегаполисах, городах, промышленных центрах и закрытых помещениях. Это обеспечит выживание самого человека, так как ближайшими (в будущем) лимитирующими факторами его жизнеобеспечения, вероятно, будут не только пищевые, но и экологические факторы, которые, к сожалению, пока не имеют «цены».

В мире существует примерно 1300 генбанков и 1500 ботанических садов, которыми обладают более 100 стран. Общепризнано, что первый в мире генбанк, «стоящий над глобусом в понимании глубины и широты продовольственных проблем мира», с прекрасным кадровым составом великих творческих ученых и широким спектром научных программ, проблем и направлений по генетике, цитологии, физиологии, эмбриологии и др., а также обширной селекционной сетью организован русским ученым Н.И. Вавиловым в 1920 г. в России. Подобные Всероссийскому институту растениеводства (ВИР) национальные учреждения начали появляться только с 1944 г. в США и с 1953 г. в Европе. Количество генбанков по продовольственным культурам стремительно возрастает. Так, за последние 10 лет их число увеличилось с 80 до 1308. При этом анализ последнего десятилетия показывает, что диких сородичей культурных растений в крупных генбанках мира сосредоточено лишь 10% от всей гермоплазмы пшеницы, 2% риса, 5% ячменя, 5% кукурузы, 40% картофеля (Алексамян, 2002, 2003).

За последние полвека преимущественно в зоне 8 основных очагов мирового земледелия (по Н.И. Вавилову) была создана сеть из 17 международных научно-исследовательских центров, работающих над фундаментальными программами селекции растений, где в 10 существуют специализированные международные коллекции семян и растений важнейших сельскохозяйственных культур (Жученко мл. и др, 1993). Деятельность центров курируют и финансируют Консультативная группа по международным сельскохозяйственным исследованиям – CGIAR и Организация по продовольствию и сельскому хозяйству при ООН – FAO UN. Наиболее сохраняемыми группами культур являются зерновые (48%), зернобобовые (16%), кормовые (10%), овощные (8%), плодовые (4%), клубнеплоды (4%) и технические (4%), в коллекциях которых преобладают 85% образцов сортов и линий и лишь 15% – диких сородичей культурных и сорных растений.

В отличие от генбанков, ботанические сады, заповедники, резерваты являются уникальными и значительно более древним изобретением человечества для наиболее комплексного изучения, эффективного использования и сохранения «в живом виде» генетических ресурсов трав, кустарников, деревьев, лиан как лекарственных (первые ботанические сады часто называли аптекарскими огородами), так пищевых и технических культур, сохраняя таким образом «активное биоразнообразие». Разнообразие растительного мира ботанических садов уступает только природе. На протяжении столетий и начиная с первого ботанического сада, основанного в 1543 г. в Пизе (Италия), ботанические сады имели прикладное значение. Как правило, они использовались для изучения свойств растений по применению в медицине и фармации, адаптивности различных видов растений в условиях городов, что крайне актуально до сих пор. Фактически широкий спрос на биоразнообразие растений в медицине обеспечил сохранение ботанических садов до наших дней. Более того, численность ботанических садов и их необходимость для современной науки, экологического образования и озеленения городов постоянно возрастает. Напротив, стремительное создание, особенно во второй половине XX в., генбанков, вероятно, является классическим примером сохранения «пассивного биоразнообразия». К примеру, семена некоторых тропических деревьев, кустарников и плодовых культур лишены периода естественного покоя и, не прорастая, быстро гибнут. Такие виды требуют иных методов сохранения в виде культур меристем или в полевых генных банках. Сегодня развиваются современные представления о генофонде как о динамичной и постоянно эволюционирующей системе, например, в системах «генотип-среда» и «хозяин-паразит», где сбалансированности адаптивных комплексов благоприятствует длительный сопряженный естественный отбор.

При этом многие ботанические сады мира обеспокоены «уничтожающим» спросом фармацевтических компаний на сырье лекарственных, гомеопатических и ароматических растений, новым витком массовой интродукции декоративных субтропических и тропических растений в города, что может способствовать (без оценки на скрытую зараженность в интродукционно-карантинных питомниках) распространению карантинных вредных организмов или спонтанной неконтролируемой натурализации.

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Возросшая сложность и трудоемкость селекционной работы (включая длительность селекционного и семеноводческого процессов) отвечают требованиям современного сельскохозяйственного производства, что сделало ее очень дорогостоящей и существенно сдерживает спрос на биоразнообразие. Общие расходы на получение нового сорта за 6-10 лет составляют до 1,5-2,5 млн. дол. и даже более в зависимости от селектируемого вида. Современная селекция растений – это научно обоснованная технология управления наследственностью и изменчивостью высших эукариот, позволяющая реализовать социально-экономические, экологические, дизайн-эстетические и другие цели. Сегодня селекция выступает в качестве синтетической дисциплины, широко использующей достижения физиологии, биохимии, почвоведения, микробиологии, цитогенетики, экологии и многих других наук и направлений (ландшафтный фитодизайн, конструктивная экология и т.д.) и функционально объединяющей этапы мировой мобилизации генофонда, самой селекции, сортоиспытания и семеноводства, агроэкологического районирования, конструирования агроэкосистем и фитоценозов (Жученко, 2012).

Узкая ориентация сельскохозяйственного производства XX в. на несколько главных сельскохозяйственных видов (пшеница, ячмень, овес, рожь, картофель, соя, кукуруза, подсолнечник, рапс и др., хотя, по оценкам специалистов, 80 тыс. видов растений относится к числу съедобных), а также повсеместное использование «универсальных» сортов и гибридов препятствуют в полной мере востребованности мировых генетических коллекций растений.

Развитие программ по широкому внедрению генетических ресурсов культивируемых растений имеет особое значение, так как в будущем одна культура (на основе разнообразия коллекций, образцов, форм, сортов, гибридов и популяций) может использоваться более эффективно при диверсификации – разнонаправленном применении сырья разных генотипов в различных отраслях промышленности для производства широкого ассортимента товаров. Эту тенденцию, по данным ФАО последних лет, можно проследить на примере работы секции ФАО по льну, несмотря на то, что это не только важная техническая культура, но и одновременно ценное лекарственное растение, которое широко применяется в пищевой промышленности различных стран. В мире наблюдается относительно высокая востребованность биоразнообразия генофонда льна, что обусловлено, во-первых, существующими приоритетными и рево-

люционными направлениями в развитии традиционных технологий производства натурального сырья и его переработки. Во-вторых, это связано с разработкой нетрадиционных или специализированных технологий создания новых продуктов из сырья льна, включая современные конструкционные материалы, различные лекарственные средства и пищевые добавки, использование льна в автомобиле- и самолетостроении, озеленении, производстве топлива, сорбентов, косметики и многих других натуральных и экологически чистых продуктов (Жученко мл., 1994, 2000, 2007).

Новый «признак», как правило, во многом определяет экономическую эффективность сорта и в конечном итоге агротехнологии. Поэтому на практике наряду с Государственным реестром селекционных достижений, допущенных к использованию в РФ должен быть Государственный заказ на реестр селекционных признаков для использования в селекционных программах РФ для каждой культуры и зоны товарного ее производства (по устойчивости к засухе, полеганию, низким и высоким температурам, засолению, болезням, вредителям, к кислым почвам, загазованности, по «кислородоурожаемым» свойствам и др.). Поэтому сегодня в мире между селекционными фирмами идет жесткая конкуренция в «погоне за генами» для культивируемых видов, контролирующей устойчивость растений к стрессам и патогенам (особенно к вирусам, грибам, нематодам и бактериям карантинного значения для всех континентов, Жученко мл. и др., 2004) и детерминирующих сочетание раннеспелости, продуктивности, устойчивости и качества продукции и др., включая гены интенсивности фотосинтеза, детоксикации опасных элементов для человека и т.д..

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ В ФАРМИНДУСТРИИ

Особенно стремительный интерес к использованию генетических ресурсов лекарственных растений в фарминдустрии наблюдается в США, Канаде, Германии и Японии – в странах с относительно узким естественным биоразнообразием природных растительных ресурсов.

В основе развития лекарственного растениеводства лежат интродукционные, селекционные и семеноводческие исследования, которые играют исключительную роль в сохранении генофонда целебных растений. К примеру, только в ВИЛАРе за 75 лет интродукционными исследованиями было охвачено свыше 200 видов растений из 50 семейств, что обеспечило в настоящее время возможность культивирования в России свыше 50 видов лекарственных и ароматических растений. Новый виток спроса на натуральное сырье различных видов лекарственных растений ожидается в

ближайшие годы, так как мир переживает бум «натуральных продуктов», наступает век фитотерапии. Абсолютное большинство лекарственных растений, участвующих в международной торговле, являются дикорастущими. При этом мировой масштаб торговли сырьем природных ресурсов лекарственных растений не подлежит объективной оценке, так как многие травы перепродаются по несколько раз. В среднем достаточно стремительно (на 12-15% ежегодно) увеличивается потребление лекарственных растений в США, Великобритании и Италии. Считается, что Индия является самым большим экспортером лекарственного сырья в Европу (ежегодно около 10 тыс. т), затем Непал и др., «Гималайский канал» и Южная Африка (Камерун, Заир, Кения, Мадагаскар и др.) – до 2 тыс. т лекарственного сырья. Германия – мировой лидер (центр в Гамбурге) торговли лекарственным сырьем с ежегодным оборотом примерно 1,2 млрд. дол., США – другой мировой лидер – 0,5 млрд. дол. Установлено, что в тропических растениях ценнейшие лекарственные вещества (алкалоиды) встречаются в 2 раза чаще, чем в растениях умеренных зон. Однако к настоящему времени лишь незначительная часть (1-2%) растительных видов тропической зоны исследована с точки зрения практического использования алкалоидов, тогда как уничтожение и потеря генетических ресурсов влажных тропических лесов принимает катастрофические масштабы. Так, малярия – самая серьезная из стремительно передаваемых (векторных) инфекционных заболеваний, которая в среднем ежегодно поражает до 500 млн. человек, унося около 2 млн. жизней. Если бы на восточных склонах Анд не обнаружили дерево (*Chinchona*), дающее хинин, число жертв от малярии на земле было бы значительно больше. Из тропического растения катарантуса розового (*Catharanthus roseus*) выделено около 80 алкалоидов, два из которых – винкристин и винбластин дали хорошие результаты при лечении определенных форм онкологических заболеваний. Поэтому, по мнению многих ученых, уничтожение биоразнообразия при крайне малой изученности практического использования всех видов растений может стать серьезным препятствием в осуществлении многих научных программ по созданию значимых противораковых, сердечно-сосудистых, противомикробных лекарственных средств.

В мире произрастает около 3 тыс. видов растений – продуцентов эфирных масел, в основном это деревья, кустарники и травы. Аромасодержащим может быть стебель, корень, плоды, соцветия, цветки, хвоя, листья, семена, древесина и целое растение. Долевое содержание в сырье эфирного масла варьирует от 0,05 до 6% и более, а состав

изменяется от 120 до 500 органических и неорганических компонентов. Поэтому пока только у 2-3% эфиромасличных растений комплексно изучен состав эфирных масел. По мнению известного профессора ботаники Гарвардского университета Ричарда Шалтеса, растительное царство – неисчерпаемый источник химических соединений, многие из которых обладают поразительно мощным биологическим действием и являются моделью для создания новых синтетических препаратов.

Одним из перспективных направлений использования генетических ресурсов растений в фармацевтике является гомеопатия, в большей степени ориентированная на биоразнообразие, чем на объемы сырья. Гомеопатия была впервые разработана в 1790-х гг. немецким врачом Самуилом Ганеманом. В отличие от традиционных методов медицины, гомеопатия основана на очень гуманном воздействии на организм человека сверхмалых доз лекарственных препаратов. В настоящее время рынок гомеопатических лекарственных средств в развитых и развивающихся странах (США, Германия, Канада, Франция, Великобритания, Россия, Индия и др.) представляет собой многомиллионную индустрию. Около 80% сырья для производства гомеопатических лекарственных средств в России и за рубежом является сырьем растительного происхождения. Общий мировой список гомеопатических растений включает более 1 тыс. видов (в России более 700 видов растений). В последнее время гомеопатия испытывает новый подъем, начавшийся в конце 1970-х гг., что связано с возрастающим интересом врачей и пациентов всего мира к щадящим методам лечения и использованию новых наукоемких фитотехнологий.

В 80-е гг. XX в. развитые страны пришли к пониманию важности «функционального питания», способствующего не только потреблению «пустых» пищевых калорий, но одновременному укреплению здоровья. В 90-е гг. широкое признание получили «нутрицевтические» продукты медицинского и оздоровительного назначения, включающие пищевые добавки. Таким образом, наряду с ростом спроса на увеличение ассортимента лекарственного сырья для медицинской промышленности в последнее время наблюдается активное использование многих лекарственных растений в пищевой промышленности, что значительно стимулирует развитие программ по биоразнообразию и поиску перспективных источников новых фитопрепаратов и биологически активных веществ.

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ И ПРОМЫШЛЕННОСТИ

В лесные ресурсы входят: древесина, живица, пробка, грибы, плоды, ягоды, орехи, лекарственные растения, охотничье-промысловые ресурсы и т.д., а также многие полезные свойства леса: водоохранные, климаторегулирующие, противозерозионные, оздоровительные и пр. Леса считаются легкими нашей планеты, они дают древесину, которая является универсальным натуральным экологически чистым сырьём для многих отраслей промышленности, обеспечивая здоровую среду обитания для человека. Леса имеют огромное значение в формировании и истории развития биосферы Земли, являясь главным биоэнергетическим резервуаром ассимиляции и концентрации солнечной энергии в виде растительной наземной и корневой биомассы, основным потребителем двуокиси углерода из атмосферы, продуцентом кислорода и летучих фитоорганических веществ в атмосфере. Леса определяют в значительной мере водно-воздушный режим суши (снегозадержание, поверхностный и речной сток, транспирацию влаги и смягчение сухости воздуха), обеспечивают ее защиту от эрозии и дифляции почв, выполняют сроссохраняющую, средообразующую и средоулучшающую функции, создавая среду обитания многочисленным видам животных, растений и самому человеку (Жученко мл., 2007).

Примерная площадь лесных земель мира составляет более 4 млрд. га, в т. ч. сомкнутых лесов около 3 млрд. га, из них продуктивных 1,9 млрд. га. На одного жителя нашей планеты в среднем приходится 0,67 га сомкнутых лесов. Распределение лесов по поверхности Земли крайне неравномерно. Более половины сомкнутых лесов мира и около 17% несомкнутых произрастают в Европе, Северной Америке и России (30-35%). Лесистость Латинской Америки, Африки, Азии и Австралии в 2 раза ниже. Площади кустарников составляют более 80% от общей площади несомкнутых лесов. Резко различается лесистость отдельных континентов, так, самый низкий – в Африке (7,5%), высокий – в Латинской Америке (34%), в Европе и Северной Америке (31%). Породный состав лесов континентов мира сильно отличается. Самая большая площадь ценных хвойных лесов (88%) находится в России, Европе и Северной Америке. Тропические леса представлены преимущественно лиственными породами, произрастающими в Латинской Америке, Африке и Азии (в составе сомкнутых лесов они занимают более 80% мировых ресурсов). Латинская Америка (28,8%) и Россия (24%) по общим запасам древесины занимают ведущее место в мире. В Европе около 4,2%, в Австралии 1,9%. Неодинакова продуктивность лесов,

где две трети общего прироста дают леса России, Европы и Северной Америки. Россия занимает первое место по площади лесов, их запасам и приросту, особенно более половины всей мировой площади лесов (51,7%) и запасов (56,9%) хвойных пород. Леса являются продуктом длительной эволюции на Земле, происходящей вследствие изменения климата, а также постоянно усиливающейся хозяйственной деятельности человека. Это строительство домов и судов (яхт, лодок и др.), производство мебели и бумаги, пищевых продуктов, кормов для диких и сельскохозяйственных животных. Леса служат местом отдыха для человека. Лесной покров важен для всего комплекса экологических систем Земли. Важной особенностью лесных ресурсов является их возобновляемость, что позволяет регулировать их площадь и породный состав. Например, к хвойным породам, имеющим наибольшее экономическое значение, относятся разнообразные виды елей. Экономическое значение имеют виды лиственницы, пихты и многие другие. Помимо хвойных пород ценную древесину дают лиственные породы для получения мягкой и твердой, окрашенной и цветной, тяжелой и легкой древесины. Это разнообразные виды дуба, бука, липы, клена, березы и многих других. С развитием земледелия площади, занятые под культурными (и одомашненными) растениями, непрерывно растут, уменьшая площади дикой растительности. Леса сводятся под пашни и плантации, под строительство дорог, электромагистралей, городов, промышленных центров и др. Площадь лесов в мире ежегодно уменьшается на 25 млн. га. В результате, обезлесивание приобрело угрожающие масштабы.

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ В ОЗДОРОВЛЕНИИ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ ЧЕЛОВЕКА

Одностороннее развитие мирового растениеводства в решении актуальных проблем питания оставило в стороне такую не менее важную задачу для человека, как разработка интенсивных фитотехнологий оздоровления окружающей среды. Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) считает, что здоровье это не отсутствие болезни, а состояние полного физического, душевного и социального благополучия, что в конечном итоге определяет качество жизни. В качестве стратегии сохранения многообразия видов растений рассматривается введение их в культуру и/или одомашнивание, обогащение ассортимента полезных растений в городах за счет интродукции новых специализированных средоулучшающих видов из мировой флоры в условия повышенной загазованности и запыленности, низкой ионизированности воздуха и высокой концентрации опасных арома-

тических углеводов (формальдегид, бензол, толуол, трихлорэтилен и др.) в закрытых помещениях, в места статического и электромагнитного излучения, на территории низких концентраций фитоорганических веществ в воздухе (Жученко мл., 2007). Привлечение редких и исчезающих видов в культуру академик Н.В. Цицин считал важнейшей задачей ботанических садов. Это требует комплексного изучения биологии и адаптивности интродуцентов в экстремальных условиях низкого освещения, высокой скорости воздушных масс и методов создания с их участием устойчивых ландшафтов, фитоценозов и средоулучшающих фитотехнологий, включая фитокондиционеры, фитокартины, экологически чистые пространства из льна, в городах на открытых площадках, в учреждениях образования, здравоохранения, спорта, офисах, на работе и дома.

ПРОГРАММНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ КОМПЛЕКСЫ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЭКОНОМИКА

Существующие системы и службы наблюдения и контроля за состоянием окружающей среды, включая изменения погоды и характеристик почв, развития посевов и посадок в основных регионах товарного сельскохозяйственного производства, в семеноводстве и селекционно-генетических исследованиях не ориентированы на комплексную оценку, систематизированную и системную информационную поддержку развития биомониторинга в сельскохозяйственном производстве, учреждениях науки и образования. Необходимо создание современного биомониторинга на основе «Информационно-измерительных комплексов» (датчиков), обеспечивающих *оценку развития культур и подбор адаптивных сортов* в разные фазы вегетации в зависимости от гидрометеорологических и технологических рисков по зонам субъектов Российской Федерации. Пионерами в данной области можно считать школу академика Жученко А.А. (1979-1987), который впервые сформулировал роль биомониторинга растений на уровне растения, популяции и агроландшафта в изучении адаптации в системе «генотип–среда». Впервые был создан проблемно-ориентированный информационно-измерительный комплекс для эколого-генетических и прикладных исследований, разработано приборное оснащение и автоматизация научных экспериментов в биологии, включая аэрофото-и космофотоснимки с одновременным использованием круглосуточных наблюдений за динамикой показателей датчиков, фиксирующих рост, развитие растений, фотосинтез, транспирацию, водопотребление и формирование урожая разных культур и сортов в фитотронах и

на полях (Жученко А.А., Зеликовский З.И. и др., 1981). Фитомониторинг стал новой методологией постоянного наблюдения за динамикой морфофизиологических, биохимических и экологических параметров растущего или находящегося в стадии покоя неповрежденного растения в течение длительного времени, дающий наиболее точную оценку адаптивности сорта в данном месте его выращивания. Новые методы обеспечивали наблюдения в динамике и на расстоянии за реакциями отдельных культур, сортов, форм и генотипов на изменения критических факторов внешней среды, влияющих на процессы продуктивности. Воздействие измерительного оборудования было сведено к минимуму, что достигалось на стыке использования знаний современных физических и биохимических методов, новинок измерительной техники и электроники. Ускоренный прогресс в электронике и информатике обеспечил широкое использование современного электронного оборудования для дистанционного биомониторинга на расстоянии (датчиками в поле и фитотроне, аэрофотосъемкой воздушным транспортом или даже спутниками из Космоса).

В настоящее время стремительно развивается экологическая экономика - наука о взаимозависимости природы и человека в целях устранения неравенства между расширением рынков товаров и сужением биоразнообразия, так как природный капитал - это генофонд информации, хранящийся в биоразнообразии. Расширение биоразнообразия генерирует новые товары и услуги, повышающие благосостояние общества. Текущая волна угроз, включая массовые уровни вымирания и потери природного капитала в ущерб человеческому обществу, происходят стремительно. Фактически мы наблюдаем кризис в области биоразнообразия, поскольку в течение следующих 50 лет ученые прогнозируют, что 50% видов мира могут исчезнуть. Без оценки экономического значения экологии и «цены» биоразнообразия, кислорода, чистого воздуха и др. общество неспособно решить экологические угрозы и экономические проблемы в XXI (FAO, 1999;2016).

Весь опыт развития мирового растениеводства, включая его интенсификацию, свидетельствует о стратегической важности дифференцированного использования генетических ресурсов для перехода к точному (прецизионному) земледелию. Поэтому в России и странах мира от реализации национальных программ сохранения и использования мировых генетических ресурсов высших растений зависит главное условие перехода к адаптивной стратегии развития сельского хозяйства, в т.ч. к его биологизации и экологизации. « Очевидно, что от ответов на вопросы: - сумеем ли мы на-

кормить человечество?, - сэкономим ли биологические ресурсы?, - сохраним ли экологическое равновесие биосферы?, - улучшим ли «среду обита-

ния», «качество пищи» и «качество жизни»?», зависит не просто благосостояние, но и выживание человечества» (Жученко, 2012, с.503).

Литература

1. Алексанян С.М. Государство и биоресурсы, СПб. 2003. 278 с.
2. Жученко А.А., Зеликовский З.И. и др. Проблемно-ориентированный комплекс для эколого-генетических исследований. Приборное оснащение и автоматизация научных исследований в биологии // Тез.докл. всесоюз. конф., Кишинев. 1981. ч.1. С. 3 – 5.
3. Жученко А.А., Зеликовский З.И. и др. Автоматизация эколого-генетических исследований // Междунар. Шк. По автоматизации научных исследований, тез.докл., Пушкино. 1982. С. 6.
4. Жученко А.А. Экологическая генетика культурных растений как самостоятельная научная дисциплина. Краснодар. ВНИИ риса. 2010. 485 с.
5. Жученко А.А. Мобилизация генетических ресурсов цветковых растений на основе их идентификации и систематизации. М. «Немчиновка». 2012. 584 с.
6. Жученко А.А.мл., Рожмина Т.А. Мобилизация мировых генетических ресурсов льна. ВНИИ льна, Старица. 2000. 223 с.
7. Жученко А.А.мл., Масляков В.Ю., Ижевский С.С. и др. Концепция научного обеспечения фитосанитарной карантинной безопасности АПК Российской Федерации, М., ВНИИ карантин. 2004. 60 с.
8. Жученко А.А.мл. Мобилизация мировых генетических ресурсов и средоулучшающие фитотехнологии. М.РУДН. 2007. 162 с. с ил.
9. Жученко А.А.мл. Эволюция средосохраняющих и средоулучшающих свойств высших растений // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство. Средообразующие функции кормовых растений и экосистем. 2014. ВНИИ кормов. С.23 – 33.

References

1. Aleksanjan S.M. Gosudarstvo i bioresursy, SPb. 2003. 278 s.
2. Zhuchenko A.A., Zelikovskij Z.I. i dr. Problemno-orientirovannyj kompleks dlja jekologo-geneticheskikh issledovanij. Pribornoe osnashhenie i avtomatizacija nauchnyh issledovanij v biologii // Tez.dokl. vsesojuzn. konf., Kishinev. 1981. ch.1. S. 3 – 5.
3. Zhuchenko A.A., Zelikovskij Z.I. i dr. Avtomatizacija jekologo-geneticheskikh issledovanij // Mezhdunar. Shk. Po avtomatizacii nauchnyh issledovanij, tez.dokl., Pushhino. 1982. S. 6.
4. Zhuchenko A.A. Jekologicheskaja genetika kul'turnyh rastenij kak samostojatel'naja nauchnaja disciplina. Krasnodar. VNII risa. 2010. 485 s.
5. Zhuchenko A.A. Mobilizacija geneticheskikh resursov cvetkovyh rastenij na osnove ih identifikacii i sistematizacii. M. «Nemchinovka». 2012. 584 s.
6. Zhuchenko A.A.ml., Rozhmina T.A. Mobilizacija mirovyh geneticheskikh resursov l'na. VNII l'na, Starica. 2000. 223 s.
7. Zhuchenko A.A.ml., Masljakov V.Ju., Izhevskij S.S. i dr. Konceptcija nauchnogo obespechenija fitosanitarnoj karantinnoj bezopasnosti APK Rossijskoj Federacii, M., VNII karantina. 2004. 60 s.
8. Zhuchenko A.A.ml. Mobilizacija mirovyh geneticheskikh resursov i sredouluchshajushhie fitotehnologii. M.RUDN. 2007. 162 s. s il.
9. Zhuchenko A.A.ml. Jevoljucija sredosohranjajushhih i sredouluchshajushhih svojstv vysshih rastenij // Mnogofunkcional'noe adaptivnoe kormoproizvodstvo. Sredoobrazujushhie funkcii kormovyh rastenij i jekosistem. 2014. VNII kormov. S.23 – 33.

Zhuchenko A.A.(Jr.), Academician of the RAS,

The State Scientific Institution of All-Russian Selective and Technological Institute of Horticulture and Nursery Breeding of the Russian Academy of Agricultural Sciences, Moscow

MOBILIZATION OF THE WORLD'S GENETIC RESOURCES OF PLANTS

Abstract: genetic resources of higher plants are the basis of plant breeding, genetics, seed-growing, stable agricultural production, development of pharmaceutical industry, industry and construction, improvement of the human environment. In the Russian Federation for the efficient collection, storage, study and use of the world's genetic resources important system strategic approach.

Keywords: selection, collection, sample, genetic resources, improvement of the human environment

*Заикин В.В., кандидат сельскохозяйственных наук, младший научный сотрудник,
ЦКП «Генетические ресурсы растений и их использование»,
Амелин А.В., доктор сельскохозяйственных наук,
руководитель ЦКП «Генетические ресурсы растений и их использование»,
Орловский государственный аграрный университет им. Н.В. Парахина*

АДАПТИВНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ГЕНОФОНДА ГРЕЧИХИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В СЕЛЕКЦИИ

Аннотация: в статье представлены результаты многолетних собственных научных исследований (2010-2016 гг.) и анализ литературных экспериментальных данных отечественных и зарубежных ученых по проблеме повышения адаптивности продукционного и фотосинтетического процессов культурных растений средствами селекции. Сделано заключение, что растения современных сортов гречихи обладают высоким продукционным, репродукционным и фотосинтетическим потенциалами, но низкими адаптивными способностями в экстремальных погодных условиях произрастания.

В результате селекции активность биосинтеза органических веществ у растений гречихи существенно повышается как на ранних, так и поздних этапах развития, а его стабильность падает.

Фотосинтетическая система растений гречихи положительно отзывается на оптимальное увлажнение почвы, температуру воздуха и повышение интенсивности освещения листьев, но в результате селекции ее устойчивость к засухе имеет выраженную тенденцию к снижению, что приводит к существенной дестабилизации продукционного процесса сорта.

Для создания сортов с высокой и стабильной продуктивностью выявлено 2 источника высокой фотосинтетической активности и 2 – стабильности продукционного и фотосинтетического процессов, 4 источника к засухе и 5 – к холоду.

Ключевые слова: селекция, гречиха, сорт, адаптивность, продукционный процесс, генетические ресурсы

Гречиха является весьма ценной продовольственной культурой, широко востребованной не только на российском, но и на мировом агропродовольственном рынке [10, 13].

Однако объемы производства культуры не удовлетворяют спрос населения из-за низких и неустойчивых урожаев. Одна из главных причин – отсутствие в необходимом количестве адаптивных сортов, способных в экстремальных условиях возделывания обеспечивать стабильно высокие сборы зерна [11].

Необходимость выведения для сельскохозяйственного производства адаптивных сортов определяется и контрастностью природно-климатических условий России, а также глобальными изменениями климата и возрастающей непредсказуемостью погоды [4]. Поэтому в настоящее время все актуальней звучит вопрос о смене приоритетов в селекции гречихи, в частности, ставится задача о создании сортов на эволюционных (адаптивных) принципах [9, 12].

Аналізу этой актуальной проблемы и посвящена данная статья, подготовленная по результатам многолетних собственных исследований.

Методика проведения исследований

Исследования проводились в рамках тематического плана ЦКП Орловского ГАУ «Генетические ресурсы растений и их использование» центра по

совместной программе с селекционерами по гречихе ФГБНУ ВНИИЗБК.

Опытный материал выращивали на опытном участке селекционного севооборота на делянках площадью 7,5-10 м², в 4-х кратной повторности. Размещение делянок – рендомизированное.

Объектами основных исследований являлись 11 сортообразцов культуры разных периодов селекции, которые условно были разделены на 3 группы: местные сортопопуляции из Орловской области (К-406 и К-1709); старые сорта – селекции 1930–1960 гг. (Калининская, Богатырь и Шатиловская 5) и современные сорта – селекции 1990-2010 гг. (Деметра, Дождик, Диккуль, Инзерская, Девятка и Дизайн). Кроме этого проводилась оценка 23 селекционных образцов по интенсивности фотосинтеза и транспирации, и 30 – по относительной холодостойкости и засухоустойчивости.

Изучение опытного материала осуществлялось по 40 морфофизиологическим и хозяйственно-полезным признакам и свойствам растений. Активность световых реакций фотосинтеза определялась методом регистрации индукции флуоресценции хлорофилла у интактных растений с помощью портативной системы измерения Mini-PAM по Bilger & Schreiber (1995), а интенсивность фотосинтеза и транспирация с помощью портативного газоанализатора Li – 6400 XT (американской фирмы LI-COR).

Статистическая обработка экспериментальных данных проведена с помощью современных компьютерных программ (Microsoft Excel – 2007; Statsoft Inc., США).

Результаты исследований и их обсуждение

Проведенные исследования показали, что культура гречихи имеет невысокие адаптивные возможности к экстремальным метеорологическим условиям возделывания, как на ранних этапах развития (прорастание семян и развитие проростков), так и на поздних – период активного вегетативного роста и генеративного развития. По данным серийных лабораторных опытов, устойчивость прорастающих

семян к низким положительным температурам у опытных сортообразцов находилась на седьмые сутки в диапазоне от 0 до 28,8%, а к дефициту влаги – от 24,4 до 98,2% [5,6].

Важно подчеркнуть, что в результате селекции устойчивость растений к экстремальным факторам погоды существенно не улучшается. У современных сортов культуры уровень холодоустойчивости составляет 8,3%, а засухоустойчивости – 61,4%, что в целом соответствует уровню сортов предшествующей селекции. Схожие результаты получены и при испытании проростков (табл. 1).

Таблица 1

Влияние низких положительных температур (+4С⁰) и недостатка влаги на всхожесть семян, длину стебля и корешка проростков у разных групп сортообразцов гречихи, среднее по 2-м сериям лабораторных опытов на 14-сутки учета

Показатели Вариант	Показатели холодостойкости				Показатели засухоустойчивости			
	всхожесть семян, %	длина у проростков на 14 сутки развития, см		уровень, %	всхожесть семян, %	длина у проростков на 14 сутки развития, см		уровень, %
		корешка	стебля			корешка	стебля	
Местные сортопопуляции (Орловские)								
контроль	64,6	22,5	12,8	17,8	64,4	22,5	12,8	63,2
опыт	11,4	18,9	10,3		40,8	15,0	6,4	
Старые сорта (селекции 1930-1960 гг.)								
контроль	90,5	22,0	15,0	10,8	91,5	22,0	14,9	68,8
опыт	9,7	21,2	11,3		62,9	14,9	9,1	
Современные сорта (селекции 1980-2013 гг.)								
контроль	92,8	22,5	14,7	8,3	93,0	22,4	14,6	61,4
опыт	7,7	19,1	11,8		57,1	15,9	8,9	

Современные сорта гречихи имеют низкую устойчивость к экстремальным метеорологическим факторам и на поздних этапах развития растений, что приводит к существенному снижению продуктивности растений. В случае выраженной засухи общая продуктивность их растений снижается в 1,7 раза. При этом, особенно резко падает эффективность использования ассимилянтов на формирование семян. В засушливом 2010 году значение уборочного индекса составляло у них всего 14,7%, что было на уровне местных сортопопуляций. В результате количество и масса семян у растений соответственно были меньше в среднем 2,8 и в 3,7 раза. Причем снижение массы семян у современных сортов проявлялось более выражено, чем у старых и местных сортообразцов. В 2010 году по семенной продуктивности они существенно не отличались от предшественников, тогда как в сравнительно благоприятные по температурному и водному режиму годы (2011-2015) превышение по анализируемому показателю было достоверным и составило в среднем 49,6% [1].

В годы исследований диапазон изменчивости признака «масса семян на растение» составлял: у местных популяций – 0,41-1,37 г, у старых сортов – 0,61-1,76 г, у современных – 0,53-1,85 г [3].

Одной из важных причин неустойчивости современных сортов гречихи к неблагоприятным факторам внешней среды очевидно является низкий уровень формирования у них большого количества фертильной пыльцы из-за перекрестного опыления растений насекомыми [18]. В этой связи представляются весьма перспективными предпринимаемые в последнее время попытки селекционеров перевести растения гречихи на самоопыление [13, 17]. Предполагается, что получение автогамных сортов в первую очередь существенно снизит зависимость гречихи от опыления пчелами. Интерес к созданию автогамной гречихи резко возрос после обнаружения в горах на юге Китая дикого самоопылителя *F. homotropicum* Ohnishi, близкородственного гречихе обыкновенной *F. esculentum* Moench [14]. В ряде лабораторий были проведены их успешные скрещивания и получены фертильные межвидовые гибриды, генетика кото-

рых сейчас детально изучается [15, 16].

Нами показано, что на величину и стабильность продуктивности у культуры гречихи существенное влияние может оказывать и фотосинтетическая система растений, структурно-функциональные параметры которой в процессе селекции существенно изменяются. По сравнению с местными популяциями и старыми сортами, современные сорта культуры в фазу «цветение+20 дней» формируют более мощный фотосинтетический потенциал (в среднем на 11,7%) и площадь листьев (в среднем 13%) за счет, в основном, более крупных листовых пластинок (в среднем на 11%) [7].

Причем, у современных сортов культуры формируется листовая поверхность не только более мощная по размеру, но и активная по фотосинтезу.

По данным вегетационных опытов, современные сорта гречихи по интенсивности фотосинтеза превосходят местные сортопопуляции и сорта селекции 1930-1960-х годов в среднем за вегетацию на 11,6%. Но наиболее существенные преимуще-

ства проявляются в период «плодообразование – массовый налив семян» и составляли в среднем: в фазу «цветение + 10 дней» – 8,3%; «цветение + 20 дней» – 20,3%; «цветение + 30 дней» – 11,0% [8].

У современных сортообразцов гречихи повышенной активностью фотосинтеза характеризуются не только верхние, но и нижние листья растений. Так, сорта Диккуль и Дождик в фазу плодообразования превосходили по интенсивности фотосинтеза листьев разных ярусов местную популяцию К-1709 в среднем на 47,1%, а старый сорт Богатырь – на 6,1%, что положительно сказывалось на формировании ими урожайности. Коэффициент корреляции между интенсивностью фотосинтеза и семенной продуктивностью был равен 0,35.

Во многом это стало возможно благодаря существенному увеличению на листья плодовой нагрузки в результате селекции. Число и масса семян на единицу площади листьев у современных сортов гречихи в 1,1 и 1,5 раза выше, соответственно, чем у предшественников (табл. 2).

Таблица 2

Обеспеченность листовой поверхностью генеративных органов растений и ее плодовая нагрузка у сортов гречихи в период массового налива семян, данные за 2013-2015 гг.

Сорта	Значение показателей в среднем на растение				
	площадь листьев/ кол-во вып. семян, см ² /семя	кол-во семян на единицу площади листьев, шт./мм ²		масса семян на единицу площади листьев, мг/см ²	
		всех	выполненных	всех	выполненных
Местные сортопопуляции (Орловские)	114,9	73,1	45,2	9,95	9,01
Старые сорта (селекции 1930-1960 гг.)	88,8	82,9	58,1	13,15	11,98
Современные сорта (селекции 1990-2010 гг.)	65,7	84,4	59,4	17,65	16,40
НСР ₀₅	5,5	7,6	4,7	4,5	7,8

Но, фотосинтез листьев гречихи в сильной степени подвержен воздействию экстремальных погодных условий. В 2010 году с ярко выраженным проявлением засухи на протяжении почти всего периода вегетации растений, интенсивность фотосинтеза листьев составляла всего 8,58 $\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2\text{s}$ или в 1,4 раза была меньше, по сравнению с менее экстремальными погодными условиями 2011-2015 годов. По нашему мнению, высокая зависимость данного процесса от погодных условий, в известной степени, определяет низкую и нестабильную продуктивность гречихи. В 2010 году, когда отмечались самая низкая интенсивность фотосинтеза в фазу налива семян, сухая масса надземных органов растений была на 40,3%, а масса семян – на 66,2% меньше, по сравнению с 2011-2015 годами [2].

С обострением засухи ситуация еще более усугубляется. При 30% влажности почвы от полной влагоемкости, у растений гречихи интенсивность фотосинтеза снижается в среднем в 4,4 раза, а продуктивность – на 41,8%, по сравнению с показателями в варианте с оптимальным увлажнением. Причем, более значимое падение активности данного процесса и продуктивности отмечено, прежде всего, у современных сортов: у местного сортообразца К-1709 интенсивность фотосинтеза уменьшилась на 66,1%, а у современных сортов Диккуль и Дождик – в среднем на 78,8% [3].

Это позволило сделать вывод о том, что для дальнейшего прогресса селекции культуры весьма важно проводить целенаправленный отбор на повышение активности и эффективности фотосинтеза в формировании урожая и его устойчивости к засухе. Для этого необходимо регулярно оцени-

вать генофонд культуры и выявлять наиболее ценные для селекции источники отмеченных свойств.

Оценка коллекционных, селекционных и опытных сортообразцов гречихи показала, что генофонд культуры обладает достаточно большим разнообразием фотосинтетических признаков для целенаправленного отбора. К примеру, генотипический интервал варьирования количества листьев

находился в годы исследований в пределах 15,5 – 22 шт./растение, УПП – 0,293-0,396 г/дм², интенсивности фотосинтеза листьев в фазу образования семян – 4,65-17,8 $\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2\text{s}$. Диапазон наследственной изменчивости значений квантового выхода и фотохимического тушения был несколько уже, хотя и в данном случае было немало своих лидеров (табл. 3).

Таблица 3

Генотипический интервал варьирования фотосинтетических признаков у культуры гречихи в годы исследований

Показатели	Диапазон варьирования
Количество листьев, шт/раст.	15,5 – 22,0
Размер листа, см ²	5,38 – 9,70
Площадь всех листьев, см ² /раст.	111,86 – 163,13
УПП, г/дм ²	0,293 – 0,396
Фотосинтетический потенциал, дм ² /раст.×сут.	10,19 – 14,64
Чистая продуктивность фотосинтеза, г/м ² /раст.×сут.	6,2 – 12,6
Интенсивность фотосинтеза, $\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2\text{s}$	4,65 – 17,8
Квантовый выход	0,531 – 0,661
Фотохимическое тушение	0,605 – 0,832

Среди изученных сортообразцов максимальным и стабильным по годам уровнем интенсивности фотосинтеза отличались перспективный образец Р 84 (12,86 $\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2\text{s}$) и мелколисточковый сорт Диккуль (13,50 $\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2\text{s}$), а наибольший

квантовый выход отмечался у сортов Богатырь, Деметра и Батырь, которые могут быть использованы для гибридизации, как исходный перспективный материал (рис. 1).

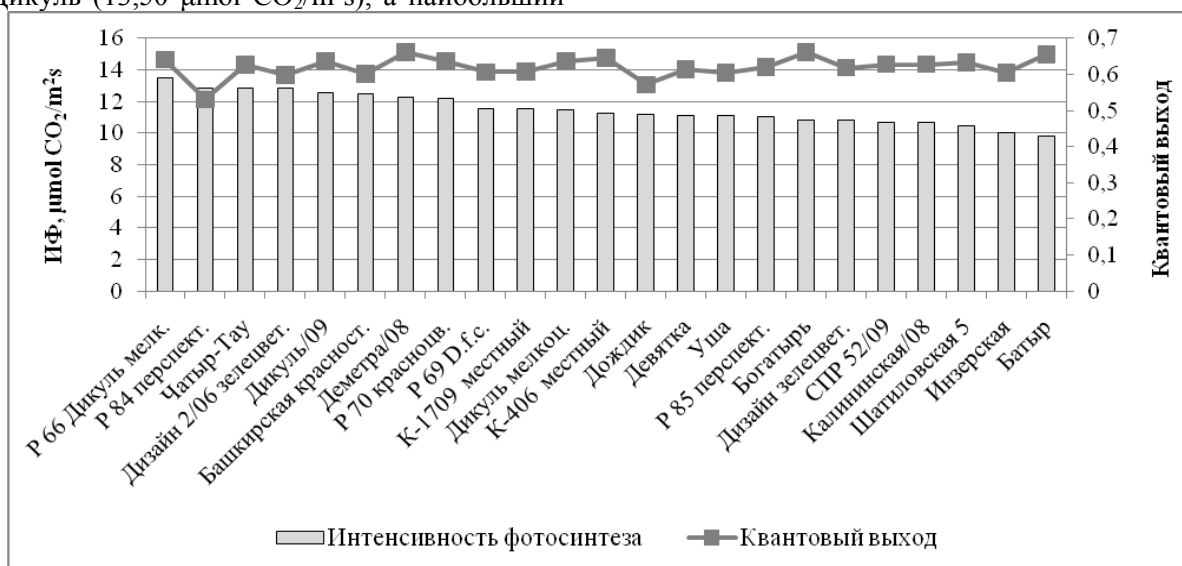


Рис. 1. Интервал варьирования ИФ листьев и квантового выхода у опытных сортообразцов гречихи в фазу плодообразования (цветение + 10 дней), среднее за 2010-2015 гг.

Выявлено, что в пределах отдельного сортообразца гречихи интенсивность фотосинтеза также может варьировать в широких пределах. Анализ 159 растений мелколисточкового сорта Диккуль показал, что интенсивность фотосинтеза популяции данного сорта изменяется в диапазоне от 0,2 до 14,8 $\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2\text{s}$. При этом у 15% растений

отмечалась интенсивность фотосинтеза от 12,0 до 14,5 $\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2\text{s}$, у 26% – от 9,0 до 12,0, у 41% – от 3,0 до 9,0, а 18% – от 0,2 до 3,0 $\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2\text{s}$. Самой низкой интенсивностью фотосинтеза (менее 3 $\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2\text{s}$) отличались растения с поврежденными листьями [3, 8].

С учетом этого, был осуществлен отбор растений по интенсивности фотосинтеза листьев в период образования и налива семян из популяции гречихи сортообразца Р 109, которая характеризуется широкой изменчивостью по этому признаку. В результате был создан и передан в государственное сортоиспытание перспективный детерминантный высокоурожайный среднеспелый сорт гречихи Даша.

В целом, по результатам проведенных исследований можно заключить, что потенциал продукционного процесса генофонда гречихи достаточно высокий и позволяет формировать высокий урожай семян – до 4,5 и более т/га. Однако, адаптивные способности растений к экстремальным условиям произрастания развиты слабо и в результате селекции существенно не улучшаются, чтобы обеспечить получение не только высокой, но и стабильной продуктивности. Степень холодостойкости находится на уровне местных популяций и старых сортов, а засухоустойчивости даже снижается в период генеративного развития растений. В результате селекции у культуры существенно возрастают возможности биосинтеза органического вещества и плодообразования в основном в благоприятных погодных условиях, а в экстремальных – они быстро убывают. В условиях выраженного дефицита влаги и высокой температуры воздуха у растений гречихи семенная продуктивность формируется в 3,0 раза, а сухая масса вегетативных органов в 1,9 раза меньше, чем в более благоприятные по метеоусловиям годы.

Повышения способности современных сортов гречихи к высокому и стабильному семяобразованию не в последнюю очередь следует добиваться

улучшением адаптивности фотосинтетической системы их растений, которая играет важную роль в достижении селекцией более высокой урожайности культуры. Современные сорта гречихи к периоду налива семян формируют более мощный и по размеру, и активности фотосинтетический потенциал – в среднем на 13,1%. При этом, его устойчивость к экстремальным факторам погоды в результате селекции имеет выраженную тенденцию к снижению. Превосходство современных сортов культуры по интенсивности фотосинтеза листьев отмечается лишь при благоприятных по увлажнению и температуре условиях, а в засуху ее активность оказывается даже ниже (в среднем на 38%), чем у предшественников.

Поэтому, создание адаптивных сортов было бы целесообразно проводить по показателям активности и стабильности фотосинтеза и эффективности использования преобразованной фотоэнергетики в продукционном процессе растений. Для этого необходимо регулярно оценивать генофонд культуры и выделять из него наиболее ценные для селекции источники отмеченных свойств. В данном случае важно выявлять такие генотипы, у которых высокая активность фотосинтеза проявлялась бы при пониженной интенсивности транспирации, учитывая, что на этот процесс растением может расходоваться свыше 60% энергии, из-за чего К.А. Тимирязев транспирацию назвал «необходимым злом» растений (1964).

Селекцию по показателям фотосинтеза у гречихи можно осуществлять как методом гибридизации, так и целенаправленным внутрипопуляционным отбором.

Литература

1. Амелин А.В., Фесенко А.Н., Заикин В.В., Бойко Т.В. Изменчивость элементов структуры урожая у растений гречихи в зависимости от сорта и погодных условий вегетации // Аграрный научный журнал. 2014. №11 (23). С. 3 – 6.
2. Амелин А.В., Фесенко А.Н., Заикин В.В. Гено- и фенотипические особенности проявления интенсивности фотосинтеза листьев у растений гречихи // Вестник ОрелГАУ. 2015. №6 (57). С. 18 – 22.
3. Амелин А.В., Фесенко А.Н., Чекалин Е.И., Заикин В.В. Адаптивный потенциал фотосинтеза и продукционного процесса у местных форм и сортообразцов гречихи (*Fagopyrum esculentum Moench*) разных периодов селекции // Сельскохозяйственная биология. 2016. №1 (51). С. 79 – 88.
4. Жученко А.А. Ресурсный потенциал производства зерна в России. М.: Агрорус, 2004. 1111 с.
5. Заикин В.В., Амелин А.В., Фесенко А.Н. Устойчивость к низким положительным температурам сортов гречихи разных периодов селекции // Вестник ОрелГАУ. 2015. №6 (57). С. 23 – 28.
6. Заикин В.В. Особенности засухоустойчивости сортов гречихи разных периодов селекции на начальных этапах роста и развития // Зернобобовые и крупяные культуры. 2015. №3. С. 26 – 30.
7. Заикин В.В., Амелин А.В., Фесенко А.Н. Структурные особенности формирования листовой поверхности растений у сортообразцов гречихи разных периодов селекции // Вестник Орел ГАУ. 2016. №2 (59). С. 113 – 119.
8. Заикин В.В. Полиморфизм морфофизиологических признаков растений *Fagopyrum esculentum Moench*. в связи с селекцией на адаптивность: автореф дис. ... кандидата сельскохозяйственных наук: 06.01.05. Орел, 2016. 23 с.

9. Теоретические основы селекции. Т 5. Генофонд и селекция крупяных культур. Гречиха: под ред. В.А. Драгавцева – Theoretical basis of plant breeding. Vol. 5. The gene bank and breeding of groat crops. Buckwheat / Н.В. Фесенко, Н.Н. Фесенко, О.И. Романова и др. СПб.: ВИР, 2006. 196 с.
10. Фесенко А.Н., Мартыненко Г.Е., Селихов С.Н. Производство гречихи в России: состояние и перспективы // Земледелие. 2012. №5. С. 12 – 14.
11. Фесенко А.Н., Бирюкова О.В., Шипулин О.А., Фесенко И.Н. Сравнительный анализ потенциала ремонтантности и семяобразования сортов гречихи различного морфотипа // Земледелие. 2015. №1. С. 42 – 44.
12. Фесенко Н.В. О путях культурной эволюции гречихи // Науч. труды ВНИИЗБК. Орел, 1976. Т.5. С. 44 – 63.
13. Campbell C.G. Present state and future prospects for buckwheat // Proc. 9th Int. Symp. on buckwheat, (Czech Republic, Prague, August 18 – 22). 2004. P. 26 – 29.
14. Ohnishi O. Distribution and classification of wild buckwheat species. 1. Cymosum group. *Fagopyrum*. 2010. V. 27. P. 1 – 8.
15. Fesenko I.N., Fesenko A.N. Genetic basis of interspecific diversity of floral display size between cultivated outcrosser *Fagopyrum esculentum* Moench and wild selfer *F. homotropicum* Ohnishi. *Fagopyrum*. 2011. V. 28. P. 17 – 21.
16. Fesenko N.N., Fesenko I.N., Ohnishi O. Homostyly of two morphologically different lineages of *Fagopyrum homotropicum* Ohnishi is determined by locus S4, which is an S locus related gene in the linkage group. *Fagopyrum*. 2006. V. 23. P. 11 – 15.
17. Woo S.H., Suzuki T., Mukasa Y., Morishita T., Yun Y.H., Park C.H. Present status, future breeding strategy and prospects for buckwheat. Proc. 12th Int. Symp. on buckwheat (August 21-25, 2013). Slovenia, Laško, 2013. P. 25 – 26.
18. Zeller F.J. Buchweizen (*Fagopyrum esculentum* Moench): Nutzung, Genetik, Zuchtung. Bodenkultur, 2001. V. 3 (52). P. 259 – 276.

References

1. Amelin A.V., Fesenko A.N., Zaikin V.V., Bojko T.V. Izmenchivost' jelementov struktury urozhaja u rastenij grechihy v zavisimosti ot sorta i pogodnyh uslovij vegetacii // Agrarnyj nauchnyj zhurnal. 2014. №11 (23). S. 3 – 6.
2. Amelin A.V., Fesenko A.N., Zaikin V.V. Geno- i fenotipicheskie osobennosti projavlenija intensivnosti fotosinteza list'ev u rastenij grechihy // Vestnik OrelGAU. 2015. №6 (57). S. 18 – 22.
3. Amelin A.V., Fesenko A.N., Chekalin E.I., Zaikin V.V. Adaptivnyj potencial fotosinteza i produkcionnogo processa u mestnyh form i sortoobrazcov grechihy (*Fagopyrum esculentum* Moench) raznyh periodov selekcii // Sel'skohozyajstvennaja biologija. 2016. №1 (51). S. 79 – 88.
4. Zhuchenko A.A. Resursnyj potencial proizvodstva zerna v Rossii. M.: Agrorus, 2004. 1111 s.
5. Zaikin V.V., Amelin A.V., Fesenko A.N. Ustojchivost' k nizkim polozhitel'nyh temperaturam sortov grechihy raznyh periodov selekcii // Vestnik OrelGAU. 2015. №6 (57). S. 23 – 28.
6. Zaikin V.V. Osobennosti zasuhoustojchivosti sortov grechihy raznyh periodov selekcii na nachal'nyh jetapah rosta i razvitija // Zernobobovye i krupjanye kul'tury. 2015. №3. S. 26 – 30.
7. Zaikin V.V., Amelin A.V., Fesenko A.N. Strukturnye osobennosti formirovanija listovoj poverhnosti rastenij u sortoobrazcov grechihy raznyh periodov selekcii // Vestnik Orel GAU. 2016. №2 (59). S. 113 – 119.
8. Zaikin V.V. Polimorfizm morfofiziologicheskikh priznakov rastenij *Fagopyrum esculentum* Moench. v svjazi s selekciej na adaptivnost': avtoref dis. ... kandidata sel'skohozyajstvennyh nauk: 06.01.05. Orel, 2016. 23 s.
9. Teoreticheskie osnovy selekcii. T 5. Genofond i selekcija krupjanyh kul'tur. Grechiha: pod red. V.A. Dragavceva – Theoretical basis of plant breeding. Vol. 5. The gene bank and breeding of groat crops. Buckwheat / N.V. Fesenko, N.N. Fesenko, O.I. Romanova i dr. SPb.: VIR, 2006. 196 s.
10. Fesenko A.N., Martynenko G.E., Selihov S.N. Proizvodstvo grechihy v Rossii: sostojanie i perspektivy // Zemledelie. 2012. №5. S. 12 – 14.
11. Fesenko A.N., Birjukova O.V., Shipulin O.A., Fesenko I.N. Sravnitel'nyj analiz potenciala remontantnosti i semjaobrazovanija sortov grechihy razlichnogo morfortipa // Zemledelie. 2015. №1. S. 42 – 44.
12. Fesenko N.V. O putjah kul'turnoj jevoljucii grechihy // Nauch. trudy VNIIZBK. Orel, 1976. T.5. S. 44 – 63.
13. Campbell C.G. Present state and future prospects for buckwheat // Proc. 9th Int. Symp. on buckwheat, (Czech Republic, Prague, August 18 – 22). 2004. R. 26 – 29.
14. Ohnishi O. Distribution and classification of wild buckwheat species. 1. Cymosum group. *Fagopyrum*. 2010. V. 27. P. 1 – 8.

15. Fesenko I.N., Fesenko A.N. Genetic basis of interspecific diversity of floral display size between cultivated outcrosser *Fagopyrum esculentum* Moench and wild selfer *F. homotropicum* Ohnishi. *Fagopyrum*. 2011. V. 28. P. 17 – 21.
16. Fesenko N.N., Fesenko I.N., Ohnishi O. Homostyly of two morphologically different lineages of *Fagopyrum homotropicum* Ohnishi is determined by locus S4, which is an S locus related gene in the linkage group. *Fagopyrum*. 2006. V. 23. P. 11 – 15.
17. Woo S.H., Suzuki T., Mukasa Y., Morishita T., Yun Y.H., Park C.H. Present status, future breeding strategy and prospects for buckwheat. Proc. 12th Int. Symp. on buckwheat (August 21-25, 2013). Slovenia, Laško, 2013. P. 25 – 26.
18. Zeller F.J. Buchweizen (*Fagopyrum esculentum* Moench): Nutzung, Genetik, Zuchtung. *Bodenkultur*, 2001. V. 3 (52). P. 259 – 276.

*Zaikin V.V., Candidate of Agricultural Sciences (Ph.D.), Research Assistant,
CCU "Plant Genetic Resources and their Use",
Amelin A.V., Doctor of Agricultural Sciences (Advanced Doctor),
Head of CCU "Plant Genetic Resources and their Use",
Orel State Agrarian University named after N.V. Parakhin*

THE ADAPTIVE CAPACITY OF THE GENE POOL OF BUCKWHEAT AND PROSPECTS FOR THEIR USE IN BREEDING

Abstract: the article presents the results of long-term scientific studies (2010-2016) and the analysis of published experimental data of domestic and foreign scientists on the problem of improving the adaptability of production and the photosynthetic processes of cultural plants by means of breeding. The conclusion is made that plants of modern varieties of buckwheat have a high production, reproduction and photosynthetic capabilities, but low adaptive abilities in extreme weather conditions.

As a result of selection activity of biosynthesis of organic substances in plants of buckwheat significantly increased both early and late stages of development, and its stability decreases.

The photosynthetic system of plants of buckwheat comments positively on the optimal soil moisture, air temperature and increasing light intensity leaf, but as a result of selection of its resistance to drought has a tendency to decrease, which leads to a significant destabilization of the production process of the variety.

For creation of varieties with high and stable productivity 2 identified the source of the high photosynthetic activity and 2 – the stability of production and photosynthetic processes 4 sources to drought and 5 – to cold.

Keywords: breeding, buckwheat, variety, adaptability, production process, genetic resources

*Захаренко В.А., доктор сельскохозяйственных наук,
главный научный сотрудник,
Московский научно-исследовательский
институт сельского хозяйства «Немчиновка»*

БИОБЕЗОПАСНОСТЬ И ПОТЕНЦИАЛ ПРОДУКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТРАНСГЕННЫХ РАСТЕНИЙ В АГРОЭКОСИСТЕМАХ РОССИИ

Аннотация: в статье рассмотрены вопросы использования генетически модифицированных (ГМО) растений (на примере картофеля) в агроэкосистемах России в связи с их продуктивностью и биобезопасностью. Представленные результаты и обобщения исследований отражают работу Отделением защиты Россельхозакадемии растений в соответствии с координационной программой фундаментальном и приоритетных прикладных исследований в создании сортов с высоким генетическим потенциалом устойчивости к вредным организмам, продуктивности и биобезопасности для человека, полезной фауны и флоры.

Ключевые слова: ГМО, продуктивность и биобезопасность ГМО

Введение

Исследования в области биотехнологии и генной инженерии рассматриваются в контексте концепция управления фитосанитарным состоянием агроэкосистем на основе интегрированной защиты растений. Возможность использования генетически модифицированных растений (ГМР) в решении задачи развития новых биотехнологических направлений в области создания сортов (растений) и средств биологической защиты растений от вредных организмов, ГМР с общими критериями биологической защиты растений биологической безопасности и продуктивности.

Будучи новым научным направлением создания и использования ГМО в сельскохозяйственном производстве и в системе агрономических наук, сталкивается со многими нерешенными вопросами, далеко выходящими за рамки защиты растений. К ним относятся общебиологические вопросы биобезопасности, проблемы социальной экономики, идеологии, политики, этики, которые не является предметом фитосанитарии, но в определенной степени затрагивают ее. Оппоненты ГМО часто используют недостаточный уровень изученности фундаментальных, основ генетической модификации растений, возможных последствий использования и недостаточной осведомленности населения о достижениях биотехнологии и генной инженерии. Они переносят критику проблем, не относящуюся непосредственно к предмету на защиты растений, что затрудняет использование достижений научно-технического прогресса, связанного с ГМР в аграрном секторе экономики, в частности в области фитосанитарии, сдерживания развитие этого нового научного направления.

В настоящей работе рассматриваются результаты исследований, выполняемых учреждениями, подведомственными Отделению защиты растений Россельхозакадемии (ВНИИФ, ВНИИБЗР, ВИЗР, ДВНИИЗР, Среднерусская научно-

исследовательская фитопатологическая станция). Учреждения получили официальное право проведения работ с генетически модифицированными организмами (ГМО), представленное Министерством промышленности, науки и технологий России и разрешение Межведомственной комиссией по проблемам генно-инженерной деятельности на выполнение исследований в полевых условиях на специализированных полигонах для изучения ГМО. Научные исследования выполнены в координации с Центром «Биотехнология» РАН.

Методы оценка биобезопасности конструкций при создании и изучении генетически модифицированных растений(ГМР) в полевых условиях.

Изучение биобезопасности трансгенных растений проводится на двух аспектах (уровнях). Первый уровень включает методы оценки молекулярно-генетической характеристики ГМР (рекомбинантное ДНК, полученные в результате объединения не существующих в природе вместе чужеродных ДНК методами генной инженерии, генетической конструкции и геномной ДНК, сочетания – традиционных аналогов исходных сортов): способы генетической трансформации, векторы для трансформации, клонированные фрагменты экзогенной ДНК, молекулярные характеристик вставки; методы молекулярной дактилоскопии исходной и ГМ-линии (ПЦР-анализ), экспрессия целевого гена, характеристики нового белка (аллергенность, токсичность, особенности деградации); общие свойства ГМР (способ размножения, выживаемость, стабильность признаков, восприимчивость к болезням). Этот уровень работ выполнен в основном Центром «Биоинженерия» РАН, по вопросам ГМР картофеля, устойчивого к болезням – ВНИИФ. По методическим вопросам ГМ картофеля устойчивого к колорадскому жуку зарубежных ГМР работа выполнялась с участием Монсанта.

Второй этап относящийся к полевым исследо-

ваниям, включавший методы оценки возможной вертикальной передачи гена ГМР дикорастущим родственными растениям; горизонтальная передачи гена к фитопатогенным и сапрофитным бактериям, грибам и другим низшим организмам; оценки воздействия ГМР на целевые организмы и трофически сопряженные с ними не целевые; изменения морфологии и показателей стабильности признаков продуктивности исходного и ГМР; состояния и поведения генетических конструкций, встроенных в геном растений (оценка работы целевого гена и побочные эффекты ГМР-поражаемость растений вредителями и возбудителями болезней, влияние на почвенную микрофлору и другие элементы агроэкосистем, в полевых условиях изучались в основном НИИ Отделения защиты растений).

Методы оценки биобезопасности и эффективности выращивания ГМР изложены в методической работе (2).

В полевые опытах и лабораторных исследованиях, выполнены исследования НИИ Отделения (ВНИИФ, ВНИИБЗР, ВИЗР, ДВ НИИЗР) по , кукурузе, сахарной свекле, сое и картофелю. Обобщенные результаты работ научно-исследовательских учреждений Отделения защиты растений Россельхозакадемии по приоритетным прикладным исследованиям представлены в области изучения ГМР представлены в обобщенной работе (3).

Результаты исследований и обсуждения

В настоящей статье изложены результаты исследований по культуре картофеля ГМР, устойчивой к колорадскому жуку, учитывая экономическую важность культуры в России и более широкий круг решенных теоретических и вопросов прикладного характера, а также и общую завершенность работ по этой культуре от этапа создания ГМР до регистрации сортов картофеля Госкомиссией по сортоиспытания Российской Федерации. В Российской Федерации впервые прошли государственную регистрацию и внесены в государственный реестр отсортов созданные в Центре «Биоинженерия» РАН отечественные ГМР два сорта ГМ картофеля – «Елизавета 2904/kgs» и «Луговской 1210 амк» отечественной селекции. Роспотребнадзором разрешено использование трансгенного картофеля в пищевой промышленности и реализация населению на территории Российской Федерации. На территории Российской Федерации ГМР не выращиваются, что связано с протестным общественным движением (4).

Результаты исследований биобезопасности этапа получения ГМР картофеля, устойчивого к колорадскому жуку

Результаты первого этапа определяется особенностями трансформации растений, структурными и функциональными изменениями генома трансфор-

мированных растений в процессе переноса *Bt*-гена устойчивости ГМР картофеля. Рассматриваемая используемая общая схема переноса *Bt*-гена устойчивости картофеля к колорадскому жуку включает следующие этапы:

- отбор на листьях картофеля личинок колорадского жука, погибших от кристалликов энтомотоксина, выделенных бактериями *Bacillus thuringiensis* (*Bt*), присутствующими на листьях картофеля и попавшими в организм жука при поедании листьев;

- выделение бактерий после посева на питательную среду, образование после посева в чашках Петри бактерий; оценка колоний целевых бактерий, которые по внешнему виду под микроскопом должны напоминать светлые овальные тельца с черными гранулами – кристалликами эндотоксина;

- выращивание бактерий в питательной среде;

- выделение из бактерий *B.t.* плазмид, несущих ген эндотоксина.

- обработка плазмиды рестриктирующей эндонуклеазой (фермент, расщепляющий ДНК в определенных местах) для получения фрагментов плазмиды *B.t.*;

- добавление плазмиды, обработанной той же рестриктирующей эндонуклеазой, что и плазмиды *B.t.* для клонирования в клетках клеток *Escherichia coli* (*E.coli*). Лигирование путем добавления лигазы (фермент, соединяющий разрезанные цепочки ДНК). Получение рекомбинантной плазмиды с фрагментами *B.t.* (рекомбинантные молекулы ДНК – молекулы-химеры, части которых взяты из различных источников и соединены в одну молекулу);

- трансформация (*E. coli*). Получение банка генов плазмиды *Bt* в клетках *E. coli*;

- отбор клонов *E. coli* с геном энтомотоксина;

- выделение рекомбинантной плазмиды с геном энтомотоксина;

- перенос гена энтомотоксина в *Ti*-плазмиду агробактерии (агробактерии-почвенные бактерии, обладающие свойством переносить свои гены в геном двудольных растений). Рекомбинантная *Ti*-плазида агробактерии включает ген энтомотоксина; ген, обеспечивающий устойчивость клеток растения к антибиотику канамицину (селективный или маркерный ген) и другие функциональные структуры;

- трансформация растительных клеток (кусочки растений, выращенных в стерильных условиях – экспланты) путем культивирования с агробактериями, содержащими *Ti*-плазмиду. Во время совместного культивирования в кюветах часть *Ti*-плазмиды переносится в геном растения;

- получение растений, со встроенным вихеном ДНК со встроенным геном энтомотоксина и с се-

лективным геном;

- регенерация эксплантов после трансформации агробактериями на среде с фитогормонами и антибиотиками. Антибиотик канамицин позволяет отбирать трансформированные экспланты в клетках, в которых функционирует ген устойчивости к канамицину;

- добавление второго антибиотика для избавления от не нужных агробактерий. Отбор трансгенных регенерирующих растений и доращивание их в камерах искусственного климата;

испытание трансгенных растений в поле (3).

У культурных растений вегетативно размножающихся, в частности у изучаемого растения картофеля, сорта которого являются аутотетраплоидными ($2n = 4x = 48$), затруднено бэккроссирование введенного гена и проявление признака, обусловливаемого геном. Поэтому по отношению к картофелю используется один из двух подходов трансформации: при трансформации сортов подбираются условия трансформации и регенерации индивидуально для каждого сорта или для целого спектра сортов, разрабатывается универсальная система трансформации и регенерации.

У культурных растений, размножающихся семенами, возможным путем генетической модификации является модификация какого-либо легко трансформируемого генотипа (сорта) и передача этого признака на основе традиционного обратного скрещивания.

При поступлении зарубежного семенного и не семенного материала ГМР, способного размножаться, следует учитывать различные уровни и особенности проявления опасности при обращении ГМР в России.

Процедура создания ГМР регламентируется порядком выполнения работ лабораториями НИИ, получившим от Министерства промышленности, науки и технологий России, по существу создающим барьеры безопасности выпуска ГМР в окружающую среду.

Центр «Биоинженерия» при проведении работ решал задачу трансформации группы наиболее широко распространенных в России сортов, которые в последующем изучались в НИИ Отделения защиты растений по следующим направлениям с оптимизацией условий для создания унифицированной системы регенерации основных сортов, районированных в большинстве регионов России, а также с выбором гетерологических генов для переноса в геном картофеля, их клонирования и подбор наиболее эффективных штаммов агробактерий-переносчиков.

Для трансформации ГМР отечественных сортов картофеля создан штамм СВЕ21 на основе супервулентного штамма *Agrobacterium tumefaciens* А

281 и разоруженного производного рТiBo542 pСВЕ21. Клонирован промотор гена 6b из TL-pTibo542 *Agrobacterium tumefaciens*, изучена его активность.

Получены трансгенные растения картофеля, экспрессирующие частично модифицированный ген дельта – эндотоксина из *Bacillus thuringiensis* var. *tenebrionis* (сорт Темн); трансгенные растения картофеля, экспрессирующие модифицированный ген *bar*, устойчивые к гербициду фосфинотрицину (сорт Пригожий); трансгенные растения картофеля, экспрессирующие ген белка оболочки Х-вируса картофеля (сорта Зареве и Львовянка), экспрессирующие ген белка оболочки У-вируса картофеля, устойчивого к У вирусу картофеля (сорт Белорусский).

На основе экспериментов подобраны условия регенерации растений: тип экспланта (сегмент стебля, часть листа для каждого набора сортов), соотношение фитогормонов (ауксины – цитокинины) для оптимизации побегообразования; сроки культивирования эксплантов с культурой агробактерии; сроки применения и концентрация селективного антибиотика *NPTII* и *BAR*.

По результатам генетического анализа, проведенного Центром «Биоинженерия» РАН выявлено, что генетическая структура генетически модифицированных линий картофеля Россет Бурбанк NЛи Суперитор NL, проходивших испытания в России, соответствуют заявленной структуре фирмой Монсанто Европа С.А. Определено, что генетически модифицированная линия картофеля производства фирмы Monsanto, США (Монсанто Европа С.А.) RBVTO2-06 сорта Russet Burbank (Россет Бурбанк НЛ) содержит в геноме растения синтетический ген белок *CryIIIa* и ген *nptII* и линия NLSPBT02-05 картофеля сорта Superior (Супериор НЛ) один синтетический ген белка *CryIIIa* в виде однокопийной и содержащей одну вставку структуры.

Результаты исследований биобезопасности, биологической эффективности и продуктивности выращивания ГМР картофеля

Второй этап исследований продвижения к практическому использованию ГМР связан с определением биологической эффективности и продуктивности выращивания ГМР картофеля устойчивого к колорадскому жуку в России связан с проведением полевых исследований на закрытых опытных полях, сертифицированных Межведомственной Комиссией по проблемам генно-инженерной деятельности. следующих научных учреждений: Среднерусской научно-исследовательской фитопатологической станции (СНИИФС, Тамбовская обл.), Всероссийского НИИ биологической защиты растений (ВНИИБЗР, Краснодар), Дальневосточного НИИ защиты растений

(ДВНИИЗР, Камень Рыболов) и Всероссийского НИИ фитопатологии (ВНИИФ, Московская обл.).

Опыты с ГМР закладывались на участках с почвами типичными для соответствующих регионов, по однотипным методикам и схемам. Схемы опытов включали в 1997 г. (во ВНИИФ в 1997 и 1998 гг.) 4 варианта: 1 – трансгенный картофель сорта РоссетБербанкНЛ; 2 – трансгенный сорт СупериорНЛ; 3-РуссетБербанк НЛ; 4 – Сантане. В СРНИИФС и ВНИИБЗР выращивали картофель на естественном фоне заселения колорадским жуком; во ВНИИФ – на фоне искусственного заселения посадок личинкам и имаго колорадского жука, собираемых на приусадебных участках.

В годы проведения полевых экспериментов погодные условия были, типичными для изучаемых регионов, благоприятствовали росту и развитию растений картофеля и одновременно развитию колорадского жука.

Полевая оценка эффективности трансгенного *bt*-картофеля ГМР 85 – линий, созданных Центром «Биоинженерия» РАН, на основе отечественных сортов Невский, Луговка и Елизавета, полученных Центром «Биоинженерия» РАН и зарубежных сортов Супериор НЛ и Руссет Бербанк НЛ фирмы Монсанто проведена в полевых условиях в условиях юга России. В опытах оценивалось состояние развития картофеля и заселение растений колорадским жуком в течение периода вегетации растений. Данные опытов свидетельствуют о том, что в вариантах с ГМР колорадский жук подавлялся практически полностью на всех изучаемых вариантах, картофель не повреждался и полностью сохранял листовую поверхность. Растения картофеля исходных сортов имели высокую заселенность посадок (2-3 яйцекладках, 15-25 личинках на растение) и были уничтожены полностью.

В большинстве испытанных трансгенных линий сортов Луговка и Невский не отмечено различий по срокам прохождения фаз развития (всходы, бутонизация, цветение, начало естественного отмирания ботвы). Однако у отдельных *Vt*-линий сорта Луговка выявлено существенное ускорение развития растений и отмирание надземных частей стебля; отсутствие фаз начала и полного цветения, ускоренное естественное отмирание надземной части растений на неделю; с четким прохождением фазы цветения, но разной продолжительностью. Различия наступления фаз развития растений *Vt*-линий отмечены также и для линий сорта Невский: отсутствие фазы цветения и раннее на 2 недели начало отмирания надземной части стебля у одних линий, по сравнению с другими линиями. *Vt*-линий в пределах сортов существенно различались по высоте растений, количеству стеблей в кусте, диаметру куста, количеству и средней массе клубней.

Отмеченные существенные изменения роста и развития, модифицированных и немодифицированных растений разных линий в пределах одного сорта представляют следствие изменений генома, сопровождающих генов и структурных элементов, по существу плейотропные эффекты ГМР.

Биологическая эффективность и продуктивность ГМР связана с развитием колорадского жука при массовом заселении вредителем посадок картофеля по результатам опытов СРНИИФС, которая наблюдалась в период бутонизации – цветения картофеля. При этом степень заселения нетрансгенных сортов Руссет БербанкНЛ и Сантане составлял 100%; численность имаго 1,3-1,5; яйцекладок – 0,6-0,9, личинок I-Пвозраста -13,9-16, III-IVвозрастов –25,1-39,7 личинок на куст. При высокой численности вредителя к концу вегетации вегетативная масса нетрансгенных сортов была полностью уничтожена вредителем. Растения трансгенных сортов сохраняли листовую поверхность до конца вегетации, в то время как не трансгенных поедались вредителем. Продуктивность (урожайность нетрансгенных сортов составляла 46,5-75,5 ц/га; трансгенных – 183,7-193,8 ц/га) повышалась в более чем в 2-4 раза.

Сходные результаты получены в опытах Дальневосточного НИИ защиты растений (ДВНИИЗР), во Всероссийском НИИ фитопатологии (ВНИИФ, Московская обл.) и во Всероссийском НИИ биологической защиты растений, проводящих исследования в полевых опытах в течение пяти лет (с 1997 г.).

Опасность проявления побочных эффектов ГМР в агроэкосистемах выявлена в связи с влиянием на фитофагов, фитопатогенов и на полезных организмов.

В опытах с ГМР картофеля ВНИИБЗР на фоне высокого заселения картофеля проволочником оценено влияние ГМР картофеля на развитие вредителя по степени повреждения клубней при выращивании картофеля Россет Бербанк НЛ, повреждение клубней проволочником составляло 64%; Россет Бербанк – 68%; сорта Супериор НЛ – 36% и сорта Санте – 44%. Показатели повреждения проволочником клубней трансгенных растений значительно различались по степени повреждения немодифицированного картофеля, побочного влияния ГМР. В опытах ДВНИИЗР трансгенный картофель повреждался 28-точечной коровкой, так же как и не трансгенный по сортам Россет Бербанк НЛ и Супериор НЛ и Невский.

За годы исследований ВНИИБЗР при выращивании трансгенного картофеля оценено влияние *Vt*-токсина на нецелевых насекомых: энтомофагов (на 37 видов из отрядов жесткокрылых, полужесткокрылых, двукрылых, перепончатокрылых, сетча-

токрылых); на фитофагов и сапрофагов (25 видов из отрядов многохвосток, прямокрылых, жесткокрылых, чешуекрылых, равнокрылых, полужесткокрылых); на энтомопатогенных нематод (2 вида); фитопатогенов (макроспориоз, фитофтороз, У – вирус). Во всех случаях не выявлено отрицательного воздействия на развитие изучаемой биоты.

В исследованиях ВНИИФ выявлены отдельные случаи влияния картофеля ГМР на фитопатогены: при искусственном заражении тканей клубней *Fusarium solani* ткани трансгенных сортов Россет Бербанк НЛ и Суперитор НЛ не заражались грибом, в то время как не трансгенные Россет Бербанк и Санте – заражались. Иная закономерность отмечена при искусственном заражении изолированных листьев и клубней картофеля фитофторой (*Phytophthora infestans*) картофеля, выращиваемого в полевых опытах. Установлен более высокий уровень поражения клубней трансгенных сортов: Россет Бербанк НЛ-11,3% и Суперитор НЛ-13,1%, в сравнении с не трансгенными сортами соответственно – 3 и 6%. Различия устойчивости клубней по поражению гнилями связаны, по мнению исследователей, меньшей зрелостью клубней трансгенных сортов по сравнению с нетрансгенными.

В других опытах не установлены различия поражаемости клубней картофеля паршой (*Streptomyces scabies*) и ризоктонией (*Rhizoctonia solani*) при использовании естественного инфекционного фона; возбудителем мокрой бактериальной гнили (*Pectobacterium carotovora*). При искусственном заражении изолированных тканей клубни не отличались по степени заражения трансгенного и не трансгенного картофеля.

Не выявлено также различий эпифитной микрофлоры в смывахпропагул грибов на питательную среду с поверхности здоровых листьев исследуемых сорт ,испытуемых 10 родов наиболее типичных поражающих листьев картофеля грибов: *Cladosporispp.*, *Altemariaaltemata*, *Acremoniumsp.*, а также менее встречающихся *FusariAurebasidium*, *Epicocum*, *Aspergillus*, *Calletotrichum*, *Penicillium*, *Rhizoctonia spp.*

Оценка зараженноелистьев картофеля в фазу цветения вирусами с помощью ELISA-тестов во ВНИИФ позволила выявить вирусы X, M и S лишь в отдельных образцах трансгенных и не трансгенных сортов. Вирусы A,F,Y и андийские не были обнаружены ни в трансгенных, ни в не трансгенных сортах.

Оценка горизонтального и вертикального переноса генетических конструкций, введенных в ГМР, является одним из существенных элементов общей оценки практической перспективности, их экологической безопасности.

Горизонтальный перенос генов ГМР в системе

"растение – микроорганизм изучался ВНИИФ в системе «растение – микроорганизм» образцов фитопатогенных и эпифитных бактерий и грибов, выделенных из почвы, клубней и листьев при выращивании трансгенных сортов картофеля. В опытах при высевае компонентов почвенной биоты *Bacillussp.* *Azobacter* из ризосферы сорта Россет Бербанк НЛ; *Phytophthora infestans*- препарата из клубней сорта Суперитор НЛ; *P. Infestans* – препарата из листьев Суперитор НЛ; *P. Infestans* – суммарного препарат из сорта Россет и Бербанк НЛ; *Fusarium solani*- суммарного препарата из сорта Суперитор НЛ и Россет; *Fusarium solani*- суммарного препарата из сорта Россет и Бербанк НЛ; *Rhizoctonia solani*- суммарного препарата из сорта Россет и Бербанк НЛ, а также суммарного препарата бактерий, вызывающего мокрую гниль из сорта Суперитор НЛ и использование в последующем организмов для идентификации ДНК ГМР методом полимеразной цепной реакции и специфичных праймеров, не обнаружено ни в одном из испытуемых препаратов присутствия нуклеотидной последовательности гена сгуША, соответствующей трансгену сортов Россет Бербанк и Суперитор НЛ. Результаты свидетельствуют от отсутствии горизонтального переноса генов ГМР в геном изучаемых микроорганизмов.

Не отмечено существенных различий по признакам поражения трансгенного картофеля Россет Бербанк НЛ и не трансгенного фитофторозом, по устойчивости картофеля к вирусам X, Y, A, F и андийскими вирусами (в полевых и лабораторных испытаниях ВНИИФ).

Трансгенные растения не оказывали отрицательного влияния на структуру и биохимическую активность микрофлоры корневой зоны (ризоценоза), эпифитной микробиоты филлостеры в полевых и лабораторных опытах ВНИИФ (1997 и 1998 гг.), на активность энтомопатогенных нематод *Steinemema carposcapsav* полевых и лабораторных опытах ВНИИБЗР (1998 г.).

Горизонтальный перенос генов картофеля в наибольшей степени изучен на основе данных переноса пыльцы картофеля. Картофель, *Solanum tuberosum*, является единственным представителем семейства *Solanum*, клубнеобразующих растений. Виды семейства *Solanum* считаются сорняками на культивируемых полях. Однако ни одно из растений этих видов не опыляется близким родственником *Solanum tuberosum*. Более того, сорт испытуемый ГМР сорт Россет Бурбанк имеет мужскую стерильность, т.е. не производит пыльцу, что исключает возможность аутокроссинга.

Картофель опыляется пчелами, а не ветром. Цветы картофеля не привлекательны для пчел, поскольку они не содержат нектар. Более того опы-

ление происходит редко, и пыльца переносится только на короткие дистанции (до 4-10 м. Образовавшиеся гибридные семена не будут использоваться при дальнейшей культивации и останутся в поле. Если гибридное семя и прорастет, появившийся проросток не имеет шансов быть вегетативно размноженным при существующих методах возделывания картофеля, и в проведенных полевых опытах на практике ни одного подобного случая не было задокументировано.

Заключение

Представленные данные свидетельствуют о возможностях создания системы получения ГМР отечественного картофеля, устойчивого к колорадскому жуку, учитывая биобезопасность сортов

и продуктивность ГМР (по результатам исследований Отделением защиты растений Россельхозакадемии в координации с Центром «Биоинженерия» РАН). Важным этапом практического освоения производства является организация системы селекции и семеноводства ГМР картофеля. Требуется реальная оценка рациональных объемов товарного и семенного ГМР картофеля. Более продвинутой опыт создания и изучения ГМР картофеля (Роспотребнадзором разрешено использование трансгенного картофеля в пищевой промышленности и реализации населению на территории Российской Федерации) может быть использован для развития ГМР других культур.

Литература

1. Генетически модифицированные источники пищи: оценка безопасности и контроль / Под ред. В.А. Тутельяна. М.: Издательство РАМН, 2007. 444 с.).
2. Оценка биобезопасности генетически модифицированных растений. Министерство промышленности, науки и технологии Российской Федерации. Официальное издание. М., 2001.,
3. Технологии и безопасность использования трансгенных растений, устойчивых к гербицидам, вредителям и возбудителям болезней» / Составитель и научный редактор академик РАСХН. Захаренко В.А. 2005. М. 103 с.
4. Биотехнология: Взгляд в будущее / Под ред. К. Скрыбина. М., 2008. 68 с.

References

1. Genetically modified food sources: safety assessment and control / Ed. V.A. Tutel'jana. M.: Izdatel'stvo RAMN, 2007. 444 s.).
2. Ocenka biobezопасnosti genetiчески modifitsirovannyh rastenij. Ministerstvo promyshlennosti, nauki i tehnologii Rossijskoj Federacii. Oficial'noe izdanie. M., 2001.,
3. Tehnologii i bezопасnost' ispol'zovaniya transgennyh rastenij, ustojchivyh k gerbtsidam, vrediteljam i vozбудiteljam boleznij» / Sostavitel' i nauchnyj redaktor akademik RASHN. Zaharenko V.A. 2005. M. 103 s.
4. Biotekhnologija: Vzgljad v budushhee / Pod red. K. Skryjabina. M., 2008. 68 s.

*Zacharenko V.A., Doctor of Agricultural Sciences (Advanced Doctor),
Chief Research Officer,
Moscow Research Institute of Agriculture "Nemchinovka"*

BIOSAFETY AND POTENTIAL OF EFFICIENCY OF USE TRANSGENE PLANTS IN AGROECOSYSTEMS OF RUSSIA

Abstract: the article discusses the use of genetically modified (GMO) plants (on the example of potatoes) in agroecosystems of Russia in connection with their productivity and biosafety. The presented results and generalizations of the studies reflect the work of the Plant Protection Department of the Russian Agricultural Academy in accordance with the coordination program of fundamental and priority applied research in creating varieties with high genetic potential for resistance to pests, productivity and biosafety for humans, useful fauna and flora.

Keywords: GMOs, productivity and biosafety of GMOs

*Зейналов А.С., доктор биологических наук,
Федеральное государственное бюджетное научное
учреждение "Всероссийский селекционно-технологический
институт садоводства и питомниководства"*

СТАБИЛИЗАЦИЯ ФИТОСАНИТАРНОЙ ОБСТАНОВКИ ПУТЕМ ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОГО УПРАВЛЕНИЯ ФУНКЦИОНИРОВАНИЕМ АГРОЭКОСИСТЕМ СМОРОДИНЫ

Аннотация: на смородине в России зарегистрировано 209 видов насекомых и клещей – фитофагов и более 50 видов возбудителей болезней. Значительная часть из них наносит существенный вред этой культуре в разных регионах страны. Экологически безопасная защита смородины от вредных организмов имеет важное значение, так как ягоды и продукты их переработки активно используются для детского и диетического питания. Предлагаемая технология выращивания смородины обеспечивает не только экологическую безопасность получаемой продукции, но и способствует повышению урожайности насаждений в 1,5-2 раза.

Ключевые слова: вредители, болезни, хищники, паразиты, экологически безопасная защита, смородина

Введение

Антропогенное, то есть целенаправленно конструируемое человеком, происхождение агроэкосистем изначально предполагает нарушение течения биологических процессов, происходящих в естественных условиях. Монодоминантная основа кормовой базы, с одной стороны, активно привлекает узкоспециализированных вредных организмов, с другой, становится весьма привлекательной для олигофагов и широкого круга полифагов на фоне нарушенных связей и баланса сил с их природными врагами – консументами второго порядка. Основной задачей при планировании агроэкосистем или агроландшафтов в целом, является максимальное содействие уравниванию баланса сил между вредными объектами и различными организмами для которых они являются источником питания или средой обитания. Поставленной цели можно добиться только при комплексном подходе к решению проблем, воспринимая конструируемую систему как неотделимую часть общей природной системы, с ее новыми обстоятельствами и при этом, безусловно, необходимо целенаправленное воздействие и управление функциональными единицами, существенно влияющими на фитосанитарную обстановку. Стратегические подходы такого решения заключаются в максимально возможной изоляции вновь создаваемых агроэкосистем от источников инфекции и инвазии нежелательных объектов, создании оптимальных условий для роста и развития растений, повышении их иммунитета и устойчивости к вредным организмам, улучшении структуры почвы и происходящих в ней необходимых процессов, подборе адаптивных к зоне выращивания сортов, экологически безопасном управлении фитосанитарной обстановкой. Ожидаемый успех зависит от правильности многоплановых и многовариантных

тактических подходов, применяемых в соответствии с конкретными условиями.

Объекты и методы исследования

Объектами исследования были более 100 сортов смородины черной, опасные вредители и болезни этой культуры, агенты биологической борьбы – *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot и *Neoseiulus barkeri* Hughes, паразитоид *Aphidius colemani* Vier. При учете видового состава и динамики изменения численности фитофагов, поврежденности и пораженности растений вредными организмами руководствовались методами, имеющимися в литературе и собственными разработками. Опыты по применению биоагентов проводили в соответствии с общепринятыми и оригинальными методиками [1-3, 11, 12, 14-20].

Результаты и обсуждение

На смородине в России отмечено 209 видов насекомых и клещей – фитофагов, более 15 видов паразитических нематод, 4 вида моллюсков, более 50 видов возбудителей болезней - грибы, вирусы, фитоплазмы, бактерии, существенная часть из которых может серьезно вредить этой культуре. В зависимости от категории насаждения, сортового состава, технологии выращивания, зоны и места расположения перечень вредных организмов и их фитосанитарный статус могут изменяться. Однако наиболее часто встречающимися и более вредоносными в разных регионах являются тли (Aphididae), почковые (Eriophyidae) и паутинные (Tetranychidae) клещи, галлицы (Cecidomyiidae), листовертки (Tortricidae), смородинная стеклянница (*Synanthedon tipuliformis* Cl.) златки (Buprestidae), крыжовниковая огневка (*Zophodia convolutella* Hbn.), американская мучнистая роса крыжовника (*Sphaerotheca mors-uae* Schw., Bert et Curt), столбчатая ржавчина (*Cronartium ribicola* Fish.), антракноз (телеоморфа *Drepanopeziza ribis* Kleb., анаморфа *Gloeosporium ribis* (Lib.) Mont. et

Desm.), септориоз (телеоморфа *Mycosphaerella ribis* Fuck., анаморфа *Septoria ribis* Desm.), реверсия (*Black currant reversion nepovirus* (BRV)) и другие [7, 11, 12, 14, 15]. Подобрать сорта, обладающие одинаковой степенью высокой устойчивости ко всем опасным вредным организмам и другим стрессовым факторам вряд ли возможно, однако выбор, в каждой конкретной зоне, необходимо сделать в пользу высокоадаптивных сортов, требующих минимальное применение средств защиты растений. В Нечерноземной зоне нами было изучено более 100 сортов и гибридов смородины черной, из которых 12 оказались благополучными в фитосанитарном плане, высокоадаптивными к биотическим стрессам – Кипиана, Рахиль, №5-25-74, Слостена, № 19-80-11, № 5-35-47, Санюта, Белорусская сладкая, Шаровидная, Гамма, Ранняя Потапенко, Светлолистная. Их индекс адаптивности или толерантности (I_t) равнялся 1,8-2,6. Около 54% сортов занимали промежуточное положение ($I_t=2,7-3,5$), остальные были с низким уровнем адаптивности (I_t выше 3,6). Индекс адаптивности (толерантности) рассчитывали по формуле:

$$I_t = (B_1 + B_2 + \dots B_n) / N$$

где I_t – индекс адаптивности (толерантности); B – усредненный бал повреждения (поражения) вредными организмами; 1, 2 ... n – порядковый номер вредного организма; N – общее число видов вредных организмов [12].

В системе экологически безопасной защиты важное значение имеет выбор места с обеспечением необходимой пространственной изоляции (табл. 1), соблюдение культурооборота и подготовка почвы. Наряду с внесением органических, в соответствии с потребностями почвы минераль-

ных удобрений, актуальной является борьба с сорной растительностью. При этом можно использовать как механическую обработку почвы, так и применение гербицидов сплошного действия до посадки культуры. Подавление сорняков предполагает как уничтожение прямых конкурентов ягодных кустарников за питание и свет, особенно в первые годы жизни, так и очагов накопления ряда вредных организмов, для которых сорняки являются первичными или вторичными хозяевами. Сорная растительность также осложняет фитосанитарную обстановку – ухудшает проветриваемость посадок, создает благоприятное условие для развития вредителей и болезней, затрудняет нацеленное проведение защитных мероприятий, снижает их эффективность.

Одним из ключевых элементов является закладка насаждений здоровым, сертифицированным посадочным материалом. Однако и при этом свою актуальность и обязательность сохраняют ряд организационно-агротехнические и профилактические мероприятия. Нами разработана система, которая включает в себя комплекс экологически безопасных высокоэффективных методов и способов борьбы, обеспечивающих защиту насаждений смородины от наиболее опасных вредных организмов [4-6, 11-13]. При закладке любых насаждений перед посадкой следует отмывать почву с корней саженцев, что способствует удалению коконов побеговой (*Resseliella ribis* Marik.) и листовой (*Dasyneura tetensi* Rüb.) галлиц, а также игольчатых (*Longidorus* spp.) и кинжальных (*Xiphinema* spp.) нематод-переносчиков ряда патогенных для смородины вирусов.

Таблица 1

Параметры пространственной изоляции насаждений смородины

Категория насаждений	Расстояние	Условия
Между маточниками (питомниками) и плодоносящими посадками (дикими зарослями), а также между старыми и новыми плодоносящими насаждениями	не менее 500 м	при наличии достаточных препятствий на пути господствующих ветров (лесные массивы, лесополосы, постройки и т.д.)
	не менее 1000 м	при отсутствии препятствий
Между разновозрастными маточниками, маточниками и питомниками	не менее 500 м	с учетом направления господствующих ветров
Между разновозрастными питомниками	не менее 100-200 м	при наличии препятствий
	не менее 300 м	при отсутствии препятствий

После отмывки сливную яму засыпают почвой слоем не менее 10 см. Сразу после высадки саженцев надземную часть растений срезают на уровне почвы без оставления пеньков, что позволяет ликвидировать вместе с растительными остатками остающихся, как правило, незамеченными при осмотре саженцев скрытноживущих вредителей – гусениц смородинной стеклянницы, личинок

златки, личинок побеговой галлицы, оставшихся в местах повреждения, почковых клещей, зимующих яиц тлей, а также пораженных мучнистой росой, септориозом и другими сопутствующими вредными организмами побегов (табл. 2). При обнаружении любых повреждений побеги срезают до здоровой ткани.

Таблица 2

Влияние отмывки почвы с корней саженцев и срезки их надземной части сразу после посадки на повреждаемость и поражаемость растений смородины черной вредителями и болезнями

№№ п/п	Вредители и болезни	Поврежденность и пораженность растений вредителями и болезнями на второй год после посадки, %	
		Посадка с отмывкой корней и срезкой надземной части	Контроль (посадка без отмывки корней и срезки надземной части)
1	Почковые клещи	0,0	3,1
2	Листовая галлица	0,0	19,9
3	Побеговая галлица	0,0	5,7
4	Смородинная стеклянница	0,0	4,9
5	Тли	0,9	21,4
6	Паутинные клещи	1,4	22,1
7	Мучнистая роса	0,0	31,1
8	Пятнистости листьев	0,0	16,5

При обеспечении необходимой пространственной изоляции (табл. 1) вышеназванные экологически чистые приемы удаления передающихся с посадочным материалом опасных вредных организмов исключают или сводят до минимума защитные мероприятия, начиная с периода отрастания побегов, улучшают экологическую обстановку и способствуют накоплению полезной фауны. Отсутствие цветения в год отрастания побегов резко уменьшает (или исключает) численность вредителей, переносимых опылителями, позволяет использовать средства защиты в оптимальные сроки, если возникает такая необходимость. В случае заноса на участок вредных организмов их небольшая численность, очаговый характер распространения, появление в более поздние периоды дают возможность эффективно использовать биологические средства защиты.

Срезка кустов после посадки восстанавливает также нарушенное при выкопке саженцев равновесие между корневой системой и надземной частью растений, способствует образованию гораздо большего числа побегов за счет усиления притока питательных веществ к оставшимся в почве базальным почкам, усиливает ростовые процессы, ускоряет формирование кустов и вступление их в пору полного плодоношения.

В годы плодоношения в таких насаждениях обработки химическими средствами защиты не проводятся. В случае заселения растений вредными организмами, как правило, это небольшие слабые очаги, применяются агенты биологической борьбы или препараты биологического происхождения, разрешенные для применения на территории РФ [14]. В посадки смородины часто проникают клещи и тли, питающиеся на сорной растительности. В борьбе с паутинными клещами применяют хищного клеща *Ph. persimilis*. Фитосейюлюса вносят

при достижении порога численности паутинными клещами 5-7 особей на 1 лист у более 10% просмотренных листьев, взятых из нижнего и среднего яруса кустов, с учетом установленной нормы 50-100 особей хищника на один куст [10]. Хищного клеща *N. barkeri* расселяют в начале массовой миграции почковых клещей в очаги повреждения вредителем с нормой 500-700 самок на одно растение [8]. Этот хищник уничтожает одновременно и паутинных клещей.

Для подавления развития тлей на смородине расселяют паразитоида *A. colemani*, при пороге 5-10% заселенных тлями побегов или листьев, в период начала цветения – массового цветения культуры, из расчета паразит-хозяин 1:10 – при наличии одной колонии и 1:5 – при наличии двух и более колоний вредителя на растение [9].

Указанные биологические агенты и накопившаяся благодаря отсутствию обработки химическими средствами природная полезная фауна, контролируют появляющихся в дальнейшем вредителей, не позволяя нарастать их численности выше экономического порога вредоносности.

В таких насаждениях, в зависимости от агротехнического и фитосанитарного состояния, на 6-8 год эксплуатации (начиная с года посадки) проводится омолаживающая срезка растений на уровне почвы (без оставления пеньков). Она способствует полной ликвидации на посадке почковой моли, (*Lampronia (Incurvaria) capitella* Cl.) крыжовниковой огневки (*Zophodia convolutella* Zell.), ягодного пилильщика (*Pachynematus pumilio* Knw.), цветочной галлицы (*Dasyneura ribis* Barnes), так как в год отрастания побегов их развитие становится невозможным из-за отсутствия цветения и ягод. Вместе с растительными остатками из насаждения удаляются смородинная стеклянница, почковые клещи, щитовки (Diaspididae) и ложнощитовки (Coccidae),

зимующие яйца тлей, яйца и гусеницы листоверток, мучнистая роса и септориоз. Сбор и уничтожение листьев весной до начала вегетации позволяют ликвидировать зимующий запас антракноза, септориоза и клейстотелий мучнистой росы, зимующих на опавших листьях. Вегетативная масса кустов полностью восстанавливается за один сезон (табл. 3).

В год отрастания побегов (срезки-омолаживания) своевременные обработки разрешенными пестицидами и культивации (перед мас-

совым вылетом насекомых или уходом личинок на окукливание в почву) уничтожают вредных организмов, зимующих в почве или заносимых со стороны. В годы плодоношения (со следующего после срезки-омолаживания года) на таких плантациях обработки химическими средствами защиты не проводят, а применяют экологически безопасные методы, как и до срезки-омолаживания. Омоложенные растения уже со следующего за срезкой года дают полноценный урожай.

Таблица 3

Влияние срезки-омолаживания и комплекса защитных мероприятий в год отрастания побегов на вегетативные параметры кустов смородины черной

№№ п/п	Наименование показателей	6-летние растения (контроль)	Омоложенные растения в конце вегетации
1	Суммарная длина годового прироста, м/куст	28,7	29,6
2	Количество нулевых (прикорневых побегов, шт./куст	6,6	27,3
3	Средняя длина однолетнего прироста, см	55,0	95,4

В целом как срок эксплуатации насаждений, так и урожайность увеличиваются в 1,5-2 раза (средняя урожайность контрольных растений – 53 ц/га, опытных растений – 105 ц/га) [4-6, 8, 12]. Исключаются затраты на ежегодные обрезки-формирования, фитосанитарные очистки, на приобретение и применение пестицидов в годы плодоношения, снижается себестоимость продукции и обеспечивается его экологическая безопасность.

Заключение

Технология экологически безопасного выращивания смородины имеет особое значение, так как ягода этой культуры является диетической про-

дукцией, широко используется в детском питании. Предлагаемая технология способствует резкому снижению численности и вредоносности наиболее опасных вредных организмов, исключает применение химических средств защиты растений в период плодоношения культуры, способствует резкому снижению пестицидного прессинга даже в годы отрастания побегов (год посадки и срезки-омолаживания). Срок эксплуатации и урожайность таких плантаций увеличиваются в 1,5-2 раза, снижается себестоимость продукции, повышается рентабельность производства.

Литература

1. Бегляров Г.А., Малов Н.А. Методические указания по производственным испытаниям эффективности применения хищного клеща *Amblyseius reductus* в борьбе с клещами – вредителями земляники. М.: МСХ СССР. 1985. 43 с.
2. Болотникова В.В., Ярчаковская С.И., Михневич Р.Л. Интегрированная система защиты черной смородины от вредителей и болезней // Рекомендации БНИИ защиты растений. Минск. 1991. 14 с.
3. Горностаев Г.Н. Определитель отрядов и семейств насекомых средней полосы Европейской части. М.: Издательство Московского Университета. 1986. 118 с.
4. Зейналов А.С. Комплекс агрофитосанитарных мероприятий и омолаживающая обрезка как важные элементы технологии экологически безопасного производства ягод смородины черной // Плодоводство и ягодоводство России. 2003. Т. X. С. 256 – 264.
5. Зейналов А.С. Технология как основа экологически безопасного производства ягод смородины черной // Оптимизация фитосанитарного состояния садов в условиях погодных стрессов: Сб. научных трудов СКЗНИИСИВ. Краснодар. 2005. С. 343 – 352.
6. Зейналов А.С. Защита черной смородины // Защита и карантин растений. 2005. №9. С. 38 – 42.
7. Зейналов А.С. Фауна насекомых и клещей смородины черной в Московской области // Защита и карантин растений. 2006. № 4. С. 64 – 65.
8. Зейналов А.С. Способ защиты смородины от вредителей и болезней // Патент 2312500 РФ. Бюл., 2007. №35. 7 с.

9. Зейналов А.С. Способ защиты ягодных культур от тлей // Патент 2312501 РФ. Бюл., 2007. №35. 3 с.
10. Зейналов А.С. Способ защиты садовых культур от паутиных клещей // Патент 2312502 РФ. Бюл., 2007. №35. 4 с.
11. Зейналов А.С. Паразитизм и хищничество представителей типа Arthropoda в агробиоценозах основных ягодных культур: автореф. дис. ... д-ра биол. наук: 03.00.19; 06.01.11. Всероссийский научно-исследовательский институт гельминтологии имени К.И. Скрябина. М., 2008. 44 с.
12. Зейналов А.С. Экологически безопасная защита основных ягодных культур от членистоногих фитофагов. М.: ВСТИСП. 2012. 332 с.
13. Зейналов А.С., Головин С.Е., Метлицкая К.В. Ресурсосберегающие экологически обоснованные системы защиты ягодных культур от вредителей и болезней (методические рекомендации). М.: ВСТИСП. 2012. 148 с.
14. Зейналов А.С. Атлас-справочник основных вредителей и болезней ягодных культур и мер борьбы с ними. М.: ООО "Агролига". 2016. 240 с.
15. Метлицкий О.З., Метлицкая К.В., Зейналов А.С., Ундритова И.А. Основы защиты растений в ягодоводстве от вредителей и болезней. М.: ВСТИСП. 2005. 380 с.
16. Antonin P., Baillod M., Linder G., Mittaz C. Problematique de la lutte chimique et biologique contre l'acarieujaune commun, *Tetranychus urticae* Koch., en cultures des fraises // Revue Suisse de Viticulture, d'Arboriculture et d'Horticulture. 1997. V. 29. №3. P. 179 – 187.
17. Blackman R.L., Eastop V.F. Aphids on World Crops. An identification guide // John Wiley and Sons., Chichester etc. 1984. 464 p.
18. Brown M. Pest and beneficial mite populations react to strawberry conversion efforts // The Cultivar. 1991. V. 9. №2. P. 4 – 5.
19. Niemczyk E. Effectiveness of predatory mites (Phytoseiidae) in controlling two-spotted mite (*Tetranychus urticae* Koch.) on black currant determined in field experiments // Acta Horticulturae. 2000. №523. P. 107 – 111.
20. Topa E., Pliko A., Tomczyk A. Uszkodzenia lisci czarnej porzeczki spowodowane zerowaniem przedziorka chmielowca (*Tetranychus urticae* Koch.) // Postepy w Ochronie Roslin. 1999. Vol. 39. № 2. P. 517 – 520.

References

1. Begljarov G.A., Malov N.A. Metodicheskie ukazaniya po proizvodstvennym ispytaniyam jeffektivnosti primeneniya hishnhogo kleshha *Amblyseius reductus* v bor'be s kleshhami – vrediteljami zemljaniki. M.: MSH SSSR. 1985. 43 s.
2. Bolotnikova V.V., Jarchakovskaja S.I., Mihnevich R.L. Integrirovannaja sistema zashhity chernoj smorodiny ot vreditel'ej i boleznej // Rekomendacii BNII zashhity rastenij. Minsk. 1991. 14 s.
3. Gornostaev G.N. Opredelitel' otrjadov i semejstv nasekomyh srednej polosy Evropejskoj chasti. M.: Izdatel'stvo Moskovskogo Universiteta. 1986. 118 s.
4. Zejnalov A.S. Kompleks agrofitosanitarnyh meroprijatij i omolazhivajushhaja obrezka kak vazhnye jelementy tehnologii jekologicheski bezopasnogo proizvodstva jagod smorodiny chernoj // Plodovodstvo i jagodovodstvo Rossii. 2003. T. H. S. 256 – 264.
5. Zejnalov A.S. Tehnologija kak osnova jekologicheski bezopasnogo proizvodstva jagod smorodiny chernoj // Optimizacija fitosanitarnogo sostojanija sadov v uslovijah pogodnyh stressov: Sb. nauchnyh trudov SKZNIISiV. Krasnodar. 2005. S. 343 – 352.
6. Zejnalov A.S. Zashhita chernoj smorodiny // Zashhita i karantin rastenij. 2005. №9. S. 38 – 42.
7. Zejnalov A.S. Fauna nasekomyh i kleshhej smorodiny chernoj v Moskovskoj oblasti // Zashhita i karantin rastenij. 2006. № 4. S. 64 – 65.
8. Zejnalov A.S. Sposob zashhity smorodiny ot vreditel'ej i boleznej // Patent 2312500 RF. Bjul., 2007. №35. 7 s.
9. Zejnalov A.S. Sposob zashhity jagodnyh kul'tur ot tlej // Patent 2312501 RF. Bjul., 2007. №35. 3 s.
10. Zejnalov A.S. Sposob zashhity sadovyh kul'tur ot pautinnyh kleshhej // Patent 2312502 RF. Bjul., 2007. №35. 4 s.
11. Zejnalov A.S. Parazitizm i hishnhichestvo predstavitelej tipa Arthropoda v agrobiocenozah osnovnyh jagodnyh kul'tur: avtoref. dis. ... d-ra biol. nauk: 03.00.19; 06.01.11. Vserossijskij nauchno-issledovatel'skij institut gel'mintologii imeni K.I. Skrjabina. M., 2008. 44 s.
12. Zejnalov A.S. Jekologicheski bezopasnaja zashhita osnovnyh jagodnyh kul'tur ot chlenistonogih fitofagov. M.: VSTISP. 2012. 332 s.
13. Zejnalov A.S., Golovin S.E., Metlickaja K.V. Resursosberegajushhie jekologicheski obosnovannye sistemy zashhity jagodnyh kul'tur ot vreditel'ej i boleznej (metodicheskie rekomendacii). M.: VSTISP. 2012. 148 s.

14. Zejnalov A.S. Atlas-spravochnik osnovnyh vreditelej i boleznej jagodnyh kul'tur i mer bor'by s nimi. M.: OOO "Agroliga". 2016. 240 s.
15. Metlickij O.Z., Metlickaja K.V., Zejnalov A.S., Undricova I.A. Osnovy zashhity rastenij v jagodovodstve ot vreditelej i boleznej. M.: VSTISP. 2005. 380 s.
16. Antonin P., Baillod M., Linder G., Mittaz C. Problematique de la lutte chimique et biologique contre l'acarieujaune commun, *Tetranychus urticae* Koch., en cultures des fraises // Revue Suisse de Viticulture, d'Arboriculture et d'Horticulture. 1997. V. 29. №3. P. 179 – 187.
17. Blackman R.L., Eastop V.F. Aphids on World Crops. An identification guide // John Wiley and Sons., Chichester etc. 1984. 464 p.
18. Brown M. Pest and beneficial mite populations react to strawberry conversion efforts // The Cultivar. 1991. V. 9. №2. P. 4 – 5.
19. Niemczyk E. Effectiveness of predatory mites (Phytoseiidae) in controlling two-spotted mite (*Tetranychus urticae* Koch.) on black currant determined in field experiments // Acta Horticulturae. 2000. №523. P. 107 – 111.
20. Topa E., Pliko A., Tomczyk A. Uszkodzenia lisci czarnej porzeczki spowodowane zerowaniem przedziorka chmielowca (*Tetranychus urticae* Koch.) // Postepy w Ochronie Roslin. 1999. Vol. 39. № 2. P. 517 – 520.

*Zeynalov A.S., Doctor of Biological Sciences (Advanced Doctor),
All-Russian Horticultural Institute for Breeding, Agrotechnics and Nursery*

**STABILIZATION OF PHYTOSANITARY SITUATION THROUGH THE
IMPLEMENTATION OF ENVIRONMENTALLY SOUND MANAGEMENT
OF THE FUNCTIONING OF AGROECOSYSTEMS CURRANT**

Abstract: on currants in Russia was 209 species of insects and mites of phytophagous and more than 50 types of pathogens. A significant part of them does irreparable harm to this culture in different regions of the country. Ecologically safe protection of black currant against harmful organisms is essential, as the berries and products of their processing are widely used for children and dietary food. The proposed technology of cultivation of currants not only ensures environmental safety of the resulting product, but also contributes to the productivity of vegetation in 1.5-2 times.

Keywords: pests, diseases, predators, parasites, environmentally safe protection, currant

*Зейналов А.С., доктор биологических наук,
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
"Всероссийский селекционно-технологический
институт садоводства и питомниководства"*

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ И ФИТОСАНИТАРНЫЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА В НАСАЖДЕНИЯХ ПЛОДОВЫХ КУЛЬТУР

Аннотация: изменение климата в последние десятилетия оказало заметное влияние на фитосанитарную обстановку в насаждениях плодовых культур в Нечерноземной зоне, продвинулись в более северные регионы и расширились площади посадок ряда культур, традиционно выращиваемых в южной и средней зоне садоводства. Вместе с ними произошла миграция и адаптация их вредных организмов на новой территории. Появились новые вредители и болезни, наблюдается изменение биоэкологии ранее встречающихся фитофагов и патогенов, удлинился период их вредоносности. Активизировались прежде считавшиеся второстепенными или малозначимыми вредные организмы. Сложившийся эколого-фитосанитарный дисбаланс, наряду с появлением новых сортов и расширением их ассортимента, изменением технологии выращивания культур, бесконтрольным обменом посадочным материалом привел к осложнению фитосанитарной обстановки.

Ключевые слова: изменение климата, агроэкосистемы, вредители, болезни, фитосанитарная обстановка

Любые существенные изменения, тем более глобального характера, как климатические, приводят к дисбалансу в среде обитания живых организмов, так как нарушается существующий порядок взаимоотношений между ними. Влияние внешней среды и реакция организмов на изменение ситуации, являясь одним из основных факторов непрерывного эволюционного процесса, обуславливают его динамику на организменном, популяционно-видовом и биогеоценотическом уровнях, которые тесно взаимосвязаны между собой и с филогенетическими процессами – эволюционной биохимией, физиологией, гистологией и т.д. Норма реакции, способность выжить, адаптироваться к новым условиям или прогрессировать зависит как от среды (благоприятности или критичности в отношении отдельных структур экосистемы), так и от пластичности организмов. Если изменение среды обитания имеет в той или иной степени стабильно направленный характер, то тенденций изменения адаптационных возможностей отдельных популяций на определенном отрезке времени можно наблюдать и в агроэкосистемах, несмотря на их крайнюю нестабильность.

Наблюдаемое в последние десятилетия потепление климата благоприятно влияет на ряд вредных организмов в условиях Центрального Нечерноземья, происходят значительные изменения в их биоэкологии, удлиняется вредоносный период, появляются новые, нетипичные для данной зоны фитофаги и патогены, активизируются имеющие ранее второстепенные значения или не наносящие существенного вреда болезни и вредители. Безусловно это влечет за собой существенные структурные изменения в составе вредной и полезной фауны и микрофлоры садовых насаждений. Рас-

ширение видового состава агрессивных вредных организмов, увеличение их степени опасности приводит к активизации защитных мероприятий, в том числе увеличению пестицидного прессинга на агробиоценозы и осложнению фитосанитарной обстановки. Требуется новый подход к решению проблем по защите растений, к охране окружающей среды и сохранности биоразнообразия экосистем.

Потепление климата, с другой стороны, способствует продвижению некоторых садовых культур, ранее выращиваемых в южной и средней зоне, в более северные регионы, что является причиной проникновения в новые территории их вредных организмов. Появление новых сортов, изменение технологий их выращивания, слабо контролируемый или нередко бесконтрольный обмен посадочным материалом, использование нездоровленного, некачественного посадочного материала на фоне изменения климатических условий приводит к обострению фитосанитарной обстановки в агроэкосистемах садовых культур.

Примеров значительного влияния изменения климата за последние десятилетия на биоэкологию ранее встречающихся в Центрально-Нечерноземной зоне или появление новых вредных организмов можно наблюдать на разных культурах – яблоне, груше, сливе, вишне, черешне и т.д. В литературных источниках указывается, что граница северного ареала сливовой плодовой моли *Grapholitha funebrana* Tr. (Lepidoptera, Tortricidae) соответствует 52 с.ш. и в пределах этой зоны она развивается в одном поколении [2, 3, 22]. Однако в настоящее время, в связи с потеплением климата, расширением зоны возделывания кормовой культуры фитофаг широко распростра-

нился в Нечерноземной зоне, и наносит существенный вред сливе. В частности, в Московской области (г. Москва – 55° с.ш.) вылет бабочек, в зависимости от условий года, начинается с середины – конца II декады мая до начала июня (в 2014 г. – 26 мая, в 2015 г. – 01 июня, в 2016 г. – 18 мая), при сумме эффективных температур от 86,9°C в 2016 г. до 192,4°C в 2014 г. (по литературным данным 105-120°C). В условиях холодной весны 2017 г. бабочки сливовой и яблонной плодоярки отмечены в феромонных ловушках 23 мая (в период массового цветения сливы и ранних сортов яблони), когда дневная температура воздуха колебалась в пределах 10-11°C. Массовый лет начинается через 2-10 дней в зависимости от года, достигая своего пика в начале–середине II декады июля (до 160 бабочек на 1 ловушку за неделю). Далее интенсивность лета снижается до середины–конца I декады августа (до 11 бабочек на 1 ловушку). Однако в августе не наблюдается постепенное ослабление и конец лета, наоборот, с конца I – начала II декады численность имаго увеличивается – в 2016 г. до 116 бабочек на 1 ловушку за неделю во II декаде августа, 50 – в III декаде. В I декаде очень теплого сентября 2015 г. в одной ловушке было зафиксировано за неделю 43 бабочки, во второй 38, в дальнейшем численность постоянно сокращалась, и 5 октября отметили последнюю бабочку в ловушках. В умеренном 2016 году в I декаде сентября было зафиксировано 20 бабочек на 1 ловушку, во II декаде – 14, в дальнейшем отмечались единичные бабочки, а 30 сентября была зафиксирована последняя бабочка в ловушках [8, 14, 20].

Известно, что вылет бабочек сливовой плодоярки растягивается на 1,5-2 месяца, откладка яиц начинается через 3-5 дней после вылета, эмбриональное развитие занимает от 5-7 до 12 дней, а развитие гусениц от 17-20 дней до 1 месяца. Бабочки живут от 4-5 до 15 дней. От 20-25 до 50% гусениц каждого поколения (не последнего) диапаузируют (в южной зоне садоводства России вредитель может развиваться в 3-х поколениях). Учитывая особенности биоэкологии при одной генерации, после середины августа численность бабочек не должна была существенно повыситься, и лет не должен был продолжаться до начала октября. Полученные данные свидетельствуют о том, что в настоящее время в условиях Московской области фитофаг дает не одно, а частичное или полное второе поколение в зависимости от условий года. В связи с этим, для снижения вредоносности и зимующего запаса вредителя, приходится проводить защитные мероприятия и в борьбе со

вторым поколением, что приводит к увеличению пестицидного прессинга и экономических затрат.

В насаждениях сливы в Нечерноземной зоне с конца 80-х – начала 90-х годов XX века, с установлением благоприятных условий, заметно активизировались четырехногие (эриофиоидные) клещи. Ранее был отмечен только сливовый ржавчинный клещ *Vasates fockeui* Nalepa et Trouessart (Eriophyoidea, Eriophyidae) и длиннохоботный листовой клещ *Diptacus gigantorhynchus* Nalepa (Eriophyoidea, Diptilomiopidae), который относится к группе бродячих мигрантов. Встречались они очагами, особой угрозы растениям сливы и другим косточковым культурам не представляли. В настоящее время на сливе значительно вредит новый для нашей зоны, до недавнего времени известный только в средней Европе вид - западный ржавчинный клещ *Aculops berochensis* Keifer et Delley (Eriophyoidea, Eriophyidae). Хотя нередко этих клещей можно обнаружить на одном растении, но *A. berochensis* доминирует среди них, развивается в 3-4-х генерациях за год, особенно вредоносен в маточниках и питомниках сливы и в молодых плодоносящих насаждениях. Для регулирования и подавления их численности требуются нацеленные защитные мероприятия [8, 9, 13].

Потепление климата оказало заметное влияние на биоэкологические особенности яблонной плодоярки *Laspeyresia pomonella* L. (Lepidoptera, Tortricidae), традиционного вредителя яблони в Нечерноземной зоне. Исследования с применением феромонных ловушек показали, что существенно удлинился период развития вредителя, значительно повреждаются как ранние, так и средние и поздние сорта. Начало лета яблонной плодоярки в 2015 г. было отмечено 23 мая, а в 2016 г. – 27 мая. Конец лета зафиксировали 28 сентября и 3 октября, соответственно. Продолжительность периода лета в 2015-2016 гг. составила 129 и 130 дней соответственно, то есть больше 4 месяцев. Учитывая биоэкологические особенности: – периоды эмбрионального развития, развития гусениц и куколок, динамику лета бабочек и т.д., можно констатировать, что вредитель в условиях Московской области имеет потенциальную возможность развиваться в 2 генерациях, в годы с теплым весенне-летним и осенним периодами.

В литературных источниках указано, что яблонная плодоярка в Нечерноземной зоне, в частности в Московской области, развивается в одном поколении [1-3, 22, 23]. Также отмечено, что при достижении суммы эффективных температур 670°C, при пороге 10°C, начинается лет бабочек второго поколения плодоярки, что в 2015 году в Московской области пришелся к середине второй декады июля, а в умеренном 2016 г. к началу

третьей декады этого же месяца. При достижении суммы эффективных температур 1030°C отродившиеся первыми гусеницы второго поколения заканчивают питание (в 2015 г. конец второй декады августа, а в 2016 г. середина третьей декады августа). При сумме эффективных температур 1140°C вылет бабочек второго поколения заканчивается, что в условиях Московской области в 2016 году приходилось к концу первой декады сентября, а в 2015 году к середине первой декады этого же месяца. Сбор урожая в оба года был завершён в конце сентября – начале октября.

Полученные данные позволяют предположить, что в условиях Московской области в теплые годы, с жарким летом и теплой осенью, особенно в условиях проведения обработок и относительно небольшой численности вредителя, учитывая его биоэкологию, яблонная плодожорка может развиваться в двух генерациях. В умеренные годы или в годы с холодным летом дает неполное или частичное второе поколение. Конечно же, часть гусениц второго поколения выносятся из сада с плодами, однако они успевают нанести вред. Также надо иметь в виду, что от 25-30 до 50% гусениц первого поколения диапаузируют, особенно homozygotно-моновольтинные группы. Это способствует накоплению большого зимующего запаса фитофага, повреждению значительно большего количества плодов и требует значительной корректировки и активизации защитных мероприятий.

Благодаря изменению климата, появлению новых морозостойчивых сортов значительно расширились площади насаждений груши в Нечерноземной зоне. Увеличение кормовой базы способствовало проникновению, адаптации и накоплению вредных организмов этой культуры, в том числе инвазии новых для данного региона фитофагов и патогенов, способных серьезно повлиять на местные экосистемы. Масштабы распространения, экологические и экономические последствия появления одного из них, обыкновенной грушевой медяницы *Psylla pyri* L. (Homoptera, Psyllidae) оказались катастрофическими. Обыкновенную грушевую медяницу и менее опасную, имеющую только одну генерацию за год, большую грушевую медяницу *Psylla pyrisuga* Frst. в Нечерноземной зоне обнаружили на рубеже XX и XXI веков. За это короткое время *P. pyri* распространилась практически во всех насаждениях груши в этой зоне, развивается с начала вегетации (с начала сокодвижения) до глубокой осени, дает не менее 4-х поколений за сезон. Северные популяции этого вредителя обладают гораздо большей экологической пластичностью, быстро адаптируются в новых условиях, для развития первого весеннего поколения требуется сумма эффективных температур выше +

6°C в пределах от 214,3°C до 258,3°C, тогда как для развития южных популяций, по литературным данным, требуется сумма эффективных температур равной 400-420°C. В условиях Московской области сумма эффективных температур выше +6°C за вегетационный сезон составила в 2014 г. – 1749,2°C, а в 2015 г. – 1674,2°C, что вполне достаточно для развития 4-х и более поколений [4, 7, 8, 10, 11, 16, 17].

Яйца северных популяций обыкновенной грушевой медяницы, отложенные в весенний период, выдерживают температуры до -10°C, с экспозицией 15 ч и сохраняют жизнеспособность. Нимфы продолжают развиваться на деревьях после осеннего листопада, выдерживают морозы до -12°C, большая часть из них превращаются в имаго и уходят на зимовку. По данным ряда исследователей для южных популяций отмечается крайне низкая морозостойкость как яиц, так и нимф, которые погибают при наступлении первых морозов [4, 7, 10, 11, 16, 17].

Обыкновенная грушевая медяница является самым агрессивным вредителем груши в Нечерноземной зоне, наносит большой ущерб как вегетативным, так и генеративным органам, урожайность растений снижается в 2 и более раз, сильно поврежденные и загрязненные медвяной росой и как следствие этого - сажистыми грибами, плоды становятся непригодными для употребления. Для подавления вредителя требуется как минимум 1 или 2 обработки против каждого поколения, он высокоустойчив к инсектицидам, быстро вырабатывает резистентность практически ко всем применяемым препаратам (от нескольких до 10 и сотни раз, при неоднократном применении одного и того же препарата в течение одной вегетации). В результате снижается эффективность применяемых средств защиты, увеличивается кратность обработок, что приводит к загрязнению окружающей среды и урожая токсическими остатками пестицидов, подавлению полезной фауны [5-7, 14, 15, 22]. Частое применение инсектицидов и подавление природных врагов приводит к массовой вспышке клещей, в том числе скрытноживущего грушевого галлового клеща *Eriophyes pyri* Pgst. (Eriophyoidea, Eriophyidae), требуются дополнительные нацеленные обработки, приводящие к еще большему ослаблению фитосанитарной обстановки [8].

В условиях изменяющейся среды и агроэкологической обстановки не меньшие проблемы на груше в Нечерноземной зоне создают парша *Venturia pirina* Aderh. (конидиальная стадия *Fusicladium pirinum* Fckl.), особенно во влажные годы, и ржавчина *Gymnosporangium sabinae* (Dickd.) Wint., эпифитотийно развивающаяся в

последние годы. Увеличению интенсивности заражения растений груши ржавчиной способствуют широко используемые в последние годы для озеленения разные виды можжевельников, которые являются первичными хозяевами отдельных видов ржавчинных грибов. Также споры ржавчинных грибов переносятся на значительные расстояния, десятки и сотни километров воздушными потоками и наличие больших грушевых насаждений стимулирует массовое размножение и развитие этих патогенов. Для успешной борьбы с паршой требуется не менее 5-6 обработок фунгицидами за сезон. При проведении интенсивной борьбы с паршой нацеленных обработок против ржавчины не требуется [18].

Потепление климата с одной стороны, и в связи с этим, расширение площадей посадок черешни и вишни в Нечерноземной зоне, внедрение новых сортов и расширение их ассортимента с другой, создали благоприятные условия для развития ряда вредных организмов. Наряду с традиционными вредителями и болезнями (тли, листогрызущие, кластероспориоз, коккомикоз и другие) массово распространилась ранее редко встречающаяся вишневая муха *Rhagoletis cerasi* L. (Diptera, Tephritidae), в конце XX века появились монилиоз *Monilia cinerea* Bon. (сумчатая стадия *Sclerotinia cinerea* Schroet формируется редко) (форма монилиальный ожог – поражающий и приводящий к гибели цветков, побегов и ветвей), угрожающая существованию посадок вишни (на черешне встречается пока на отдельных сортах) и антракноз *Glomerella cingulata* (Stamen) Spauld et Schrenk (конидиальная стадия *Colletotrichum gloeosporoides* Penz.), поражающий плоды [8, 15, 19, 21].

В отличие от южной зоны садоводства, где ранние сорта черешни и вишни практически уходят от повреждения вишневой мухой, в Центрально-Нечерноземной зоне, в зависимости от условий года, в той или иной степени повреждаются как ранние, средние, так и поздние сорта этих культур. Для эффективной защиты урожая от мухи требуется не менее двух обработок, что становится проблематичной, особенно при смешанной посадке сортов разного срока созревания, создается угроза отравления плодов токсическими остатками инсектицидов, требуется поиск новых, экологически безопасных средств и способов защиты растений от скрытноживущего в личиночной фазе и уходящего в почву для окукливания вредителя.

Монилиоз в форме монилиального ожога, несмотря на то, что появился недавно, является самой опасной болезнью вишни в Нечерноземной зоне. Растения инфицируются в период цветения, что затрудняет борьбу с болезнью. Через цветки

гриб проникает в ветви, в следствие чего последние засыхают. Для подавления болезни требуется комплекс защитных мероприятий – наряду с осенне-весенней обрезкой, обрезкой после цветения и спустя 1-1,5 месяца необходимо применять подходящие для подавления патогена фунгициды перед цветением и сразу после цветения, своевременно уничтожать пораженные растительные остатки. Монилиальным ожогом в сильной степени поражается подавляющее большинство сортов вишни, что при повторном поражении или суровых условиях зимы может приводить к гибели больных деревьев.

Опасной болезнью, особенно в условиях теплой и влажной погоды, является антракноз *G. cingulata*. При благоприятных условиях в период созревания плодов вишни болезнь распространяется стремительно. Запоздывание с уборкой в таком случае может приводить к потере значительной части урожая или всего урожая на восприимчивых сортах. В настоящее время встречается очаговое поражение вишни антракнозом, однако с каждым годом ареал болезни расширяется.

Источником инфекции являются пораженные плоды и ветви, на которых гриб зимует. Весной на них образуются споры, осуществляющие первичное заражение молодых завязей. В этот период очаги антракноза малочисленны и в полной мере развиваются лишь ко времени созревания плодов. Однако для эффективной борьбы необходим постоянный мониторинг, своевременное обнаружение очагов инфекции и проведение защитных мероприятий, начиная с весеннего периода.

Заключение

Потепление климата в последние десятилетия, с одной стороны, способствовало продвижению ряда плодовых культур, ранее широко возделываемых только в южной и средней зоне садоводства, в более северные регионы и вместе с ними проникновению и накоплению их вредных организмов в Нечерноземной зоне. С другой стороны, создало благоприятное условие для инвазии и адаптации на этих территориях новых опасных фитофагов и патогенов. Произошли заметные изменения в биоэкологии ранее встречающихся вредных организмов, удлинился их период вредности, активизировались считавшиеся второстепенными или мало значимыми вредители и болезни, сформировались более агрессивные популяции. Безусловно, это привело к значительному осложнению фитосанитарной обстановки, увеличению пестицидного прессинга на агроэкосистемы. В свою очередь, интенсификация обработок пестицидами приводит к подавлению полезной фауны, в случае не научно обоснованном их использовании повышению резистентности целевых

объектов – снижению их чувствительности к применяемым препаратам. Сложившаяся ситуация требует более глубокого изучения и анализа происходящих процессов, нового подхода к решению

создавшихся проблем, разработки эффективных, экологически менее опасных природоохранных систем урегулирования фитосанитарной обстановки.

Литература

1. Амелехина Т.В. Использование полового феромона яблонной плодовой гни в интегрированной системе защиты яблони от вредителей в Нечерноземной зоне РСФСР: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. М. 1990. 20 с.
2. Бондаренко Н.В., Пospelов С.М., Персов М.П. Общая и сельскохозяйственная энтомология. М.: Колос. 1983. 416 с.
3. Васильев В.П., Лившиц И.З. Вредители плодовых культур. М.: «Колос». 1984. 399 с.
4. Грибоедова, О.Г., Зейналов А.С. Экологическая пластичность популяций *Psylla pyri* L. в условиях Московской области // Плодоводство и ягодоводство России. 2014. Т. XXXIX. С. 56 – 59.
5. Грибоедова, О.Г., Зейналов А.С. Расширение ассортимента препаратов в борьбе с обыкновенной грушевой медяницей: Материалы Международной научно-практической конференции «Конкурентноспособные сорта и технологии для высокоэффективного садоводства». Орёл. 2015. С. 42 – 43.
6. Грибоедова О.Г., Зейналов А.С. Устойчивые к *Psylla pyri* L. сорта как фактор экологизации и стабилизации фитосанитарной обстановки в насаждениях груши // Международная научно-практическая конференция «Фундаментальные и прикладные исследования в биоорганическом сельском хозяйстве России, СНГ и ЕС»: Материалы докладов, сообщений (Большие Вяземы 9-12 августа 2016 г.). М.: 2016. Т. 1. С. 390 – 397.
7. Грибоедова О.Г. Биология, экология, вредоносность грушевой медяницы (*Psylla pyri* L.) в условиях Нечерноземной зоны России и меры борьбы с ней: автореф. дис. ... канд. биол. Наук. М.: 2017. 25 с.
8. Зейналов А.С. Современные тенденции изменения фитосанитарной обстановки, видового состава, численности и вредоносности фитофагов и патогенов в насаждениях плодовых и ягодных культур // Плодоводство и ягодоводство России. 2013. Т. XXXVI. Ч. 1. С. 218 – 224.
9. Зейналов А.С. Биоэкологические особенности развития и вредоносность эриофиидных клещей на сливе в условиях Московской области: Матер. между. конф. «Современные сорта и технологии для интенсивных садов». Орел. 2013. ВНИИСПК. С. 103 – 105.
10. Зейналов, А.С. Медяница – опасный вредитель груши в Нечерноземной зоне России // Агро XXI. 2013. №4-6. С. 33 – 35.
11. Зейналов, А.С., Грибоедова О.Г. Особенности биологии и методов борьбы с грушевой медяницей в Нечерноземной зоне // Плодоводство и ягодоводство России. 2014. Т. XXXVIII. Ч. 1. С. 169 – 175.
12. Зейналов, А.С., Грибоедова О.Г. Система антирезистентной борьбы с обыкновенной грушевой медяницей // Защита и карантин растений. 2015. №7. С. 25 – 28.
13. Зейналов А.С., Метлицкая К.В., Чурилина Т.Н. Паразитические эриофииды косточковых культур и система экологизированного контроля их численности: Матер. науч. конф. «Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями». М.: ВНИИП. 2015. Вып. 16. С. 165 – 167.
14. Зейналов А.С. Мониторинг северных популяций сливовой плодовой гни: Материалы Всероссийской конференции с международным участием «Мониторинг и биологические методы контроля вредителей и патогенов древесных растений: от теории к практике» (Москва. 18-22 апреля 2016 г.). Красноярск. 2016. С. 85 – 86.
15. Зейналов А.С. Биоэкологические особенности развития и вредоносность вишневой мухи в Нечерноземной зоне // Плодоводство и ягодоводство России. 2016. Т. XXXXVI. С. 105 – 108.
16. Зейналов А.С., Грибоедова О.Г. Генетическая и экологическая обусловленность адаптационных возможностей *Psylla pyri* L. в суровых климатических условиях // Плодоводство и ягодоводство России. 2016. Т. XXXXIV. С. 157 – 161.
17. Зейналов А.С., Грибоедова О.Г. Некоторые особенности биоэкологии северных популяций обыкновенной грушевой медяницы *Psylla pyri* L. // Садоводство и виноградарство. 2016. №3. С. 35 – 40.
18. Зейналов А.С. Эпифитотия ржавчины на груше в Подмосковье и способы ее ограничения // Садоводство и виноградарство. 2016. №6. С. 23 – 28.
19. Зейналов А.С. Особенности экологии и мониторинг вишневой мухи в Подмосковье: Материалы Всероссийской конференции с международным участием «Мониторинг и биологические методы контроля вредителей и патогенов древесных растений: от теории к практике» (Москва. 18-22 апреля 2016 г.). Красноярск. 2016. С 87 – 88.

20. Зейналов А.С. Особенности развития и регулирование численности сливовой плодовой гнили *Grapholita funebrana* Fr. в Центрально-Нечерноземной зоне // Плодоводство и ягодоводство России. 2017. Т. XXXXVIII. Ч. 1. С. 107 – 110.
21. Зейналов А.С. Устойчивость сортов и научно обоснованные защитные мероприятия основа стабильности агроэкосистем косточковых культур. Международная дистанционная научно-практическая конференция «Актуальные и новые направления в селекции и семеноводстве сельскохозяйственных культур». 18 февраля 2017 г., г. Владикавказ. С. 176 – 178.
22. Мигулин А.А., Осмоловский Г.Е., Литвинов Б.М., Покозий И.Т., Поспелов С.М. Сельскохозяйственная энтомология. М.: «Колос», 1983 (издание второе, переработанное). 416 с.
23. Третьяков Н.Н., Митюшев И.М. Защита плодовых культур от вредителей. М.: Издательство РГАУ-МСХА. 2012. 141 с.

References

1. Amelehina T.V. Ispol'zovanie polovogo feromona jablonnoj plodozhorki v integrirovannoj sisteme zashhity jabloni ot vreditel'ej v Nechernozemnoj zone RSFSR: avtoref. dis. ... kand. s.-h. nauk. M. 1990. 20 s.
2. Bondarenko N.V., Pospelov S.M., Persov M.P. Obshhaja i sel'skohozjajstvennaja jentomologija. M.: Kolos. 1983. 416 s.
3. Vasil'ev V.P., Livshhic I.Z. Vrediteli plodovyh kul'tur. M.: «Kolos». 1984. 399 s.
4. Griboedova, O.G., Zejnalov A.S. Jekologicheskaja plastichnost' popul'acij *Psylla pyri* L. v uslovijah Moskovskoj oblasti // Plodovodstvo i jagodovodstvo Rossii. 2014. T. XXXIII. S. 56 – 59.
5. Griboedova, O.G., Zejnalov A.S. Rasshirenie assortimenta preparatov v bor'be s obyknovennoj grushevoj medjanicej: Materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii «Konkurentnosposobnye sorta i tehnologii dlja vysokoeffektivnogo sadovodstva». Orjol. 2015. S. 42 – 43.
6. Griboedova O.G., Zejnalov A.S. Ustojchivye k *Psylla pyri* L. sorta kak faktor jekologizacii i stabilizacii fitosanitarnoj obstanovki v nasazhdenijah grushi // Mezhdunarodnaja nauchno prakticheskaja konferencija «Fundamental'nye i prikladnye issledovaniya v bioorganicheskom sel'skom hozjajstve Rossii, SNG i ES»: Materialy dokladov, soobshhenij (Bol'shie Vjazemy 9-12 avgusta 2016 g.). M.: 2016. T. 1. S. 390 – 397.
7. Griboedova O.G. Biologija, jekologija, vredonosnost' grushevoj medjanicy (*Psylla pyri* L.) v uslovijah Nechernozemnoj zony Rossii i mery bor'by s nej: avtoref. dis. ... kand. biol. Nauk. M.: 2017. 25 s.
8. Zejnalov A.S. Sovremennye tendencii izmenenija fitosanitarnoj obstanovki, vidovogo sostava, chislennosti i vredonosnosti fitofagov i patogenov v nasazhdenijah plodovyh i jagodnyh kul'tur // Plodovodstvo i jagodovodstvo Rossii. 2013. T. XXXVI. Ch. 1. S. 218 – 224.
9. Zejnalov A.S. Biojekologicheskie osobennosti razvitija i vredonosnost' jeriofidnyh kleshhej na slive v uslovijah Moskovskoj oblasti: Mater. mezhd. konf. «Sovremennye sorta i tehnologii dlja intensivnyh sadov». Orel. 2013. VNIISPK. S. 103 – 105.
10. Zejnalov, A.S. Medjanica – opasnyj vreditel' grushi v Nechernozjomnoj zone Rossii // Agro XXI. 2013. №4-6. S. 33 – 35.
11. Zejnalov, A.S., Griboedova O.G. Osobennosti biologii i metodov bor'by s grushevoj medjanicej v Nechernozjomnoj zone // Plodovodstvo i jagodovodstvo Rossii. 2014. T. XXXVIII. Ch. 1. S. 169 – 175.
12. Zejnalov, A.S., Griboedova O.G. Sistema antirezistentnoj bor'by s obyknovennoj grushevoj medjanicej // Zashhita i karantin rastenij. 2015. №7. S. 25 – 28.
13. Zejnalov A.S., Metlickaja K.V., Churilina T.N. Paraziticheskie jeriofioidy kostochkovykh kul'tur i sistema jekologizirovannogo kontrolja ih chislennosti: Mater. nauch. konf. «Teorija i praktika bor'by s parazitarnymi boleznyami». M.: VNIIP. 2015. Vyp. 16. S. 165 – 167.
14. Zejnalov A.S. Monitoring severnyh popul'acij slivovoj plodozhorki: Materialy Vserossijskoj konferencii s mezhdunarodnym uchastiem «Monitoring i biologicheskie metody kontrolja vreditel'ej i patogenov drevesnyh rastenij: ot teorii k praktike» (Moskva. 18-22 aprelja 2016 g.). Krasnojarsk. 2016. S. 85 – 86.
15. Zejnalov A.S. Biojekologicheskie osobennosti razvitija i vredonosnost' vishnevoj muhi v Nechernozemnoj zone // Plodovodstvo i jagodovodstvo Rossii. 2016. T. XXXXVI. S. 105 – 108.
16. Zejnalov A.S., Griboedova O.G. Geneticheskaja i jekologicheskaja obuslovlennost' adaptacionnyh vozmozhnostej *Psylla pyri* L. v surovyh klimaticheskikh uslovijah // Plodovodstvo i jagodovodstvo Rossii. 2016. T. XXXXIV. S. 157 – 161.
17. Zejnalov A.S., Griboedova O.G. Nekotorye osobennosti biojekologi severnyh popul'acij obyknovennoj grushevoj medjanicy *Psylla pyri* L. // Sadovodstvo i vinogradarstvo. 2016. №3. S. 35 – 40.
18. Zejnalov A.S. Jepifitotija rzhavchiny na grushe v Podmoskov'e i sposoby ee ogranichenija // Sadovodstvo i vinogradarstvo. 2016. №6. S. 23 – 28.

19. Zejnalov A.S. Osobennosti jekologii i monitoring vishnevoj muhi v Podmoskov'e: Materialy Vserossijskoj konferencii s mezhdunarodnym uchastiem «Monitoring i biologicheskie metody kontrolja vreditel'ej i patogenov drevesnyh rastenij: ot teorii k praktike» (Moskva. 18-22 aprelja 2016 g.). Krasnojarsk. 2016. S 87 – 88.

20. Zejnalov A.S. Osobennosti razvitija i regulirovanie chislennosti slivovoj plodozhorki *Grapholitha funebrana* Fr. v Central'no-Nechernozemnoj zone // Plodovodstvo i jagodovodstvo Rossii. 2017. T. XXXXVIII. Ch. 1. S. 107 – 110.

21. Zejnalov A.S. Ustojchivost' sortov i nauchno obosnovannye zashhitnye meroprijatija osnova stabil'nosti agrojekosistem kostochkovyh kul'tur. Mezhdunarodnaja distancionnaja nauchno-prakticheskaja konferencija «Aktual'nye i novye napravlenija v selekcii i semenovodstve sel'skohozjajstvennyh kul'tur». 18 fevralja 2017 g., g. Vladikavkaz. S. 176 – 178.

22. Migulin A.A., Osmolovskij G.E., Litvinov B.M., Pokozij I.T., Pospelov S.M. Sel'skohozjajstvennaja jentomologija. M.: «Kolos», 1983 (izdanie vtoroje, pererabotannoe). 416 s.

23. Tret'jakov N.N., Mitjushev I.M. Zashhita plodovyh kul'tur ot vreditel'ej. M.: Izdatel'stvo RGAU-MSHA. 2012. 141 s.

*Zeynalov A.S., Doctor of Biological Sciences (Advanced Doctor),
All-Russian Horticultural Institute for Breeding, Agrotechnics and Nursery*

ECOLOGICAL AND PHYTOSANITARY CONSEQUENCES OF CLIMATE CHANGE IN THE PLANTINGS OF FRUIT CULTURES

Abstract: climate change in recent decades have influenced the phytosanitary situation in the plantations of fruit crops in the Nonblacksoil zone, advanced in the more Northern regions and expanded area planted in various crops, traditionally grown in the southern and middle area of horticulture. Together with them there was a migration and adaptation of harmful organisms to new territories. There are new pests and diseases, there is a change in Bioecology previously found phytophages and pathogens, lengthened the period of their harmfulness. Intensified was believed to be secondary or minor pests. The current ecological and phytosanitary imbalance, along with the emergence of new varieties and expansion of their range, changes in technologies of growing crops, uncontrolled exchange of plant material led to the complication of the phytosanitary situation.

Keywords: climate change, agroecosystems, pests, diseases, phytosanitary situation

*Изверская Т.Д.,
Гендов В.С.,
Ботанический сад (Институт) Академии наук Молдовы,
Сыродоев Г.Н.,
Институт экологии и географии Академии наук Молдовы*

КРИТИЧЕСКИ УГРОЖАЕМЫЕ ВИДЫ СОСУДИСТОЙ ФЛОРЫ БАСЕЙНА РЕКИ ДНЕСТР В РЕСПУБЛИКЕ МОЛДОВА: ПРОГНОЗ ПОВЕДЕНИЯ В НОВЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

Аннотация: на базе сценариев изменения климата, даны прогнозы поведения критически уязвимых видов, произрастающих в бассейне реки Днестр, включенных в третье издание Красной книги Республики Молдова. Наиболее уязвимыми окажутся критически уязвимые виды характерных для гумидных стран, особенно сохранившиеся в 1-3 локалитетах, которые могут сократить численность вплоть до полного исчезновения. Наиболее устойчивы южные аридные виды, которые потенциально смогут расселяться по территории всей страны.

Ключевые слова: критически уязвимые виды растений, бассейн Днестра, изменение климата

Последствия изменений среды обитания биоты, вызванных глобальным потеплением климата, проявляются уже в настоящее время в виде комплексной, часто неоднозначной и противоречивой реакции видов растений и могут усилиться в ближайшем будущем [7].

Прогнозирование реакций природных экосистем и видов в новых климатических условиях – одна из важнейших областей исследований ученых всего мира. Исследования проводятся в различных направлениях и уже получены многочисленные свидетельства происходящих изменений в поведении растений в условиях аридизации. Так, сделана оценка потенциального будущего неблагоприятного воздействия выявленных стрессов для Средне-Атлантического региона США [16]; на фоне тренда повышения температур зарегистрированы изменения в распространении видов [8], в фенологических фазах развития, в частности, смещение сроков наступления и продолжительности вегетации [1, 3, 13].

Прогнозируется разнонаправленная реакция различных видов растений или групп видов на изменения температуры и влагообеспеченности местообитания. Для одних видов предполагается увеличение обилия и расширение распространения [4] (например, локальное расселение по территории с возможным расширением ареала и сдвигом к северу границ некоторых южных видов, для других – сужение распространения, главным образом, водно-болотных видов [14] и некоторых лесных доминантов [1, 10]. В связи с изменениями климата ожидается сокращение генетического разнообразия популяций редких, уязвимых и эндемичных видов, сокращение их обилия и распространения. Предполагается значительное расселение уже занесенных чужеродных агрессивных видов и инвазия новых, расселение экзотических видов-интродуцентов [15]. В целом, ожидается снижение

биоразнообразия за счет ускоренного исчезновения видов, обусловленного воздействием современных стрессов и неспособностью многих из них адаптироваться к быстро изменяющимся условиям нового климата [8].

Первые шаги в прогнозировании поведения флоры Молдовы в новых климатических условиях были осуществлены в начале 2000-х годов [2, 5, 19]. Новые проекции изменения климата республики [2] потребовали критического пересмотра полученных ранее результатов. Поэтому, поскольку Днестр, являясь главной рекой Молдовы, предоставляет стране уникальные экосистемные услуги, в том числе по сохранению местообитаний уязвимых видов растений. В настоящей статье мы попытались дать прогнозы возможной реакции флоры на вероятные последствия изменения регионального климата. Индикаторами подобных изменений стали критически уязвимые виды сосудистых растений в бассейне Днестра.

Для прогнозов поведения критически уязвимых видов в бассейне Днестра использованы проекции изменения ключевых климатических показателей и их производных, основанных на принципиально новых методологических подходах [9, 11]. Это результаты применения 4 *Репрезентативных Путей Концентрации* (*Representative Concentration Pathways, RCPs*) [2], разработанных на базе новых сценариев для прогнозов и проекций изменения климата [12] для 5-го Отчета МГЭИК [9]:

- **RCP8.5** – путь высокой радиационной нагрузки;
- **RCP6.0** и **RCP4.5** – два промежуточных стабилизационных пути;
- **RCP2.6** – стабилизационный путь.

Проекция изменения температуры воздуха

Анализ проекций изменения средней температуры воздуха в их сезонной динамике (рис. 1) в

Молдавской части бассейна Днестра [2] для двух временных горизонтов при различных радиационных нагрузках показывает:

- При стабилизации радиационной нагрузки (сценарий *RCP2.6*), среднегодовая температура воздуха будет повышаться на 0.2°C к середине нынешнего столетия и на 0.3°C – к концу столетия. Наибольшее повышение проецируется при высокой радиационной нагрузке (*RCP8.5*). В первой половине столетия повышение средних годовых температур будет составлять $1.6-1.7^{\circ}\text{C}$, а к концу столетия повышение температуры составит 4.4°C . Сценарий промежуточной стабилизации радиационной нагрузки (*RCP4.5*) начнется во второй половине столетия, когда

снизятся максимально ожидаемые температуры на 2°C .

- Наибольшее потепление следует ожидать в зимний период, когда оно может составить 0.5°C до более 2°C к середине столетия и $1.0-5.5^{\circ}\text{C}$ – к его концу. Достаточно высокий рост средних температур, ожидается в летние месяцы и может составить порядка $1.5-1.7^{\circ}\text{C}$ к 2050-м годам и более 4.5°C – в последнем 30-лети. В переходные сезоны рост температур несколько ниже.

- Прогнозируется несколько меньший прирост зимних температур и, наоборот, больший рост летних температур в нижней части Днестра.

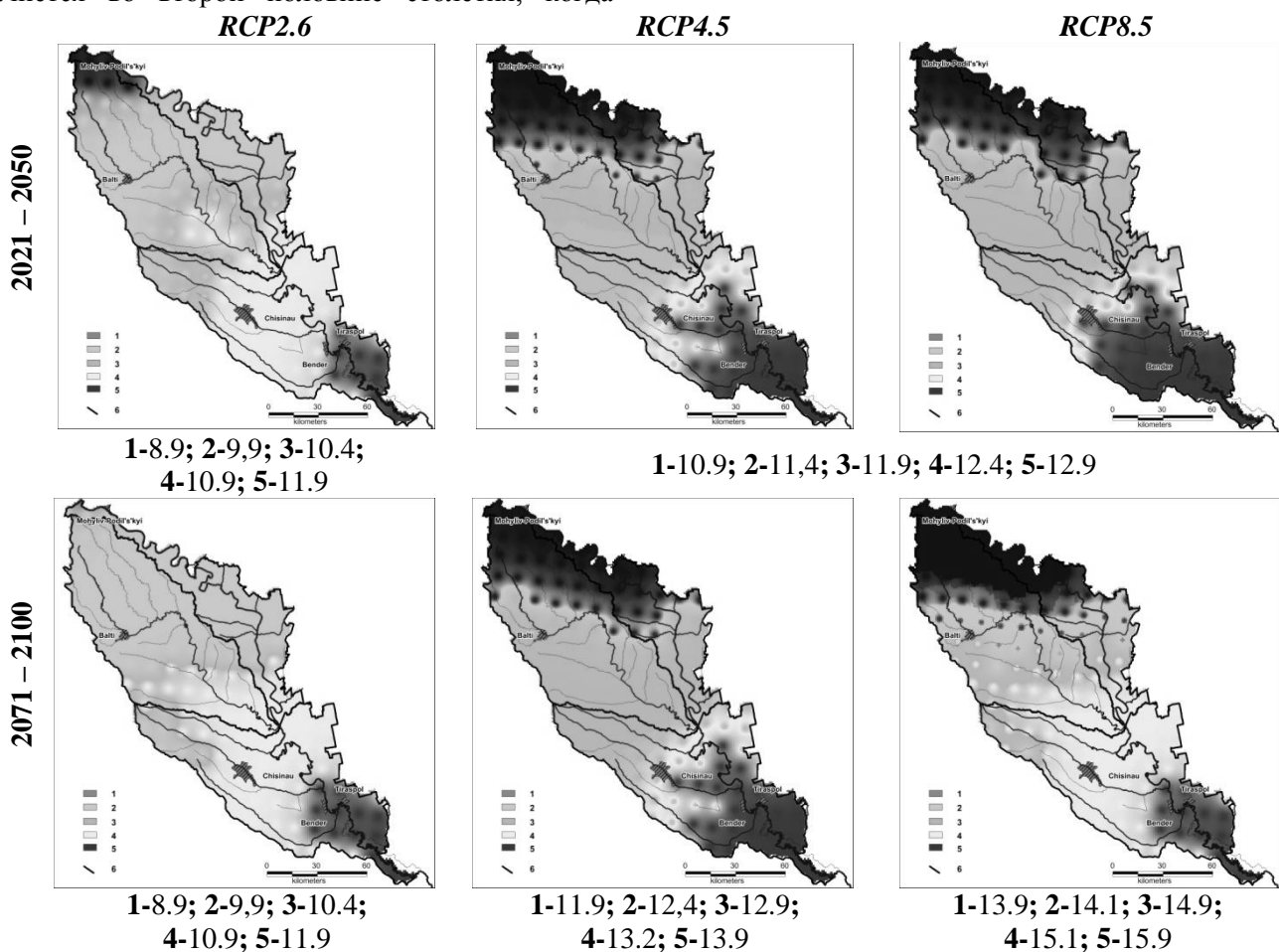


Рис. 1. Проекция среднегодовой температуры воздуха для двух временных горизонтов и трех *RCP*, $^{\circ}\text{C}$. 6 – граница суббассейна

Проекция изменения количества осадков

Анализ результатов моделирования распределения суммарных годовых осадков (рис. 2) позволяет сделать следующие выводы:

1. К середине нынешнего столетия, при условии стабилизации концентрации выбросов (сценарий *RCP2.6*), количество годовых осадков в Молдавской части бассейна Днестра сократится на 5.3% , а во второй половине столетия дальнейшее сокращение практически прекратится, достигнув лишь

6.4% . В условиях промежуточной стабилизации (*RCP4.5*) или высокой радиационной нагрузки (*RCP8.5*), в середине столетия суммарные годовые осадки ожидаются фактически на уровне 1971-2000 годов, а затем к концу столетия возрастут, примерно на 5% для *RCP4.5* и в пределах 1% – для *RCP8.5*.

2. Наибольшие изменения ожидаются в весенне-летний период. При этом осадки, при всех вариантах радиационной нагрузки, будут умень-

шаться летом, но несколько возрастать весной, за исключением второй половины столетия для RCP2.6 сценария. Таким образом, ожидается свое-

образное смещение осадков теплого периода на более ранний срок.

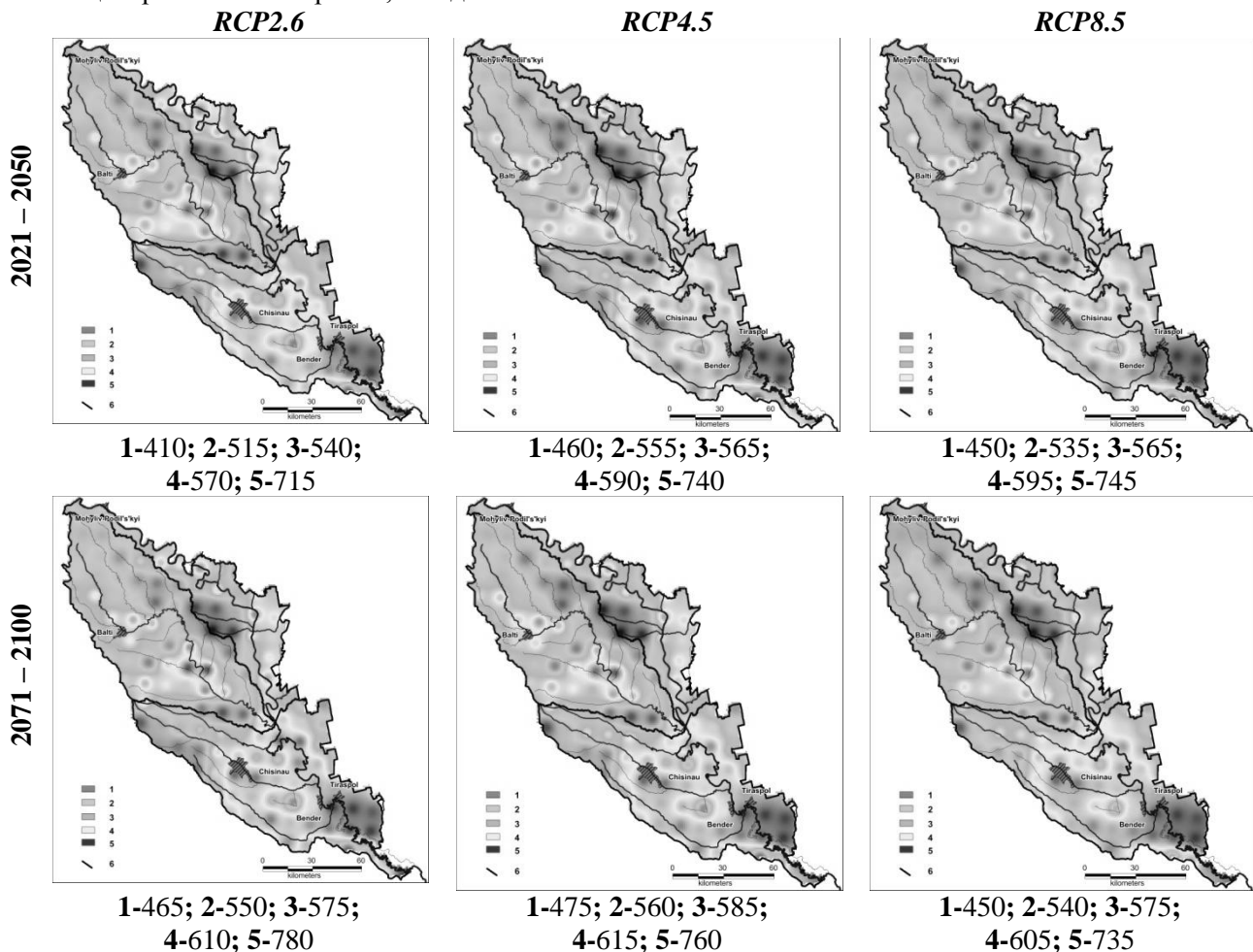


Рис. 2. Проекция среднегодовой суммарных годовых осадков для двух временных горизонтов и трех RCP, мм. 6-граница суббассейна (по [2])

Приводимые проекции, применительно к территории бассейна следует рассматривать как ориентировочные. Тем не менее, они позволяют достаточно хорошо оценить направления и масштабы возможных изменений в прикладных характеристиках климата [2].

В связи с ожидаемым изменением климата, когда рост температур не будет компенсирован увеличением осадков, предполагается сохранение достаточности ресурсов водного стока в средней части бассейна Днестра и сокращение уровня стока – в низовьях Днестра. Таким образом, увеличение аридности климата будет сочетаться с дефицитом водных ресурсов Днестра [2].

Оценка уязвимости флоры в целом и отдельных видов основывается на анализе их современного состояния – состава экобиоморф, географического распространения, эколого-фитоценотической приуроченности и численности популяций на территории бассейна Днестра в Молдове. Анализ видов по принадлежности к географическим

центрам происхождения [17] и более крупным подразделениям – ареалам гумидных и аридных стран – дает материал для прогнозирования их поведения в новом климате. Особое место занимают наиболее уязвимые виды высоких категорий редкости, анализ которых необходим для прогнозирования возможности сохранения/исчезновения в проектируемом климате. Учтены предположения [6], основанные на базе моделирования, в зависимости от взаимоотношений видов:

- потенциальный сдвиг географического распространения европейских видов может достигать нескольких сотен и даже более 1000 км;
- скорость смещения может достигать 24-81 км за десять и более лет, что в несколько раз быстрее, чем в четвертичный период;
- к концу столетия возможные ареалы большинства видов будут меньше современных, занимая менее их половины, или даже не совпадать;

➤ некоторые виды, ныне обитающие в Европе, не найдут новых условий существования.

Критически угрожаемые виды бассейна реки Днестр

Вследствие большого числа видов на краях географических ареалов и крайне низкой сохранности природных растительных сообществ, одной из особенностей флоры Молдовы является наличие в ее составе значительного числа редких и исчезающих видов. В числе редких присутствуют реликты и эндемики. Редкие, различных категорий редкости, виды сосудистых растений составляют в настоящее время порядка 30% от общего состава флоры, в том числе 83 критически угрожаемых, включенных в 3-е издание Красной книги Республики Молдова [18]. В различных сообществах в бассейне Днестра встречаются 50 видов, в том числе 12 третичных реликтов (*Crataegus pentagyna* Waldst. et Kit., *Cypripedium calceolus* L., *Dactylorhiza majalis* (Reichenb.) P.F.Hunt et Summerhayes, *Epipactis palustris* (L.) Crantz, *Gymnospermium odessanum* (DC.) Takht., *Gymnocarpium robertianum* (Hoff.) Newm., *Gymnocarpium dryopteris* (L.) Newm., *Monotropia hypopitys* L., *Ophioglossum vulgatum* L., *Paronychia cephalotes* (Bieb.) Bess., *Sternbergia colchiciflora* Waldst. et Kit., *Trapa natans* L.) и 4 эндемика (*Colchicum triphyllum* G. Kunze, *Gymnospermium odessanum* (DC.) Takht., *Thymus calcareus* Klok. et Des.-Schost. и *Steris atropurpurea* (Griseb.) Holub). На границе ареала встречаются 31 вид, из которых 18 – на южной, 10 – на северной и 3 вида – на восточной. Все они крайне уязвимы из-за малочис-

ленности популяций и ограниченного распространения в регионе.

Причины редкости видов различны. Одним из основных факторов увеличения числа редких растений во второй половине 20 века является многообразное антропогенное воздействие, главным образом уничтожение биотопов и нарушение экологических условий (многочисленные посадки интродуцентов (*Robinia pseudoacacia*, *Pinus pallasiana*, *Quercus rubra*, *Picea abies*, *Swida australis*), выпас скота, строительство дренажных сетей, плотин, дорог, загрязнение и т.п.).

Среди экосистем, поддерживающих популяции критически угрожаемых видов растений, наиболее уязвимых к воздействию изменения климата, названы пресноводные среды обитания и водноболотные угодья. В сторону экологического минимума предполагается смещение условий для мезофитов и гигрофитов зональных сообществ [1]. В новых прогнозируемых сценариях аридизации климата предполагается удлинение вегетационного периода растений. В условиях значительного дефицита влаги это повлечет стрессовое состояние растений – прекращение роста и появление/удлинение диапаузы, повышение вероятности гибели особей и популяций. В связи с этим, на фоне приоритетных рисков (Табл. 1) и региональных факторов уязвимости (Бокс 1) в проецируемых изменениях климата, вероятно снижение устойчивости большинства аборигенных лесов и травянистых экосистем [2]. Особенно сильно изменения затронут сообщества и виды в бассейне Нижнего Днестра.

Таблица 1

Приоритетные риски для лесов и степных сообществ по климатическим зонам Республики Молдова [2]

Риски	Агроклиматические зоны		
	Северная	Центральная	Южная
Изменение состава лесов*	низкий	средний	высокий
Возможное увеличение смертности деревьев	низкий	средний	высокий
Негативные последствия для видов, чувствительных к изменению температуры	низкий	средний	высокий
Негативные последствия для видов, чувствительных к нехватке влаги	средний	высокий	высокий
Увеличение повреждений от пожаров, ураганов, наводнений и засух	низкий	средний	средний

*снижение распространения мезофильных лесов из *Fagus sylvatica*, *Quercus petraea*, *Quercus robur* в пользу ксерофильных лесов из *Quercus pubescens* с *Cotinus coggygria* и ксерофитных степей/пастбищ

Бокс 1. Региональные факторы уязвимости

- ограниченность распространения и малочисленность популяций видов;
- произрастание многочисленных видов на краях ареалов;
- низкая плотность популяций видов в связи с сокращением численности;
- ограниченная способность видов к расселению;
- редкое спорадическое распространение стенобионтных видов;
- низкая сохранность и фрагментированность природных экосистем;
- высокая выраженность вторичных природных экосистем с явными признаками деградации.

В бассейне Среднего Днестра в северной и центральной зонах встречаются 30 критически угрожаемых видов. Из них 21 вид, характерный для северных гумидных (циркумполярных, евроазиатских, европейских, включая центральноевропейские) стран и 9 видов – для южных аридных (средиземноморских, балканских, паннонских, понтических, азиатских) регионов. На пределе своего распространения зафиксированы 19 видов, в том числе преобладающее большинство из них 14 – на южном, 3 – на северном и 2 – на восточном. Встречаются они крайне ограниченно, большинство в 1-3 локалитетах, произрастая в лесах и лесном окружении (17 видов) и лугах (4 вида). Поскольку к прогнозируемой аридизации климата более чувствительны наименее устойчивые к засухе, длительно вегетирующие виды лесных и, отчасти, луговых, в силу ограниченности распространения и деградированности местообитаний, предполагается потенциальный сдвиг географического распространения и сокращение численности, вплоть до полного исчезновения видов гумидных стран, произрастающих в бассейне Среднего Днестра в 1-3 локалитетах, которые обуславливают южный предел общего ареала. Это *Epipactis purpurata* Smith, *Hypericum montanum* L., *Hypericum tetrapterum* Fries, *Laserpitium latifolium* L., *Ophioglossum vulgatum* L., *Pulsatilla patens* (L.) Mill., *Pyrola rotundifolia* L. При этом возможно увеличение численности локальных популяций и расширение распространения видов (*Allium montanum* F.W. Schmidt, *Carex rhizina* Blytt ex Lindb., *Centaurea salonitana* Vis., *Paronychia cephalotes* (Bieb.) Bess., *Scorzonera austriaca* Willd., *Scutellaria supina* L., *Thalictrum foetidum* L., *Thymus calcareus* Klok. et Des.-Schost.) аридных стран, приуроченных к местообитаниям каменистых степей и петрофитных сообществ известняков.

В бассейне Нижнего Днестра в южной зоне, подверженной значительным рискам в новом климате (Табл. 1), встречаются 15 критически угрожаемых видов. Из них 5 видов северных гумидных (евроазиатских) регионов и 10 видов – для аридных (средиземноморских, балканских, паннонских, понтических, сарматских). На границе ареала

зафиксированы 8 видов, в том числе большинство из них 5 – на северном, 3 – на южном и 1 – на восточном. Все виды встречаются крайне редко, все в 1-3 локалитетах. Произрастают в разнообразных биотопах: под пологом и на полянах лесов из *Quercus pubescens* («гырнецов») 4 вида, на степных склонах – 8 видов, на мелководьях Кучурганского лимана в составе водно-болотной растительности – 2 вида и 1 вид приурочен к водной поверхности Днестра. Наиболее уязвимыми в новом климате окажутся виды (*Erodium ciconium* (L.) L'Her., *Scirpus supinus* L., *Stratiotes aloides* L.), характерные для гумидных регионов, произрастающие в бассейне Нижнего Днестра в 1 локалитете. Возможно исчезновение евроазиатского вида *Stratiotes aloides*, место произрастание в бассейне Днестра обуславливает южный предел его ареала. Для видов южных центров происхождения и современного распространения прогнозируется увеличение численности локальных популяций и расширение распространения в регионе. Несмотря на высокие потенциальные риски для лесных и степных ценозов (Табл. 1) Нижнего Днестра, мы предполагаем для видов, произрастающих на северном пределе ареала смещение границ распространения к северу. Это обуславливается тем, что здесь будет создаваться благоприятный климат для произрастания лесных видов (*Medicago rigidula* (L.) All., *Gymnospermium odessanum* (DC.) Takht., *Pyrus elaeagnifolia* Pall.) входящих в сопровождающую свиту средиземноморского вида *Quercus pubescens*, формирующего куртинные древостои, и для ксерофильных видов (*Colchicum triphyllum* G. Kunze, *Sternbergia colchiciflora* Waldst. et Kit.), характерных для сообществ настоящих степей.

В бассейне Днестра в целом, в его среднем и нижнем течении, встречаются (в 2-8 локалитетах) только 4 критически угрожаемых вида – *Astragalus pubiflorus* DC., *Dactylorhiza majalis* (Reichenb.) P.F. Hunt et Summerhayes, *Maianthemum bifolium* (L.) F.W. Schmidt, *Orchis morio* L. и *Orchis purpurea* Huds. Для *Dactylorhiza majalis* и *Maianthemum bifolium*, произрастающих в регионе на южном пределе ареала, предполагается сохранение усло-

вий произрастания лишь в бассейне Среднего Днестра. При этом ожидается ослабление жизненного состояния сохранившихся особей. Для степно-лугового *Orchis purpurea*, произрастающего в бассейне Днестра на юго-восточном пределе во влажных биотопах полей и опушек грабовой дубравы из *Quercus robur*, также ожидается сохранение вида лишь в бассейне Среднего Днестра, поскольку в бассейне Нижнего, при проецируемой аридизации, условия для жизнедеятельности исчезают. Длительность существования этих видов, обусловленная индивидуальной устойчивостью, может быть отслежена только при проведении мониторинга. И наоборот, для степного *Astragalus pubiflorus*, зафиксированного всего в 2 пунктах, проецируется сохранение условий произрастания в бассейне Нижнего Днестра и ожидается создание благоприятных условий в бассейне Среднего Днестра.

Выводы

Изменения в составе критически угрожаемых видов Молдовы в бассейне Днестра при изменении климата могут быть следующими:

- ✓ снижение численности и ценотического значения древесно-кустарниковых растений;
- ✓ уменьшение численности и ценотической роли гигрофитов и мезофитов и усиления ксерофитов;
- ✓ сокращение численности видов гумидных регионов (европейских, евразийских, циркумпо-

лярных) и усиление значения видов аридных регионов (средиземноморских, балканских, понтийских и сарматских);

- ✓ уменьшение численности и возможное исчезновение из флоры зональных типов леса мезофильных видов (древесных, кустарников и травянистых многолетников);
- ✓ изменение распространения видов в направлении сокращения площади лесных и расширения распространения степных видов;
- ✓ разрушение стенотопных биотопов вследствие учащения экстремальных погодных явлений, способствующих усилению эрозии на известняках;
- ✓ регрессивное развитие ареалов северных видов и прогрессивное – южных; возможно смещение границ распространения за счет сдвига границ к северу.

В целом, наиболее уязвимыми окажутся критически угрожаемые виды гумидных стран, особенно сохранившиеся в 1-3 локалитетах, которые могут сократить свою численность вплоть до полного исчезновения. Наиболее устойчивы южные аридные растения, которые потенциально смогут расселяться по территории всей страны.

Одним из путей сохранения угрожаемых видов в новом климате является их размножение в условиях *ex-situ* с последующей реинтродукцией в природные местообитания, предпочтительно на охраняемых государством территориях, для увеличения числа мест их произрастания.

Литература

1. Изверская Т.Д., Шабанова Г.А. Прогноз поведения флоры в условиях изменяющегося климата / Климат Молдовы в XXI веке: проекции изменений, воздействий, откликов. Кишинев, 2004. С. 151-175.
2. Уязвимость к изменению климата: Молдавская часть бассейна Днестра: Монография / Р. Коробов, Тромбицкий И., Сыродоев Г., Андреев А. Междунар. ассоц. хранителей реки Есо-TIRAS. Кишинев, 2014 (Tipogr. "Elan Poligraf"). 336 с.
3. Ahas R., Aasa A., Menzel A., et al. Changes in European Spring Phenology // Int. J. Climatol. 2002. V. 22. P. 1727 – 1738.
4. Alward R.D., Detling J.K., Michunas D.G. Grassland vegetation changes and nocturnal global warming // Science. 1999. V. 283. P. 229 – 231.
5. First National Communication of the Republic of Moldova under the United Nations Framework Convention on Climate Change, 2000. Chisinau. 74 p.
6. Huntley B. Climatic change and conservation of European biodiversity: towards the development of adaptation strategies. Biodiversity and climate change: Reports and guidance developed under the Bern Convention. V. I. Nature and Environment, 2010. V. 156, №1. P. 5 – 104.
7. IPCC, 2002: Climate Change 2001: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to The Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [McCarthy J.J., Canziani O.F., Leary N.A., et al. (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2002. 1032 p.
8. IPCC, 2002: Climate Change and Biodiversity [Gitay H., Suárez A., Watson R.T., Dokken D.J. (eds.)]. Geneva, Switzerland, 2002. 85 p.
9. IPCC, 2013: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, et al. (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2013.

10. Iverson L.R., Prasad A.M. Predicting abundance of 80 tree species following climate change in the eastern United States // *Ecol. Monogr.* 1998. Vol. 68. P. 465 – 485.
11. Jacob D., J. Petersen, B. Eggert et al. EURO-CORDEX: new high-resolution climate change projections for European impact research. *Reg Environ Change*, DOI 10.1007/s10113-013-0499-2. 2013.
12. Moss R.H., Edmonds J.A., Hibbard K.A., et al. The next generation of scenarios for climate change research and assessment // *Nature*. 2010. 463: 747 – 756.
13. Parmesan C., Yohe G. A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural ecosystems // *Nature*. 2003. V. 421. N2. P. 37 – 42.
14. Pitelka L.F. Plant migration and climate change // *Am. Sci.* 1997. V. 85. P. 464 – 473.
15. Preparing for Changing Climate. The Potential Consequences of Climate Variability and Change. Report of the Mid-Atlantic Regional Assessment Team, Penn State, USA. 2000. 68 p.
16. Rogers C.E., McCarty S.P. Climate change and ecosystems of the Mid-Atlantic region // *Clim. Res.* 2000. CR Special 7, 14 (3): 235 – 244.
17. Sanda V., Popescu A., Doltu M.I., Donița N. Caracterizarea ecologică și fitocenologică a speciilor spontane din flora României // *Studii și Com. Șt. Nat. (Sibiu), Suppl.*, 1980. 126 p.
18. The Red Book of Republic of Moldova, 3rd ed. Chișinău, Știința, 2015. 492 p.
19. UNDP-Moldova. Climate change: Researches, studies, solutions, Articles collection, Chisinau, 2000. 176 p.

References

1. Izverskaja T.D., Shabanova G.A. Prognoz povedenija flory v uslovijah izmenjajushhegosja klimata / *Klimat Moldovy v XXI veke: proekcii izmenenij, vozdeystvij, otklikov.* Kishinev, 2004. S. 151-175.
2. Ujazvimost' k izmeneniju klimata: Moldavskaja chast' bassejna Dnestra: Monografija / R. Korobov, Trombickij I., Syrodov G., Andreev A. Mezhdunar. assoc. hranitelej reki Eco-TIRAS. Kishinev, 2014 (Tipogr. "Elan Poligraf"). 336 s.
3. Ahas R., Aasa A., Menzel A., et al. Changes in European Spring Phenology // *Int. J. Climatol.* 2002. V. 22. P. 1727 – 1738.
4. Alward R.D., Detling J.K., Michunas D.G. Grassland vegetation changes and nocturnal global warming // *Science*. 1999. V. 283. P. 229 – 231.
5. First National Communication of the Republic of Moldova under the United Nations Framework Convention on Climate Change, 2000. Chisinau. 74 p.
6. Huntley B. Climatic change and conservation of European biodiversity: towards the development of adaptation strategies. *Biodiversity and climate change: Reports and guidance developed under the Bern Convention.* V. I. *Nature and Environment*, 2010. V. 156, №1. R. 5 – 104.
7. IPCC, 2002: *Climate Change 2001: Impacts, Adaptation, and Vulnerability.* Contribution of Working Group II to The Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [McCarthy J.J., Canziani O.F., Leary N.A., et al. (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2002. 1032 p.
8. IPCC, 2002: *Climate Change and Biodiversity* [Gitay H., Suárez A., Watson R.T., Dokken D.J. (eds.)]. Geneva, Switzerland, 2002. 85 p.
9. IPCC, 2013: *Summary for Policymakers.* In: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis.* Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, et al. (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2013.
10. Iverson L.R., Prasad A.M. Predicting abundance of 80 tree species following climate change in the eastern United States // *Ecol. Monogr.* 1998. Vol. 68. P. 465 – 485.
11. Jacob D., J. Petersen, B. Eggert et al. EURO-CORDEX: new high-resolution climate change projections for European impact research. *Reg Environ Change*, DOI 10.1007/s10113-013-0499-2. 2013.
12. Moss R.H., Edmonds J.A., Hibbard K.A., et al. The next generation of scenarios for climate change research and assessment // *Nature*. 2010. 463: 747 – 756.
13. Parmesan C., Yohe G. A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural ecosystems // *Nature*. 2003. V. 421. N2. P. 37 – 42.
14. Pitelka L.F. Plant migration and climate change // *Am. Sci.* 1997. V. 85. P. 464 – 473.
15. Preparing for Changing Climate. The Potential Consequences of Climate Variability and Change. Report of the Mid-Atlantic Regional Assessment Team, Penn State, USA. 2000. 68 p.
16. Rogers C.E., McCarty S.P. Climate change and ecosystems of the Mid-Atlantic region // *Clim. Res.* 2000. CR Special 7, 14 (3): 235 – 244.

17. Sanda V., Popescu A., Doltu M.I., Donița N. Caracterizarea ecologică și fitocenologică a speciilor spontane din flora României //Studii și Com. Șt. Nat. (Sibiu), Suppl., 1980. 126 p.
18. The Red Book of Republic of Moldova, 3rd ed. Chișinău, Știința, 2015. 492 p.
19. UNDP-Moldova. Climate change: Researches, studies, solutions, Articles collection, Chisinau, 2000. 176 p.

*Izverskaya T.D.,
Gendov V.S.,
Botanical Garden (Institute) of Academy of Sciences of Moldova,
Syrodoyev G.N.,
Institute of Ecology and Geography of Academy of Sciences of Moldova*

A CRITICALLY ENDANGERED SPECIES OF VASCULAR FLORA OF THE DNIESTER RIVER BASIN IN MOLDOVA: PREDICTION OF BEHAVIOR IN NEW CLIMATIC CONDITIONS

Abstract: on the basis of new climate change scenarios, the predictions of the behavior of critically endangered species included in the 3rd edition of The Red Book of Republic Moldova, growing in the Dniester River basin is presented. The most vulnerable are critically endangered species of humid countries, especially those extant in 1-3 localities, which can reduce their numbers and possibly disappear completely. The southern arid plants are the most stable, which potentially can be spread throughout the country.

Keywords: critically endangered plant species, Dniester basin, climate change

*Исмаилова Г.З., докторант,
Ибрагимов Е.Р., доктор сельскохозяйственных наук,
Талаи Дж.М., кандидат биологических наук, доцент,
Научно-Исследовательский Институт Земледелия,
Шихлинский Г.М., доктор биологических наук, доцент,
Институт генетических ресурсов НАН Азербайджана*

ОЦЕНКА ФИТОПАТОЛОГИЧЕСКОЙ МУЧНИСТОЙ РОСЯНКИ С ИНТРОДУЦИРОВАННЫМИ ЯЧМЕННЫМИ ГЕНОТИПАМИ НА АБШЕРОНСКОМ ПОЛУОСТРОВЕ

Аннотация: растение ячмень заражается многими болезнями из-за своих ботанических, физиологических и агротехнических свойств. Развития на патогенных грибковых растениях и уровень пагубности зависят от степени заражения различных органов этих растений. Одни наблюдаемые болезни приводят к ослаблению корня, стебля, листьев и в итоге к нарушению обмена веществ; другие болезни являются причиной гибели этих растений. В статье применяется фитопатологическое оценивание мучной болезни (*Blumeria graminis* (DC.) Speer f. *hordei*) и примеры среди растений устойчивостью и средней устойчивостью к мучной болезни.

Ключевые слова: ячмень, генотип, мучнистая росинка, передача болезни, фитопатология, оценка, устойчивость

Ячмень (*Hordeum* L.) по распространению и потреблению среди злаковых растений занимает четвертое место после зерна, риса и кукурузы [20], в Азербайджане после зерна занимает второе место [8]. В мировых посевных полях злаковых растений на долю ячмени приходится 10% [7]. В настоящее время 65% собранного ячменя используется в кормозаготовке, 33% в пивном производстве, 2% в пищевой промышленности [1, 2]. В нашей стране 90% вырабатываемого ячменя применяется в кормозаготовке, а остальная часть используется в пищевой промышленности.

Ячмень ни при очень жарких, ни при очень холодных условиях не растет. То есть для его созревания нужна высокая влажность. Оптимальная температура для роста ячмени начинается с 0°C и заканчивается 18°-20°C, средняя влажность составляет 70-80%.

Это растение выносливо к холоду и засухе, в двухрядовых образцах созревает в основном в холодных областях, а в шестирядовых образцах созревает в жарких [3].

Биологические свойства ячмени создают условия для выращивания его в разных климатических условиях. Так как он набирает больше соли от почвы считается целесообразным пожинать ячмень в местах с большей сыростью. Так как засеянный ячмень намного больше соли набирает из засоленных мест, он улучшает качество почвы [5]. Урожайность ячменя всё ещё не отвечает современным требованиям. Среди главных факторов мешающих повышению урожайности растений особенное место занимает передача разных грибковых заражений [6]. Одно из грибковых заболеваний, наносящий ущерб ячмени считается мучнистой росянкой. С целью борьбы против этой

болезни необходимо изучить распространение болезнетворных образований, биологию, вред и другие качества.

Мучнистая росянка – это частое заболевание, особенно в областях где злаковые зернистые растения засеиваются, широко распространяясь, приносит вред всем органам растений (стебель, лист, колос, ость, стручок), приносит ущерб урожайности злаковых растений и отрицательное влияние на качество зерна. [4, 11, 12, 13].

(*Blumeria graminis* (DC.)) – Сначала признаки болезни появляются в виде образования на верхней поверхности листьев, и листовых влагалищах (особенно на нижних листьях), иногда и на колосьях с налетом от белого до светло-серого цвета, состоящего из колоний мицелия и конидий гриба. С возрастом мицелий становится желтовато-серым. Поверхностный мицелий гриба легко снимается при соприкосновении. Пораженная ткань растений становится хлоротичной, некротизируется и через несколько дней после заражения отмирает. В конце вегетации растений на мицелии развиваются черные сферические плодовые тела (клейстотеции), которые видны невооруженным глазом.

Для заражения растений мучнистой росой наиболее благоприятна умеренная температура (15-22°C), облачная погода и высокая влажность воздуха (75-100%) [21]. Гриб является высоко специализированным: пшеничная форма гриба поражает исключительно пшеницу. Имеются формы гриба, поражающие ячмень, овес и рожь. Дальнейшая специализация существует в виде рас. Мучнистая роса широко распространена в зонах возделывания зерновых культур с умеренно влажным и полузасушливым климатом.

Мучнистая росаянка в ячмени может завершиться утратой урожая от 10% до 15 %, а иногда это число может достигнуть 40%. Полагаясь на [10, 14, 15, 16, 17, 18, 19] – в посевных участках с низким результатом передачи болезни утрата урожая бывает в пределах 8-20%, а в участках с широким распространением болезни утрата урожая составляет 30 – 40%. Образователь приводит в то же время к понижению качества урожая, к снижению стойкости соломы (стебля) и к ухудшению других хозяйственных ценных признаков.

Поэтому с целью созданий новых ячменных сортов, обладающих высокой устойчивостью к заболеваниям, высокой урожайностью, высокими товарными свойствами начиная с 1997 года (ICARDA) в Международном Научном Центре были интродуцированы ячменные образцы с разными происхождениями. При проведении экологических испытаний на изучаемых образцах, на

них также проводятся фенологические наблюдения: изучение их стойкости против заболеваний, полеганий, морозов и засухи. Таким образом, в качестве интродуцированного материала (ICARDA) были взяты образцы ячмени и по этим образцам в Научно-Исследовательском Институте Земледелия Абшеронской области были проведены исследования. В исследуемой работе было проведено фитопатологическое исследование заражение мучнистой росаянки в 94 образцах природного фонда и их оценка. В наблюдаемом питомнике по исследуемым генотипам ячмени были изучены методические показатели предложенные В.И. Криченко и другими, подготовленный Н. Симлоковичем (1966) и применяемые оценки мучнистой росаянки в Европейских странах по 9 бальной шкале.

Результаты оценивания устойчивости против мучнистой росаянки ячменных генотипов показаны на рис. 1 и 2.



Рис. 1. Устойчивость к мучнистой росаянке в %

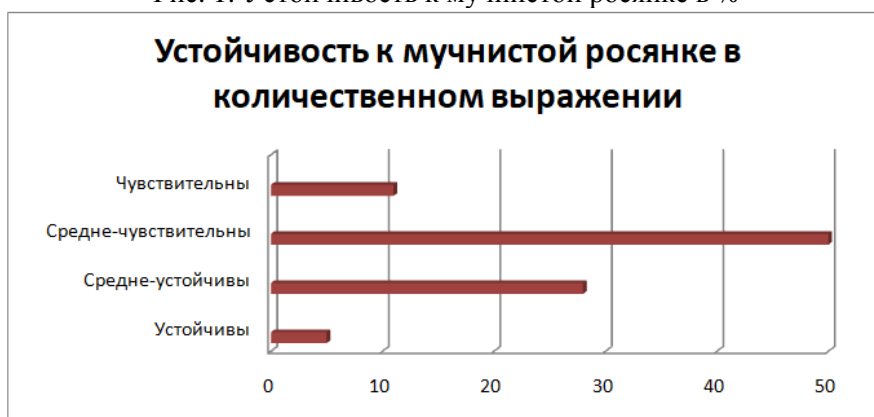


Рис. 2. Устойчивость к мучнистой росаянке в количественном выражении

В исследовательской работе в вегетационные периоды весны и лета средняя температура воздуха и относительная влажность благоприятствовали для развития этой болезни.

Результаты исследований показали что, в ячменных полях Абшеронской области Азербайджана мучнистая роса широко

распространена. Так, при исследованиях было определено что в ячменных растениях мучнистая роса наблюдалась на фазе кущения. Однако из-за быстрого изменения погоды развитие возбудителя задерживается. В начале месяца апреля в связи с благоприятными условиями развитие возбудителя значительно ускорилось. Таким образом, начиная

с фазы кушения наблюдаемая болезнь была развита до начала фазы созревания воска. В исследуемом питомнике степень передачи болезней было разной. Так, из 94-х образцов в питомнике (ИСБДСН 2015-2016) в 5 образцах (1 – 2 бала) 5% устойчивы; 28 образцов (3-4 баллов), 30% средне-устойчивы; 50 образцов (5-6 баллов)

53% средне-чувствительны; 11 образцов (7-8 баллов) 12% являлись чувствительными.

Несмотря на то что 2017-ый год прошёл благоприятно для появления мучнистой росы и её развития, в табл. 1 нашли своё отражение некоторые устойчивые и средне-устойчивые ячменные генотипы против заболеваний.

Таблица 1

Устойчивые и средне-устойчивые интродуцированные ячменные образцы мучнистой росы

S/s	Наименование образцов	Оценка устойчивости к мучнистой росе
1	Astrix	2
2	Igri	2
3	GRU-22639	2
4	Saida	2
5	Canadian Lakeshore	2
6	Skiff	3
7	CI 9825	3
8	Ssn/Bda//Arar/3/Gloria 'S'/Copal 'S'	3
9	P-05	3
10	P-13	3
11	LIGNEE527/GERBEL/3/BOYB*2/SURB//CI12 225.2D/4/BBSC/CONGONA	3
12	Athene	4
13	DZ-9-8	4
14	Beecher	4
15	Carvette	4
16	Mac Key-7	4
17	ESAK 33	4
18	Harrington	4
19	C-8755	4
20	NDB 5883	4
21	New Dale	4
22	P-08 A	4
23	P-14	4
24	P-20	4
25	P-21	4
26	SUNDRE	4
27	ZIG ZIG/PUNGSANCHAPSSALBORI	4
28	Mo.B 13 3 7/WI2291//Moroc 9-75/3/Mundah	4
29	6B89.2027/CHAMICO/5/P.STO/3/LBIRAN/U NA80//LIGNEE640/4/BLLU/5/PET UNIA 1	4
30	BR2/MERIT,B//MSEL	4
31	RWA.M54/3/K-247/2401-13//Vavilon/4/Meteor	4
32	Hml/4/Arta/3/Hml-02//Esp/1 808-4L	4
33	SLB44-56/Ligneel31	4

Литература

1. Anderson B., Q.Zue, R.Nevman and W. Nevman, 1991. Serum lipid concentration of chicken fed diets with flour or red dog from different types of glacier barley// Barley genetics VI: P. 461 – 465.
2. Bajzhanov Zh., Kokhmetova A., Bagdanova E. Drought resistance and yield stability in wheat genotypes grown in environment. The 1st central Asian wheat conference. Almaty: 2003. P. 546.

3. Parkov V. Adaptation of bread spring wheat from east Kazakhstan research Institute of Agriculture. The 1st central Asian wheat conference. Almaty: 2003. P. 478.
4. Shevchenko S., Sjukov V., Vjushkov A. Powdery mildew on wheat in Middle Volga region / The 1st central Asian wheat conference. Almaty: 2003. P. 484 – 487.
5. Sihibon E. Amino acid composition of Swedish wheat protein. Acto. Scanol 1962, p.148-156. The 1st central Asian wheat conference. Almaty: 2003. P. 490.
6. Ахмедов С.А. "Распространенность и вредоносность болезней ячменя, передающихся семенами в Азербайджане", 1981. С. 45 – 47.
7. Бахтеев Ф.Х. Ячмень // Сельхозгиз. М.-Л, 1955. С. 171 – 173.
8. Гулиев И., Мустафаева И., Мамедов М. // "Пшеница", Баку: 1983. С. 44 – 46.
9. Е. Дувейллер, П.К. Сингх, М. Меццалама, Р.П. Сингх, А. Дабабат Болезни и вредители пшеницы, FAO-SEK, Анкара-2014. С. 22 – 23. FAO [9].
10. Зобова Н.В. Использование генетических и биологических методов в селекции ячменя на адаптивность // Наука и техника, 2000. №6. С. 12 – 14.
11. Койшибаев М. Болезни зерновых культур. Алма-ата: 2002. С. 77 – 96.
12. Кривченко В.И., Черобедова М.А. Расовый состав возбудителя Мучнистой росы ячменя в Юго-Западной зоне // Бюллетен ВИР, 1998. Вып. 19. С. 26 – 28.
13. Манзюк В.Т., Козаченко М.Р. Яровая ячмень Харьковский 99 // Селекция и семеноводство. 1994. №5. С. 28 – 29.
14. Пересыпкин В.Ф. Мучнистая роса злаков // Сельскохозяйственная фитопатология. 1982. Т. 5. Вып. 9. №3. С. 37 – 40.
15. Полонский В.И. Состояние и перспективы селекции ячменя в РФР // Сельскохозяйственная биология. 2001. №6. С. 18 – 21.
16. Трофимовская А.Я. Ячмень. Л.: Колос, 1972. 296 с.
17. Тупицын Н.В., Валяйкин С.В., Реброва О.П. и др. Результаты селекции озимых пшеницы ячменя в Ульяновской ГСХА // Зерновое хозяйство. 2004. №1. С. 18 – 23.
18. Тупицын Н.В., Валяйкин С.В. К вопросу о возделывании озимого ячменя в Среднем Поволжье // сельскохозяйственная биология, 2004. №1. С. 12 – 15.
19. Шевченко С.Н., Сюков В.В., Вьюшков А.А. Мучнистая роса пшеницы в Среднем Поволжье: Материалы Первой Центрально-Азиатской конференции по пшенице. Алма-ата: 2003. С. 148 – 152.
20. <http://faostat.fao.org>
21. <https://www.daf.qld.gov.au/plants/field-crops-and-pastures/broadacre-field-crops/barley/diseases>

References

1. Anderson B., Q.Zue, R.Nevman and W. Nevman, 1991. Serum lipid concentration of chicken fed diets with flour or red dog from different types of glacier barley// Barley genetics VI: P. 461 – 465.
2. Bajzhanov Zh., Kokhmetova A., Bagdanova E. Drought resistance and yield stability in wheat genotypes grown in environment. The 1st central Asian wheat conference. Almaty: 2003. P. 546.
3. Parkov V. Adaptation of bread spring wheat from east Kazakhstan research Institute of Agriculture. The 1st central Asian wheat conference. Almaty: 2003. P. 478.
4. Shevchenko S., Sjukov V., Vjushkov A. Powdery mildew on wheat in Middle Volga region / The 1st central Asian wheat conference. Almaty: 2003. P. 484 – 487.
5. Sihibon E. Amino acid composition of Swedish wheat protein. Acto. Scanol 1962, p.148-156. The 1st central Asian wheat conference. Almaty: 2003. P. 490.
6. Ahmedov S.A. "Rasprostranennost' i vredenost' boleznij jachmenja, peredajushihsiya semenami v Azerbajdzhane", 1981. S. 45 – 47.
7. Bahteev F.H. Jachmen' // Sel'hozgiz. M.-L, 1955. S. 171 – 173.
8. Guliev I., Mustafaeva I., Mamedov M. // "Pshenica", Baku: 1983. S. 44 – 46.
9. E.Duveiller, P.K. Singh, M.Meccalama, R.P. Singh, A. Dababat Bolezni i vrediteli pshenicy, FAO-SEK, Ankara-2014. S. 22 – 23. FAO [9].
10. Zobova N.V. Ispol'zovanie geneticheskij i biologicheskij metodov v selekcii jachmenja na adaptivnost' // Nauka i tehnika, 2000. №6. S. 12 – 14.
11. Kojshibaev M. Bolezni zernovyh kul'tur. Alma-ata: 2002. S. 77 – 96.
12. Krivchenko V.I., Cherebedova M.A. Rasovyj sostav vozбудitelja Muchnistoj rosy jachmenja v Jugo-Zapadnoj zone // Bjulleten VIR, 1998. Vyp. 19. S. 26 – 28.

13. Manzjuk V.T., Kozachenko M.R. Jarovaja jachmen' Harkovskij 99 // Selekcija i semenovdstvo. 1994. №5. S. 28 – 29.
14. Peresypkin V.F. Muchnistaja rosa zlakov // Sel'skohozjajstvennaja fitopotologija. 1982. T. 5. Vyp. 9. №3. S. 37 – 40.
15. Polonskij V.I. Sostojanie i perspektivy selekcii jachmenja v RFR // Sel'skohozjajstvennaja biologija. 2001. №6. S. 18 – 21.
16. Trofimovskaja A.Ja. Jachmen'. L.:Kolos, 1972. 296 s.
17. Tupicyn N.V., Valjajkin S.V, Rebrova O.P. i dr. Rezul'taty selekcii ozimyh pshenicy jachmenja v Ul'janovskoj GSHA // Zernovoe hozjajstvo. 2004. №1. S. 18 – 23.
18. Tupicyn N.V., Valjajkin S.V. K voprosu o vozdeľivanim ozimogo jachmenja v Srednem Povolzh'e // sel'skohozjajstvennaja biologija, 2004. №1. S. 12 – 15.
19. Shevchenko S.N., Sjukov V.V., V'jushkov A.A. Muchnistaja rosa pshenicy v Srednem Povolzh'e: Materialy Pervoj Central'no-Aziatskoj konferencii po pshenice. Alma-ata: 2003. S. 148 – 152.
20. <http://faostat.fao.org>
21. <https://www.daf.qld.gov.au/plants/field-crops-and-pastures/broadacre-field-crops/barley/disease>

*Ismailova G.Z., Doctoral Candidate,
Ibragimov E.R., Doctor of Agricultural Sciences (Advanced Doctor),
Talaj J.M., Doctor of Philosophy in Biology, Associate Professor,
Research Institute of Agriculture,
Shikhlin'sky G.M., Doctor of Biological Sciences (Advanced Doctor), Associate Professor,
Genetic Resources Institute of the Azerbaijan National Academy of Sciences*

EVALUATION OF PHYTOPATHOLOGICAL POWDERY MILDEW WITH INTRODUCED BARLEY GENOTYPES ON THE ABSHERON PENINSULA

Abstract: barley is infected with many diseases due to its botanical, physiological and agrotechnical properties. The development of pathogenic fungal plants and the level of perniciousness depend on the degree of infection of the various organs of these plants. Some of the observed diseases lead to a weakening of the root, stem, leaves, and eventually to a metabolic disorder; Other diseases are the cause of death of these plants. The article uses phytopathological estimation of powdery mildew (*Blumeria graminis* (DC.) Speer f. *Hordei*) and examples amongst plants with resistance and moderate resistance to powdery mildew.

Keywords: barley, genotype, powdery mildew, transfer of disease, phytopathology, evaluation, stability

*Капитальчук М.В., кандидат биологических наук, доцент,
Приднестровский государственный университет им. Т.Г. Шевченко*

О МЕСТЕ И РОЛИ ЗАКОНА ГОМОЛОГИЧЕСКИХ РЯДОВ Н.И. ВАВИЛОВА В ЭВОЛЮЦИОННОМ УЧЕНИИ

*Слепая приверженность теории вовсе не
достоинство ума – это преступление ума*

И. Лакатос

*Парадигма подстраивает факты под себя, и требуется
огромное творческое усилие, чтобы вырваться за ее пределы*

Т. Кун

Аннотация: в статье рассмотрены вопросы противоречивости понимания эволюционных процессов. Особое внимание уделено исследованию причин непрекращающихся споров «дарвинистов» и «антидарвинистов» о роли естественного отбора. Предпринята попытка разобраться во влиянии работ Н.И. Вавилова на развитие эволюционных учений. Показано, что работы Н.И. Вавилова имеют большое значение, как для «дарвинистов», так и для «антидарвинистов». Основываясь на характерных чертах науки, были выделены некоторые принципиальные отличия биологии от других естественнонаучных дисциплин, которые существенно могут влиять на процесс познания развития органического мира.

Ключевые слова: Вавилов, эволюция, естественный отбор

В биографическом справочнике «Биологи» описывается огромный вклад Н.И. Вавилова как ботаника, генетика и селекционера. Отмечено, что характерной чертой исследований Н.И. Вавилова были широта и глубина теоретических обобщений, но ничего не сказано про вклад Н.И. Вавилова в понимание и развитие эволюционных идей [2, с. 114-115].

Прошло более 150 лет после выхода в свет знаменитого труда «Происхождение видов путем естественного отбора, или Сохранение благоприятных рас в борьбе за жизнь», но споры о механизмах эволюции до сих пор не утихли. Как и во времена Дарвина, так и сейчас существуют и защитники, последователи теории естественного отбора, и ее противники, так называемые, – «антидарвинисты». Дарвин создал теорию в биологии, названную «теорией естественного отбора», и именно «естественный отбор» явился «камнем преткновения». С одной стороны «естественный отбор» – это очевидно и понятно, у большинства исследователей нет никаких вопросов и претензий к данному явлению, т.к. сама жизнь подсказывает, что он действительно «существует». В общем, именно поэтому он был так воодушевленно воспринят. Каждый, кто его признает в той или иной степени видит себя в этом отборе, и, очевидно, делает для себя лестное заключение. Но, с другой стороны, до сих пор находятся исследователи, которые не могут согласиться с тем, что «отбор» может все [1, 4, 8, 12, 14, 18]. Некоторые ученые призывают полностью отказаться от этого термина в биологии. Почему? Это, пожалуй, главный вопрос, на который автор попытался найти ответ.

Таким образом, цель данной статьи – выявить причины устойчивого существования «дарвинистов» и «антидарвинистов», определить значение работ Н.И. Вавилова для «дарвинистов» и «антидарвинистов», а также обратить внимание на возможное влияние «теории естественного отбора» на отношение человека к человеку.

В историческом познании объяснения тесно переплетаются с интерпретацией и пониманием, поскольку они тесно связаны с осмыслением действий и поведения людей. Концепция герменевтики, стала рассматриваться в качестве методологической основы исторического познания [19, с.180]. Основная проблема герменевтики – понимание и интерпретация. Однако здесь возникает одна трудность, которая состоит в наличии «герменевтического круга»: чтобы понимать – надо уметь интерпретировать, а чтобы интерпретировать – надо уметь понимать. Другими словами, познание обусловлено чем-то предварительным – способом понимания человеком самого себя и действительности [23, с. 119]. Леви-Строс считал, что мифологическому и научному мышлению характерны одни и те же структуры, что они подчинены общим логическим принципам [13].

Прежде чем говорить о теории естественного отбора, необходимо обратить внимание на условия и причины появления этого словосочетания. Заметим, что ни Ламарк, ни Дарвин никогда не называли свои труды «теориями».

Дарвин был продуктом своего времени. Без всяких сомнений он разделял многие империалистические и расистские взгляды своей эпохи, особенно если оценивать его мировоззрение с пози-

ций либерализма XXI века [15, с. 9]. Во времена королевы Виктории, когда Англия превратилась в крупнейшую индустриальную и колониальную державу, доктрина Мальтуса идеально соответствовала интересам состоятельного класса, к которому принадлежал Дарвин [14, с. 29]. Дарвин ссылался на работы Мальтуса, автора теории народонаселения, который был достаточно далек от исследований законов природы. Необходимо отметить, что идея отбора и выживания сильнейшего берет свое начало именно из работ Мальтуса. Труды Мальтуса оправдывающие классовое неравенство получили широкую известность, но скоро ссылка на Мальтуса стала восприниматься как дурной тон [15, с. 56].

Еще одна талантливая личность существенное влияние оказала на Дарвина и рождение теории естественного отбора – это философ Г. Спенсер.

Спенсер считал, что люди подчиняются главному закону в природе – борьбе за выживание. Идея «борьбы» получила всеобщее признание в Америке и стала некоторым оправданием свободной конкуренции в условиях капитализма. Спенсер не соглашался с законами о бедных, оказании помощи им, и предоставления возможности для государственного образования. Философ считал, что такие меры могут дать возможность выделиться тем людям, которые в принципе не способны позаботиться о себе. Все это могло бы испортить естественное равновесие в обществе, которое удерживается конкуренцией [22, с. 231-232]. Спенсер уверенно заявлял: все, что хорошо для природы, в любом случае хорошо для человека. Если дать возможность обществу бороться за право жить, то люди только укрепятся (те, которые выживут). Это хорошее оправдание колониализма и классового неравенства. Английская аристократия себя оправдывала, так называемыми, «биологическими законами». Устранение менее успешных (например, голодающих), – может это и неприятное явление, но необходимое и естественное для процветания более приспособленных (сильных) [15, с. 129-130].

Рассмотрим несколько интерпретаций естественного отбора.

Естественный отбор – основной движущий фактор эволюции организмов. Естественный отбор – результат борьбы за существование; выражается в преимущественном выживании и оставлении потомства наиболее приспособленными особями каждого вида организмов и гибели менее приспособленных [3, с. 192-193].

Естественный отбор – выживание наиболее приспособленных и гибель менее приспособленных генотипов под влиянием естественных условий среды [9, с. 210].

Естественный отбор – основной эволюционный процесс, в результате которого в популяции увеличивается число особей, обладающих максимальной приспособленностью, в то время как количество особей с неблагоприятными признаками уменьшается. Естественный отбор рассматривается как главная причина адаптации (Википедия).

Добжанский показал, что отбор – не что иное, как избирательная плодовитость, избирательная передача генов новым поколениям [10, с. 372].

Изначально Дарвин отбору дал такое определение: «Я обозначил этот принцип, согласно которому каждое небольшое отклонение, если оно полезно, сохраняется, термином «естественный отбор», с тем, чтобы подчеркнуть его связь с отбором, производимым человеком». Дарвин называет отбор принципом, а не механизмом [14, с. 25] и не процессом, и не фактором, и не выживанием, и не плодовитостью, и не результатом...

Искусственный отбор – выбор человеком наиболее ценных в хозяйственном отношении особей животных и растений данного вида, породы или сорта для получения от них потомства с желательными свойствами [3, с. 236].

Отборы бывают (даны определения этих отборов): естественный и искусственный (включает бессознательный и методический), антропический, антропически-зоогенный, антропически-экологический, балансирующий, биоэкологический, ведущий или прямой, групповой, индивидуальный, движущий он же направленный и прогрессивный, дестабилизирующий, деструктивный или разрывающий, зоогенный, межвидовой, популяционный или междемовый, нормализующий и стабилизирующий, половой, отбор превосходства или уравнивающий, отбор родичей и отбор родственный, ценобиотический, экотипический, эпигамный [9, с. 209-211].

«Отборы» проникают в социобиологию. «Стабилизирующий отбор» и «деструктивный отбор» используются как принципы современного эволюционного подхода к социальному поведению [14, с. 27].

Таким образом, отбор может все! Наверно, это удачное слово, оно очень хорошо воспринимается большинством и очень легко приживается практически в любой научной области, исключая физику и химию. Точные науки и отбор – несовместимы.

Стоит отметить, что термин «отбор» – антропоморфен, также как «выбраковывание» и др. Возникает вопрос: кто отбирает? Когда речь идет об искусственном отборе, тогда это понятно. В учебной литературе по этому поводу откровенно пишут: «Прямых доказательств естественного отбора у Дарвина не было; вывод о существовании

естественного отбора он делал по аналогии с отбором искусственным» [17, с. 222].

«Невидимая рука» естественного отбора – это яркий пример идеализации материалистического дарвинизма. Чья это рука? (Один Бог знает). Таким образом, учение, основанное на отборах, выглядит не менее идеализированным чем, например, учение Ламарка со своим «Стремлением к совершенству» или теория Номогенеза с предварением признаков, или учение Осборна с «Аристократизмом» и т.д.

Признавая номогенетические феномены в эволюции, Я.И. Старобогатов и В.Ф. Левченко отмечают: «Тем не менее, теория отбора достаточно универсальна, чтобы полностью отказаться от нее и допустить существование совершенно иных закономерностей эволюции» [20, с. 35].

Действительно, очень сложно отказаться от «теории естественного отбора»: во-первых – это системно разработанное учение; во-вторых, отбор существует в человеческом обществе; в-третьих, взамен надо что-то другое, а что? Закономерность не подходит – это идеализм.

Существуют различные точки зрения о соотношении науки, религии и философии. Академик Л.И. Корочкин отмечает, что эволюционная теория с самого момента своего появления носит скорее философский, нежели строго естественнаучный характер и, к сожалению, философский анализ эволюционной концепции не свойственен большинству современных биологов, занимающихся эволюционной теорией [11, с. 378].

А.А. Горелов пишет о том, что важно правильно понимать взаимоотношение науки с философией, поскольку неоднократно, в том числе и в недавней истории, различные философские системы претендовали на научность и даже на ранг «высшей науки», а ученые не всегда проводили границу между своими собственно научными и философскими высказываниями [6, с. 31].

М.В. Гусев и А.В. Олескин в книге «Гуманитарная биология» приводят историю жизни на Земле в виде схемы «Шести дней творения» на базе данных отечественных исследователей эволюционных процессов, начиная, с возникновения планеты Земля и заканчивая Рождением Христа [7, с. 27].

Как мы видим, одна из характерных черт развития постнеклассической науки (XXI в.), биологии в частности – это осторожное отношение к религиозным воззрениям. Часто в научной и учебной литературе мы можем увидеть уважительное отношение к религиозным традициям и мнениям. Да и сами новые идеи и установки изначально «идеалистические», так, например, антропный принцип, идеи космизма, информационного поля

и др. Сейчас не принято, да и не возможно, делить ученых на материалистов и идеалистов. Все ученые, изучающие явления и закономерности природы научными методами, являются материалистами. При этом они могут беспрепятственно иметь любые религиозные и философские установки.

Рассмотрим характерные черты науки: 1) универсальность, 2) фрагментарность, 3) общезначимость, 4) обезличенность, 5) систематичность, 6) незавершенность, 7) преемственность, 8) критичность, 9) достоверность, 10) неморальность, 11) рациональность, 12) чувственность [6, с. 27-29].

Для биологии и центральной ее синтетической теории эволюции почти все характерные черты науки подходят, за некоторым исключением. Остановимся на которых из них.

Обезличенность подразумевает, что в конечных результатах научного познания никак не представлены индивидуальные особенности ученого [6, с. 28]. Но обезличенность не характерна для исследователей развития органического мира. Исследователи процессов эволюции всегда изначально исходили из своих внутренних побуждений, не случайно их делили на «материалистов» и «идеалистов».

Сейчас нам позволяет время открыто говорить на тему «идеалистов» и «материалистов», не принося роль одних или других в развитии науки.

Л.И. Корочкин, анализируя Книгу Бытия, выделяет три особенности, которыми характеризуется развивающийся живой мир: изменчивость, консерватизм (наследственность) и *запрограммированность* (направленность, закономерность) [11, с. 378-372]. Как мы видим, идея предопределенности и закономерности действительно заложена в религии и именно поэтому всех кто придерживался этих взглядов в трактовке развития органического мира, были «диагностированы» как идеалисты.

«Предопределенность» – это то, что «материалисты» всегда не принимали. Предопределенность и закономерность неразрывно связаны друг с другом. Если известна закономерность, можно предвидеть, если можно предвидеть (с какой-то долей вероятности) значить есть предопределенность.

Также как Менделееву удалось на основе открытого им периодического закона предсказать существование еще неизвестных элементов, так и Н.И.Вавилову удалось предсказать существование ранее неизвестных форм растений. Так, например, в 1917 году он на основании параллелизма рядов полиморфизма, предвидел возможность существования в природе форм ржи без *ligula*, т.к была обнаружена такая форма у памирской пшенице. Уже через год (1918) такие формы были найдены.

Предсказание, таким образом, оказывается рядом с закономерностью и предопределенностью.

Незавершенность – невозможно достичь абсолютной истины, после которой уже нечего будет исследовать [6, с. 28]. Это та характерная черта науки, которая дает ответ, почему всегда находится «достойное» место случайности в теории эволюции. Как гласит известное философское утверждение: «Случайность – это непознанная закономерность». И чем далее мы будем продвигаться по пути накопления и «инвентаризации» научных достижений, тем, очевидно, мы более будем расположены к закономерностям, предсказаниям и предопределенностям и тем более биология будет восприниматься как точная наука. И что бы ни открыли в биологических явлениях, всегда будут открываться новые горизонты и перспективы с новыми «неведомыми» силами и явлениями, проявление которых можно будет обозначить как «случайность», до тех пор, как они станут закономерными.

Внеморальность – научные мысли нейтральны в морально-этическом плане, а нравственные оценки могут относиться либо к деятельности по получению знания, либо к деятельности по его применению [6, с. 28].

Эта черта науки – внеморальность не характерна биологии на постнеклассическом этапе развития. Исследователи, которые занимаются изучением биологических объектов, не могут избежать вопросов морали. Сейчас активно развивается биоэтика, она недавно введена в программу обучения для биологов как обязательный компонент. Теоретические основы, которые влияют на формирование мировоззрения – тоже вопросы морали.

Пункт про моральность (внеморальность) в характерных чертах науки неизбежно связан с пунктом про личность (обезличенность).

Мораль – социальный феномен, находящийся в постоянном изменении и развитии. Мораль есть способ самовыражения и совершенствования человека, проявление его в системе социальных отношений [23, с. 450-451].

Если почитать труды известных ученых «антидарвинистов», то не сложно заметить это *самовыражение себя*, это крик из глубины души, это протест и одновременно огромный фактический материал, на который опираются защитники закономерности.

Так, например, Н.Я. Данилевский пишет: «Столкновение противоположных по-видимому истин, которое произошло в уме моем, с первого знакомства с знаменитой теорией Дарвина, не дало покоя моей мысли, пока я не пришел к разрешению тревожившей меня задачи, лично меня удовлетворившему» [8, с. 3-4]. А. Лима-де-Фария

утверждает: «Подобный взгляд на живую природу прекрасно вписывался в викторианскую эпоху и продолжает служить идеалам нашего индустриального общества» [14, с. 29]. Л.С. Берг отстаивает: «... прогресс в организации ни в малейшей степени не зависит от борьбы за существование» [1, с. 95].

Томас Кун пытался понять, как прогрессирует наука, он разработал концепцию, основанную на истории науки [22, с. 120]. Общий взгляд Куна на науку таков: научная деятельность заключается в основном в рутинном сборе данных и расширении нашего массива знаний, в умении предсказать нечто такое, что заставляет внезапно пересмотреть весь массив данных и увидеть его под новым углом зрения. Эти моменты и характеризуют «смену парадигмы».

К. Поппер призывает: «Нам следует привыкнуть понимать науку не как "совокупность знаний", а как систему гипотез, т.е. догадок и предвосхищений, которые в принципе не могут быть обоснованы, но которые мы используем до тех пор, пока они выдерживают проверки и о которых мы никогда не можем с полной уверенностью говорить, что они "истинны", "более или менее достоверны" или "даже вероятны"» [6, с. 49].

Сам Дарвин, после выхода в свет «Естественного отбора...» стал сомневаться в «силе» естественного отбора. Приведем только одну из многих цитат, которые подтверждают вышесказанное из писем Дарвина к М. Вагнеру в 1876 году: «По моему мнению, я сделал одну большую ошибку в том, что не признал достаточного влияния прямого воздействия окружающего, т.е. пищи, климата и пр., *независимо от естественного отбора...*» [11, с. 285-386]. Дарвин сам успел понять и предвидеть то, за что его будут критиковать спустя десятки, сотни лет.

Какую же роль сыграли работы Н.И. Вавилова [5] в понимании эволюционных процессов? Они за случайность или закономерность? Они за «материализм» или «идеализм»? Они за неупорядоченность или упорядоченность? И, главное, они за естественный отбор или направленность эволюции? – это то, что наиболее разграничивает «дарвиновские» и «недарвиновские» теории, концепции, гипотезы, парадигмы и т.д.

В «Истории биологии», К.М. Завадский оценивает исследования Н.И. Вавилова и его школы как: «...свидетельствовавшие в пользу дарвиновского понимания отношения между наследственной изменчивостью и отбором... На многих видах культурных и дикорастущих растений было показано, что генетическое разнообразие форм и генотипов в пределах любого вида столь велико, что его возникновение и существование можно лучше объяс-

нить взаимодействием мутационного процесса и отбора» [10, с. 374].

Но А.Лима-де-Фария – яркий современный «антидарвинист», который буквально протестует против «отбора», оценивает результаты исследований Н.И.Вавилова в свою пользу, так, в предисловии к русскому изданию своего труда «Эволюция без отбора» он пишет: «Вавилов установил, что эволюция разных видов и даже разных семейств растений следует параллельными путями, что свидетельствует об упорядоченности данного процесса. Он указал, что упорядоченность эта не очень отличается от той, которая наблюдается на уровне химических веществ минералов» [14, с. 7].

Еще один яркий «антидарвинист» академик Л.С. Берг в своей нашумевшей и раскритикованной теории «Номогенеза», пишет: «Своими наблюдениями и опытами Вавилов проводит идею номогенеза более успешно, чем это делаю я...» [1, с. 224]. В предисловии труда «Номогенез» (1922), Берг дважды выражает глубочайшую благодарность Н.И. Вавилову, который любезно предоставил в распоряжение Берга свою личную библиотеку и библиотеку Бюро прикладной ботаники, а также способствовал осуществлению английского издания [1, с. 97].

Л.С. Берг не мог принять естественный отбор как фактор прогресса, он писал: «Теория Дарвина сослужила свою полезную роль, дав мощный толчок научной мысли и побудив тем к новым исследованиям. Но теперь в вопросах эволюции дальнейшее движение вперед возможно лишь в том случае, если мы отбросим ложное предположение о борьбе за существование и отборе, как факторах прогресса» [1, с. 96].

После того как К.М. Завадский в «Истории биологии» [10, с. 367] раскритиковал Л.С. Берга за его «идеализм» (также как и других «страдающих» этим недугом), через несколько десятков страниц в параграфе «Главные направления эволюционного процесса» Э.Н. Миргоян сделал одну скромную (без комментариев) заметку о вкладе Н.И. Вавилова и Л.С. Берга в обнаружении широкого распространения параллелизма и что ими показана важность учета этого явления при сравнении признаков различных таксономических единиц [10, с. 411].

О существенном вкладе Н.И. Вавилова в понимании эволюционных процессов пишут современные «недарвиновские» исследователи [4, 18 и др.].

Как мы видим работы Н.И. Вавилова имеют большое значение, как для «дарвинистов», так и для «антидарвинистов». Очевидно, это происходит потому, что законы, открытые Н.И. Вавиловым явно в пользу теорий закономерности, а в теорию

естественного отбора они хорошо вписываются потому, что отбор может все.

Рассмотрев существующие подходы к объяснению феномена «естественный отбор», стоит отметить, что в данном случае нам не столь важно какие направления наиболее верны с «научной точки зрения» (на сегодняшний день разбираться в этом бесперспективно), а важно то – какие подходы целесообразно преподносить школьникам соответствующих возрастов, преобладающих потребностей и особенностей восприятия.

Эволюция, в основе которой лежит основной механизм борьбы за существования и естественного отбора формирует, как нам видится, у развивающейся личности эгоцентризм. Так, дети со школьной скамьи осознанно либо подсознательно понимают, что для того чтобы выжить, надо бороться и побеждать любым путем, в случае необходимости уничтожать тех, кто не приспособлен – они выбраковываются, так сказал Дарвин, в его времена уничтожались целые поселения и колонизировались целые материки, на то есть уважительная причина – естественный отбор.

Мораль и нравственность – это новые принципы отбора, возникшие в процессе самоорганизации как эффективные средства адаптации формирующегося общества к изменяющимся условиям обитания [16].

Положительная роль моральных ценностей состоит в том, что они ориентируют людей на такие действия и отношения, которые способствуют укреплению морального единства общества [23, с. 437], а такие понятия как борьба за существование, естественный отбор, конкуренция, выбраковывание – единству общества, очевидно, не будут способствовать.

Леви-Строс утверждал, что сознание возникает только на пересечении многих бессознательных структур человеческого духа, которым соответствуют определенные реальности [23, с. 118]. Как известно, существует явление обратной связи, которое в широком смысле означает ответную реакцию на какое-либо действие, в психологии – реакцию на слово. Причем информация может быть осознанной, а может залегать в подсознании.

Наверно, не случайно труды, рассматривающие взаимопомощь, кооперацию, альтруизм в животном мире, до сих пор не получили широкого распространения в образовательном процессе, по сравнению с теорией отбора. Очевидно, нашему обществу еще нужен отбор. Естественный отбор отстаивали ученые в начале XX века, и подвергали резкой критике противников «отбора». В итоге, они были правы – отбор состоялся.

Современные философы ожидают существенных перемен. Так, например, М. Томпсон пишет:

«Философия биологии, очевидно, станет одним из наиболее многообещающих направлений исследований. ... Поэтому интересно теперь посмотреть, как науке видится сам человек» [22, с. 220]. В.С. Степин также рассчитывает на серьезные изменения: «По-видимому, в 3-м тысячелетии человечество должно осуществить радикальный поворот к каким-то новым формам прогресса. ...Выход состоит не в отказе от научно-технического развития, а в придании ему гуманистического измере-

ния, что, в свою очередь, ставит проблему нового типа научной рациональности, включающей в себя в явном виде гуманистические ориентиры и ценности (Степин, с. 104).

Биологи ответственны за формирование мировоззрения и должны глубоко осознавать, что выбранные по душе теория и тип мировоззрения, прямо или косвенно, могут повлиять на тип поведения нашего будущего поколения.

Литература

1. Берг Л.С. Труды по теории эволюции / Отв. редакторы Г.У. Линдберг, П.М. Жуковский. Ленинград: Наука, 1977. 387 с.
2. Биологи. Биографический справочник. Киев: Наукова думка, 1984. 816 с.
3. Биологический энциклопедический словарь / гл. ред. Гиляров. М.: Советская энциклопедия, 1986. 831 с.
4. Богатых Б.А. Фрактальная природа живого: Системное исследование биологической эволюции и природы сознания. М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2012. 256 с.
5. Вавилов Н.И. Избранные произведения. Т. 1. Л.: Наука, 1967. 424 с.
6. Горелов А.А. Концепции современного естествознания: учеб. пособие, 2-е изд., перераб. и доп. М.: ИД Юрайт, 2011. 345 с. (Основы наук).
7. Гусев М.В., Олескин А.В. Основные принципы жизни, ее единство и разнообразие. Системные подходы к живому. Терминологический словарь (тезаурус). Гуманитарная биология / Под ред. А.В. Олескина. М.: Изд-во МГУ, 2009. С. 9 – 53
8. Данилевский Н.Я. Дарвинизм. Критическое исследование. Т. 1. Ч. 1. С.-Петербург: Издание М.Е. Комарова, 1885. 519 с.
9. Дедю И.И. Экологический энциклопедический словарь. Кишинев: Гл. ред. МСЭ, 1990. 408 с.
10. История биологии (с начала XX века до наших дней) / под ред. Л.Я.Бляхера. М.: Наука, 1975. 660 с.
11. Корочкин Л.И. Послесловие к книге А. Лима-де-Фария «Эволюция без отбора». Автоэволюция формы и функции. М.: Мир, 1991. С. 378 – 408
12. Кропоткин П.А. Взаимная помощь как фактор эволюции. С.-Перербург: Товарищество «Знание», 1907. 214 с.
13. Леви-Строс К. Первобытное мышление. М.: Республика, 1994. 384 с.
14. Лима-де-Фария А. Эволюция без отбора: Автоэволюция формы и функции: пер. с англ. М.: Мир, 1991. 455 с.
15. Миллс С. Теория эволюции: история возникновения, основные положения, доводы сторонников и противников. Пер. с англ. М.: Эксмо, 2009. 208 с.
16. Моисеев Н.Н. Логика универсального эволюционизма и кооперативность // Вопросы философии. 1989. №8. С. 61ю
17. Найдыш В.М. Концепции современного естествознания: Учеб. пособие. М.: Гардарики, 2002. 476 с.
18. Попов И.Ю. Периодические системы и периодический закон в биологии. СПб.; М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008. 223 с.
19. Рузавин Г.И. Методология научного познания: Учеб. пособие для вузов. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2009. 287 с.
20. Старобогатов Я.И., Левченко В.Ф. Номогенетические феномены в эволюции // Академику Л.С. Бергу – 140 лет: Сборник научных статей. Бендеры: Есо-TIRAS, 2016. С. 35 – 37.
21. Степин В.С. Философия науки. Общие проблемы: учебник для аспирантов и соискателей ученой степени кандидата наук. М.: Гардарики, 2006. 384 с.
22. Томпсон М. Философия науки: пер. с англ. А. Гарькавого. М.: ФАИР-ПРЕСС, 2003. 304 с.
23. Цырдя Т.Н., Берлинский П.В. Философия: (с курсом биоэтики): Учебник. Гос. Ун-т Медицины и Фармации им. Н. Тестемимичану. Кишинев: Изд.-полигр. Центр ГУМФ им. Н.Тестемичану, 2002. 552 с.

References

1. Berg L.S. Trudy po teorii jevoljucii / Otv. redaktory G.U. Lindberg, P.M. Zhukovskij. Leningrad: Nauka, 1977. 387 s.
2. Biologi. Biograficheskiy spravochnik. Kiev: Naukova dumka, 1984. 816 s.
3. Biologicheskij jenciklopedicheskiy slovar' / gl. red. Giljarov. M.: Sovetskaja jenciklopedija, 1986. 831 s.
4. Bogatyh B.A. Fraktal'naja priroda zhivogo: Sistemnoe issledovanie biologicheskoy jevoljucii i prirody soznaniya. M.: Knizhnyj dom «LIBROKOM», 2012. 256 s.
5. Vavilov N.I. Izbrannye proizvedenija. T. 1. L.: Nauka, 1967. 424 s.
6. Gorelov A.A. Konceptii sovremennogo estestvoznaniya: ucheb. posobie, 2-e izd., pererab. i dop. M.: ID Jurajt, 2011. 345 s. (Osnovy nauk).
7. Gusev M.V., Oleskin A.V. Osnovnye principy zhizni, ee edinstvo i raznoobrazie. Sistemnye podhody k zhivomu. Terminologicheskij slovar' (tezaurus). Gumanitarnaja biologija / Pod red. A.V. Oleskina. M.: Izd-vo MGU, 2009. S. 9 – 53
8. Danilevskij N.Ja. Darvinizm. Kriticheskoe issledovanie. T. 1. Ch. 1. S.-Peterburg: Izdanie M.E. Komarova, 1885. 519 s.
9. Dedju I.I. Jekologicheskij jenciklopedicheskiy slovar'. Kishinev: Gl. red. MSJe, 1990. 408 s.
10. Istorija biologii (s nachala XX veka do nashih dnei) / pod red. L.Ja.Bljahera. M.: Nauka, 1975. 660 s.
11. Korochkin L.I. Posleslovie k knige A. Lima-de-Farija «Jevoljucija bez otbora». Avtojevoljucija formy i funkcii. M. : Mir, 1991. S. 378 – 408
12. Kropotkin P.A. Vzaimnaja pomoshh' kak faktor jevoljucii. S.-Pererburg: Tovarishhestvo «Znanie», 1907. 214 s.
13. Levi-Stros K. Pervobytnoe myshlenie. M. : Respublika, 1994. 384 s.
14. Lima-de-Farija A. Jevoljucija bez otbora: Avtojevoljucija formy i funkcii: per. s angl. M.: Mir, 1991. 455 s.
15. Mills S. Teorija jevoljucii: istorija vzniknovenija, osnovnye polozhenija, dovody storonnikov i protivnikov. Per. s angl. M. : Jeksmo, 2009. 208 s.
16. Moiseev N.N. Logika universal'nogo jevoljucionizma i kooperativnost' // Voprosy filosofii. 1989. №8. S. 61ju
17. Najdysh V.M. Konceptii sovremennogo estestvoznaniya: Ucheb. posobie. M. : Gardariki, 2002. 476 s.
18. Popov I.Ju. Periodicheskie sistemy i periodicheskij zakon v biologii. SPb.; M.: Tovarishhestvo nauchnyh izdaniy KMK, 2008. 223 s.
19. Ruzavin G.I. Metodologija nauchnogo poznaniya: Ucheb. posobie dlja vuzov. M.: JuNITI-DANA, 2009. 287 s.
20. Starobogatov Ja.I., Levchenko V.F. Nomogeneticheskie fenomeny v jevoljucii // Akademiku L.S. Bergu – 140 let: Sbornik nauchnyh statej. Bendery: Eco-TIRAS, 2016. S. 35 – 37.
21. Stepin V.S. Filosofija nauki. Obshhie problemy: uchebnik dlja aspirantov i soiskatelej uchenoj stepeni kandidata nauk. M.: Gardariki, 2006. 384 s.
22. Tompson M. Filosofija nauki: per. s angl. A. Gar'kavogo. M.: FAIR-PRESS, 2003. 304 s.
23. Cyrdja T.N., Berlinskij P.V. Filosofija: (s kursom biojetiki): Uchebnik. Gos. Un-t Mediciny i Farmacii im. N. Testemicanu. Kishinev: Izd.-poligr. Centr GUMF im. N.Testemicanu, 2002. 552

*Kapitalchuk M.V., Candidate of Biological Sciences (Ph.D.), Associate Professor,
Pridnestrovian State University named after T.G. Shevchenko*

ABOUT THE PLACE AND ROLE OF N.I. VAVILOV'S LAW OF HOMOLOGICAL SERIES IN THE DOCTRINE OF EVOLUTION

Abstract: the article discusses comprehension inconsistency of evolutionary processes. Particular attention is paid to the investigation of ongoing causes disputes between "Darwinists" and "anti-Darwinists" about the role of natural selection. The article attempts to understand the influence of N.I. Vavilov on the development of the doctrine of evolution. It is shown that the N.I. Vavilov's work are of great importance, both for "Darwinists" and for "anti-Darwinists." Some basic differences in biology from other natural sciences were identified which could significantly influence the process of cognition of the organic world development.

Keywords: Vavilov, evolution, natural selection

Киселева М.И., кандидат биологических наук,
Коломиец Т.М., кандидат биологических наук,
Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии

ОЦЕНКА И ОТБОР УСТОЙЧИВЫХ К БУРОЙ РЖАВЧИНЕ СОРТОВ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ИЗ КОЛЛЕКЦИИ ВИР В УСЛОВИЯХ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ В 2017 ГОДУ

Аннотация: проведены исследования по оценке 199 сортов яровой пшеницы из мировой коллекции ВИР на устойчивость к популяции бурой ржавчины в инфекционном питомнике ФГБНУ ВНИИФ. По данным полевых испытаний определены типы устойчивости образцов пшеницы. Высокую полевую устойчивость проявили 29-43,3% образцов яровой пшеницы. Замедленным развитием болезни характеризовались 22,5-30% образцов. Особый интерес представляют сорта пшеницы, являющиеся источниками устойчивости генетического материала различного происхождения.

Ключевые слова: бурая ржавчина, пшеница, расспецифическая и частичная устойчивость, вирулентность

Бурая ржавчина, вызываемая грибом *Puccinia triticina* Erik., является наиболее распространенным и вредоносным заболеванием на посевах пшеницы в Московской области.

Высокая вариабельность патогена приводит к появлению и накоплению в естественных популяциях гриба генов вирулентности, способных преодолеть эффективность генов устойчивости пшеницы (1-3). Репродуктивная и миграционная активность возбудителя бурой ржавчины создает условия для интенсивного нарастания болезни в течение одного сезона вегетации растений (4, 5). Появление новых рас гриба в результате рекомбинационной изменчивости и мутаций, а также возделывание восприимчивых сортов пшеницы становится причиной увеличения потерь урожая культуры, которые ежегодно составляют 10-40% (6-9).

Возделывание сортов пшеницы, устойчивых к бурой ржавчине, является наиболее экономически выгодным и экологически безопасным способом борьбы с болезнью. Поиск новых источников устойчивости к возбудителю бурой ржавчины становится основным условием современной селекции новых сортов пшеницы. В ФГБНУ ВНИИФ ежегодно проводятся исследования по оценке и отбору сортов яровой пшеницы из коллекции ВИР по устойчивости к патогену. Результатом этих исследований являются публикации каталогов образцов пшеницы, устойчивых к болезни, рекомендации по методам оценки и отбора исходного материала при создании сортов, а также непосредственное участие и взаимодействие с селекционерами (10).

Оценка сортов пшеницы из коллекции ВИР на устойчивость к *Puccinia triticina* Erik. и отбор наиболее резистентных из них в условиях Московской области являлись основной целью исследований.

Методика. Устойчивость образцов яровой мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) к возбудителю бурой ржавчины изучали в условиях инфекцион-

ного питомника ФГБНУ ВНИИФ, Московская обл.

Посев яровой пшеницы проводили в первой декаде мая. Норма высева – не менее 700 зерен/м². Устойчивость сортов пшеницы к бурой ржавчине определяли на искусственном инфекционном фоне. Стандартом по восприимчивости и накопителем инфекции в питомнике была линия Хакасская, семенами которой весной обсеивали опытные деланки.

Инфекционным материалом бурой ржавчины для заражения растений в питомнике служили споры, собранные из природной популяции гриба на посевах пшеницы в Одинцовском районе Московской области.

Для создания инфекционного фона бурой ржавчины в питомнике предварительно в условиях теплицы урединиоспоры гриба размножали на высоко-восприимчивой линии Хакасская. Спорами гриба инокулировали растения в фазе первого листа (не менее 60 вазонов). Споры с растений собирали, начиная с 10-го дня после инокуляции, и хранили в бытовом холодильнике при температуре +5°C.

Идентификация популяции по вирулентности выявила в ней следующие гены: *p1*, *p2a*, *p2b*, *p2c*, *p3a*, *p3ka*, *p3bg*, *p9*, *p10*, *p11*, *p14a*, *p14b*, *p15*, *p16*, *p17*, *p18*, *p19*, *p20*, *p21*, *p23*, *p25*, *p26*, *p27+31*, *p28*, *p30*, *p32*, *p33*, *p36*, *p39*, *p40*, *p46*, *pB*.

Заражение сортов яровой пшеницы проводили в фазу окончания выхода в трубку – начала колошения смесью спор гриба с тальком в соотношении 1:100 (нагрузка – 15 мг спор/м² посева). Как правило, для яровой пшеницы сроки заражения грибом наступали в первой-второй декадах июня, однако в 2017 году из-за аномально холодной погоды в первой половине лета сроки сместились на конец третьей декады – 29.06.2017. Заражение проводили в вечерние часы (время выпадения ро-

сы), когда относительная влажность воздуха составляла 90% при температуре 18-20°C.

С 10-го дня после инокуляции посевы проверяли на наличие инфекции, учеты проводили один раз в неделю: 10, 17, 24, 31.07.2017 и 7.08.2017. Развитие болезни описывали по модифицированной шкале Кобба, учитывающей одновременно количественные (интенсивность поражения, %) и качественные (тип реакции, балл) показатели (11).

Результаты. В 2017 году изучено около 200 сортов яровой пшеницы по устойчивости к возбудителю бурой ржавчины в условиях инфекционного питомника ВНИИФ (табл. 1). Коллекция представлена 169 образцами из стран Центральной и Восточной Европы, Северной и Центральной Америки, Юго-Восточной и Юго-Западной Азии, Австралии и Северной и Южной Африки и 30 образцами селекции РФ.

Таблица 1

**Классификация образцов яровой пшеницы из коллекции ВИР
по устойчивости к бурой ржавчине в питомнике ВНИИФ**

Происхождение		Всего образцов	Число образцов с типом устойчивости, % (интенсивность поражения, %)		
			Устойчивые (0-10%)	Замедленное раз- витие болезни (25-40%)	Восприимчи- вые (60-100%)
Западная и Восточная Европа	Великобритания	1	1	0	0
	Нидерланды	1	1	0	0
	Швеция	4	0	0	4
	Франция	2	0	2	0
	Германия	7	2	2	3
	Испания	2	1	1	0
	Греция	1	1	0	0
	Беларусь	2	0	0	2
	Польша	3	0	1	2
Украина	5	4	1	0	
Всего:		28	35,7	25,0	39,3
Юго- Восточная и Юго- Западная Азия	Китай	17	10	5	2
	Индия	3	2	0	1
	Пакистан	21	3	4	14
	Афганистан	4	0	0	4
	Таджикистан	2	0	0	2
	Казахстан	12	1	4	7
	Азербайджан	1	0	0	1
	Армения	1	0	1	0
	Турция	4	0	1	3
	Сирия	5	4	0	1
	Ирак	1	0	0	1
	Иран	6	0	1	5
	Ливан	2	0	0	2
Оман	2	0	0	2	
Всего:		81	24,7	19,6	55,6
Северная и Южная Африка	Египет	2	1	0	1
	Алжир	4	1	1	2
	Марокко	3	0	0	3
	Тунис	2	0	2	0
	ЮАР	1	1	0	0
Всего:		12	25,0	25,0	50,0
Сев. Аме- рика	Канада	16	9	2	5
	США	17	1	4	12
	Мексика	3	3	0	0

Продолжение таблицы 1

Всего:	36	36,1	16,7	47,2
Австралия	12	3	6	3
Всего:	12	25,0	50,0	25,0
Всего по странам:	169	29,0	22,5	48,5
РФ, Алтайский край	1	0	1	0
РФ, Бурятия	1	0	0	1
РФ, Воронежская обл.	2	2	0	0
РФ, Иркутская обл.	1	0	1	0
РФ, Краснодарский край	1	1	0	0
РФ, Красноярский край	1	0	1	0
РФ, Курганская обл.	1	0	0	1
РФ, Ленинградская обл.	1	1	0	0
РФ, Омская обл.	8	1	4	3
РФ, Рязанская обл.	1	0	0	1
РФ, Самарская обл.	3	3	0	0
РФ, Свердловская обл.	2	0	1	1
РФ, Татарстан	1	1	0	0
РФ, Тамбовская обл.	1	0	0	1
РФ, Тюменская обл.	2	2	0	0
РФ, Ульяновская обл.	3	2	1	0
Всего по РФ:	30	43,3	30,0	26,7

В полевых условиях интенсивность поражения сортов яровой пшеницы зависела от их устойчивости к популяции гриба из Московской области и погодных условий текущего года. Из-за длительного периода аномально холодной первой половины лета болезнь начала проявляться на посевах пшеницы только через 3 недели после инокуляции, и первые признаки болезни зафиксированы 17.07.2017. Однако во второй половине лета с повышением температуры воздуха максимальное развитие болезни для восприимчивых сортов отмечено уже 24.07.2017.

На дату последнего учета 62 образца проявили полевую устойчивость к болезни, причем некоторые из них были иммунными к возбудителю бурой ржавчины. Замедленным развитием болезни отличались 47 образцов (интенсивность поражения 25-40%). Остальные 90 образцов пшеницы проявили восприимчивость к патогену. Интенсивность поражения этих образцов составляла 60-100%.

Из образцов яровой пшеницы российской селекции высокой полевой устойчивостью к болезни обладали следующие сорта: Воронежская 20, Черноземноруральская 2 (Воронежская обл.), Эскада 109 (Татарстан), Тулайковская 108, Тулайковская 110, Экада 113, (Самарская обл.), Ульяновская 100, Экада 97 (Ульяновская обл.), Омская 41 (Омская обл.), Альмата (Краснодарский край), ЛТ-5 (Ленинградская обл.) и др. В полевых условиях интенсивность поражения бурой ржавчиной на растениях этих сортов составляла 0-10%.

Высоким уровнем частичной устойчивости отличались сорта яровой пшеницы Екатерина (Свердловская обл.), Памяти Майстренко, Уралосибирская, Памяти Леонтьева, Мелодия (Омская обл.), Ярица (Ульяновская обл.), Уяровка (Красноярский край), Памяти Юдина (Иркутская обл.) и др. Интенсивность поражения этих сортов не превышала 40%.

Высокую полевую устойчивость к возбудителю бурой ржавчины проявили образцы яровой пшеницы селекции Восточной и Западной Европы. Среди них образцы Sparrow (Великобритания), Artur Nick (Испания), Pasteur (Нидерланды), Elissavet (Греция), Naxos (Германия), Вишиванка, Кворум, Тайна, Сперанса (Украина). Сорта Josselin (Франция), Korinta (Польша) и др. отличались высоким уровнем частичной устойчивости.

Многие сорта пшеницы из стран Северной и Центральной Америки характеризовались расоспецифической устойчивостью. Среди них NIL Thatcher Lr35, NIL Thatcher Lr38, NIL Thatcher Lr45, NIL Thatcher Lr22, Lovitt, Lillian, AC Glenavon (Канада), SSL 89-90 (США) и Juchi F2000 (Мексика) и др.

Признаками неспецифической устойчивости обладали сорта Gunner, NIL Thatcher Lr32 (Канада), SSL 98-102, M83-1591, Jefferson (США).

Из двенадцати образцов пшеницы из Австралии сорт Yitpi и изогенные линии к видам ржавчин NIL Avocet S Yr 18 и Line Sr32 обладали расоспецифической устойчивостью. Высоким уровнем частичной устойчивости к бурой ржавчине

отличались изогенные линии NIL Avocet S Yr7, NIL Avocet S Yr 5, NIL Avocet S Yr 8, NIL Avocet S Yr 17, NIL Avocet S Yr 26, умеренным – NIL Avocet S Yr 1 и восприимчивостью – NIL Avocet S Yr15.

Образцы яровой пшеницы из стран Ближнего Востока в 45 случаев оказались восприимчивыми к болезни. При заражении спорами местной популяции гриба (московской) образцы из Армении, Азербайджана, Турции, Ирана, Ирака, Ливана, Омана поражались до 80-100%. Исключение составили 4 образца из Сирии с высокой полевой устойчивостью к патогену: Cham 8, Cham 10, Babaga 3, Qimma 8.

Образцы пшеницы из Индии и Пакистана значительно различались по устойчивости к бурой ржавчине. В Пакистане, в основном, преобладали восприимчивые к патогену образцы. Тем не менее, среди них были выявлены устойчивые формы: DL 803-2, 66215, 65102.

Из 17 сортов китайской селекции 10 проявили устойчивость к местной популяции бурой ржавчины в условиях текущего года. Это сорта: Ling Nong 14, Lankao, Aizhao 8, Long Fu 8, Long Fu 9, Long Fu 13, Long Fu 040562, Ke Feng 10, Long Fu 12. Некоторые из них были иммунными к патогену и образовывали хлорозы на листьях пшеницы.

Из 12 образцов пшеницы селекции Северной и Южной Африки половина оказались высоковосприимчивыми к популяции гриба из Московской области. Высокую полевую устойчивость

проявили образцы Karee из ЮАР, 65111 из Египта и 66212 из Алжира.

Таким образом, оценка образцов яровой пшеницы из коллекции ВИР в инфекционном питомнике ФГБНУ ВНИИФ на фоне искусственного заражения местной популяцией гриба позволила установить характер устойчивости к бурой ржавчине сортов из стран 4 континентов мира. Несмотря на то, что аномальная погода данного года привела к существенной задержке развития бурой ржавчины, во второй половине вегетации при возникновении благоприятных условий отмечено стремительное развитие болезни на растениях. Интенсивность поражения листьев восприимчивых сортов пшеницы выросла за неделю от 5% до 100%. При этом, число восприимчивых образцов среди сортов зарубежной селекции было выше, чем из РФ – 48,5% и 26,7%, соответственно. Умеренный тип устойчивости, или замедленное развитие болезни (интенсивность поражения 25-40%), показали 22,5% образцов из зарубежных стран и 30% образцов из РФ. Устойчивость, в т.ч. иммунитет (0-10%), соответственно, проявили 29% и 43,3% образцов яровой пшеницы.

Ценность для селекции представляют сорта яровой пшеницы, характеризующиеся высокой полевой и частичной устойчивостью к бурой ржавчине. Особый интерес из них составляют образцы пшеницы, являющиеся источниками устойчивости генетического материала различного мирового происхождения.

Литература

1. Новожилов К.В., Захаренко В.А. Уровни и тенденции изменения видового состава и внутривидовой структуры, ареалы комплексов вредных и полезных организмов и прогноз опасных фитосанитарных ситуаций по зонам страны. СПб, 2000.
2. Nelson R.R. Genetics of horizontal resistance to plant diseases. *Ann. Rev. Phytopathol.*, 1978, 16: 359-378.
3. Park R.F., Jahoor A., Felsenstein F.G. Population structure of *Puccinia recondita* in Western Europe during 1995, as assessed by variability in pathogenicity and molecular markers. *J. Phytopathol.*, 2000, 148: 169-179 (doi: 10.1046/j.1439-0434.2000.00458.x).
4. Смирнова Л.А., Жемчужина А.И., Бабаянц Л.Т., Купцова В.П. Расоспецифическая устойчивость озимой пшеницы к бурой ржавчине // Селекция и семеноводство. 1991. №5. С. 2 – 4.
5. Одинцова И.Г., Шеломова Л.Ф. Пути селекции на устойчивость в связи с миграцией возбудителя бурой ржавчины пшеницы // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 1977. №58(3). С. 41 – 44.
6. Санин С.С. Фитосанитарные проблемы семеноводства зерновых культур // Защита и карантин растений. 2010. №5. С. 22 – 24.
7. Санин С.С., Назарова Л.Н., Стрижекозин Ю.А., Корнева Л.Г., Жохова Т.П., Полякова Т.М., Копорова Т.И. Фитосанитарная обстановка на посевах пшеницы в Российской Федерации (1991-2008 гг.) // Защита и карантин растений. 2010. №2. С. 69 – 80.
8. Kosman E., Ben-Yehuda P., Manisterski J. Diversity of virulence phenotypes among annual populations of wheat leaf rust in Israel from 1993 to 2008. *Plant Pathol.*, 2014, 63: 563-571.
9. Long D.L., Leonard K.T., Roberts J.J. Virulence and diversity of wheat leaf rust in United States in 1993 to 1995. *Plant Dis.*, 1998, 82(12): 1391-1400.

10. Коваленко Е.Д., Коломиец Т.М., Киселева М.И., Жемчужина А.И., Смирнова Л.А., Щербик А.А. Методы оценки и отбора исходного материала при создании сортов пшеницы устойчивых к бурой ржавчине. М. 2012. С. 1 – 93.

11. Peterson R.F., Campbell A.B., Hannah A.E. A diagrammatic scale for estimating rust intensity of leaves and stem of cereals. Can. J. Res. Sect., 1948, 26: 496-500.

References

1. Novozhilov K.V., Zaharenko V.A. Urovni i tendencii izmenenija vidovogo sostava i vnutripopuljacionnoj struktury, arealy kompleksov vrednyh i poleznyh organizmov i prognoz opasnyh fitosanitarnyh situacij po zonam strany. SPb, 2000.

2. Nelson R.R. Genetics of horizontal resistance to plant diseases. Ann. Rev. Phytopathol., 1978, 16: 359-378.

3. Park R.F., Jahoor A., Felsentstein F.G. Population structure of *Puccinia recondita* in Western Europe during 1995, as assessed by variability in pathogenicity and molecular markers. J. Phytopathol., 2000, 148: 169-179 (doi: 10.1046/j.1439-0434.2000.00458.x).

4. Smirnova L.A., Zhemchuzhina A.I., Babajanc L.T., Kupcova V.P. Rasospecificheskaja ustojchivost' ozimoj pshenicy k buroj rzhavchine // Selekcija i semenovodstvo. 1991. №5. S. 2 – 4.

5. Odincova I.G., Shelomova L.F. Puti selekcii na ustojchivost' v svjazi s migraciej vozбудitelja buroj rzhavchiny pshenicy // Trudy po prikladnoj botanike, genetike i selekcii. 1977. №58(3). S. 41 – 44.

6. Sanin S.S. Fitosanitarnye problemy semenovodstva zernovyh kul'tur // Zashhita i karantin rastenij. 2010. №5. S. 22 – 24.

7. Sanin S.S., Nazarova L.N., Strizhekozin Ju.A., Korneva L.G., Zhohova T.P., Poljakova T.M., Koporova T.I. Fitosanitarnaja obstanovka na posevah pshenicy v Rossijskoj Federacii (1991-2008 gg.) // Zashhita i karantin rastenij. 2010. №2.S. 69 – 80.

8. Kosman E., Ben-Yehuda P., Manisterski J. Diversity of virulence phenotypes among annual populations of wheat leaf rust in Israel from 1993 to 2008. Plant Pathol., 2014, 63: 563-571.

9. Long D.L., Leonard K.T., Roberts J.J. Virulence and diversity of wheat leaf rust in United States in 1993 to 1995. Plant Dis., 1998, 82(12): 1391-1400.

10. Kovalenko E.D., Kolomiec T.M., Kiseleva M.I., Zhemchuzhina A.I., Smirnova L.A., Shherbik A.A. Metody ocenki i otbora ishodnogo materiala pri sozdanii sortov pshenicy ustojchivyh k buroj rzhavchine. М. 2012. S. 1 – 93.

11. Peterson R.F., Campbell A.B., Hannah A.E. A diagrammatic scale for estimating rust intensity of leaves and stem of cereals. Can. J. Res. Sect., 1948, 26: 496-500.

*Kiseleva M.I., Candidate of Biological Sciences (Ph.D.),
Kolomiets T.M., Candidate of Biological Sciences (Ph.D.),
All-Russian Research Institute of Phytopathology*

LEAF RUST RESISTANCE OF SPRING WHEAT CULTIVARS FROM VIR IN MOSCOW AREA IN 2017

Abstract: there were evaluated 199 spring wheat cultivars of VIR world collection for resistance to leaf rust population in infection nursery of ARRIP. Based on the field test there were identified the resistance types of wheat cultivars. There 29-43.3% of spring wheat samples were possessed high field resistance. There were found out 22.5-30% of the samples possessed slow rusting. Wheat cultivars like sources of resistance differed origin were especially interest for breeders.

Keywords: leaf rust, wheat, race-specific and partial resistance, virulence

Колесова М.А., кандидат биологических наук,
Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт
генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова

ХАРАКТЕРИСТИКА ОБРАЗЦОВ *AEGILOPS BIUNCIALIS* VIZ. ПО ЮВЕНИЛЬНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ К ГРИБНЫМ БОЛЕЗНЯМ

Аннотация: изучили ювенильную устойчивость 105 образцов *Aegilops biuncialis* Viz. из Мировой коллекции ВИР к четырем грибным болезням. Все образцы восприимчивы к септориозу, темно-бурой листовой пятнистости и обыкновенной корневой гнили. Образцы к-1145, к-2452, к-2531, к-2892, к-2900 и к-3006 высокоустойчивы к листовой ржавчине как в ювенильной стадии, так и стадии флаг-листа. Обсуждается перспективность использования устойчивых образцов в интрогрессивной гибридизации.

Ключевые слова: *Aegilops biuncialis*, грибные болезни, устойчивость

Поражение посевов мягкой пшеницы грибными болезнями, в том числе листовой ржавчиной (возбудитель *Puccinia triticina* Erikss.), септориозом (*Stagonospora nodorum* Berk.), темно-бурой листовой пятнистостью и обыкновенной корневой гнилью (*Bipolaris sorokiniana* Shoem.), приводит к значительному снижению её урожайности и качества зерна. Потери урожая культуры от листовой ржавчины в годы эпифитотий составляют 30-40% и более [1, 2], потери от септориоза могут достигать 50% [3, 4], от темно-бурой листовой пятнистости – 30-100% [5, 6]. Ежегодные потери урожая зерна пшеницы от обыкновенной корневой гнили составляют более 10-20% [7], в годы сильного поражения болезнью размеры потерь могут достигать 45-50% [8].

Выращивание устойчивых сортов – наиболее экономически эффективный и экологически безопасный способ защиты пшеницы от болезней [9]. Для создания таких сортов требуется поиск доноров новых эффективных генов резистентности.

Генофонд *Triticum aestivum* L. беден генами устойчивости к вышеперечисленным болезням. Среди коллекционных образцов мягкой пшеницы Мировой коллекции Всероссийского института генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова не выявлены формы, высокоустойчивые к септориозу, темно-бурой листовой пятнистости и обыкновенной корневой гнили. Все образцы, резистентные к листовой ржавчине, защищены генами уже используемыми в селекции [10].

Вследствие этого, расширение генетического разнообразия *T. aestivum* по устойчивости к вышеперечисленным болезням является важной задачей.

Одним из методов решения этой задачи – интрогрессия в мягкую пшеницу генов от ее дикорастущих родичей. Всё чаще в межродовую гибридизацию вовлекаются представители рода *Aegilops* L.

Цель настоящей работы – изучение ювенильной устойчивости образцов *Ae. biuncialis* Viz. к 4-м грибным болезням.

Материалом исследования служили 105 образцов *Ae. biuncialis* различного эколого-географического происхождения из коллекции ВИР.

Для изучения ювенильной устойчивости к листовым болезням проростки в стадии 1-2 листьев опрыскивали водной суспензией спор возбудителей болезней.

Для заражения использовали сборную популяцию *P. triticina*: смесь изолятов из Дагестана и Северо-Западного региона, концентрацией 30×10^3 спор/мл, искусственную популяцию *S. nodorum* (смесь семи изолятов гриба, 10×10^6 спор/мл), высокоагрессивный штамм «Т» *B. sorokiniana* (50×10^3 спор/мл).

Учет типа реакции на заражение возбудителем листовой ржавчины проводили на 12-е сутки после инокуляции *P. triticina* по модифицированной шкале Майнса и Джексона [11], где: 0 – отсутствие симптомов; 0; – некротические пятна без пустул; 1 – очень мелкие пустулы, окруженные некрозом; 2 – пустулы среднего размера, окруженные некрозом или хлорозом; 3 – крупные пустулы без некроза; е.п. – единичные пустулы без некроза; х – на одном листе присутствуют пустулы разных типов. Типы 0, 0; и 1 соответствуют высокой устойчивости, 2, е.п. и х – среднему уровню устойчивости и 3 – восприимчивости.

У устойчивых в ювенильной стадии образцов эгилопсов дополнительно изучали возрастную резистентность при искусственном заражении сборной популяцией *P. triticina* интактных флаг-листьев с использованием метода микрокамер в поле и теплице (Пушкинские лаборатории ВИР). Для этого отрезки фильтровальной бумаги $0,5 \times 0,5$ см, смоченные в водной суспензии спор патогена, помещали на флаг-лист. Лист вместе с куском бумаги оборачивали полиэтиленом и камеру

закрепляли на листе двумя скрепками. Образцы перед посадкой яровизировали в холодильнике 45-60 дней. Тип реакции учитывали на 7-й день после инокуляции по шкале, указанной выше [11].

Учет развития септориоза и темно-бурой листовой пятнистости проводили через 7 суток после инокуляции по 7-и балльной шкале, где 0 – отсутствие симптомов поражения, 1, 2, 3, 4 – поражено 10, 20, 30, 40% листовой поверхности, 5 – поражено более 50 % листовой поверхности, 6 – гибель листа. Образцы, поражение которых не превышало 1 балла, рассматривали как устойчивые; 2-4 – среднеустойчивые; 5 и 6 – восприимчивые [12, 13].

Устойчивость образцов эгилопсов к корневой гнили оценивали при выращивании растений в песке, инфицированном конидиями *B. sorokiniana* (20 тыс. спор/г). В заранее прокаленный кварцевый песок наливали суспензию спор патогена, хорошо перемешивали и засыпали в глубокие кюветы. Семена высевали в кюветы рядами по 20-30 штук.

Через 20 дней растения из песка выкапывали, поражение корней и coleoptилей оценивали по 7-

балльной шкале, где 0 – отсутствие симптомов поражения, 6 – гибель растения. Образцы, поражение которых не превышало 1 балла, рассматривали как устойчивые; 2-4 – среднеустойчивые; 5 и 6 – восприимчивые [14].

Среди изученных образцов не выявлено форм, устойчивых к септориозу, темно-бурой листовой пятнистости и обыкновенной корневой гнили в ювенильной стадии роста. Все образцы поражались на баллы 5 или 6.

К листовой ржавчине в ювенильной стадии средним уровнем устойчивости характеризовались пять образцов *Ae. biuncialis*. На листьях этих форм наблюдали гетерогенный тип реакции х на заражение сборной популяцией *P. triticina*. Данные образцы не защищены эффективными генами ювенильной устойчивости и, привлекать их в трудоемкий процесс интрогрессивной гибридизации с *T. aestivum* нецелесообразно.

Высокоустойчивы к болезни в ювенильной стадии были шесть образцов *Ae. biuncialis*: к-1145, к-2892, к-2900, к-2531, к-3006 и к-2452. Все шесть образцов не поражались возбудителем листовой ржавчины и в стадии флаг-листа (табл.1).

Таблица 1

Высокоустойчивые к листовой ржавчине образцы *Aegilops biuncialis* Viz.

№ по каталогу ВИР	Происхождение	Пораженность возбудителем (тип реакции)	
		1-2 лист	флаг-лист
1145	Азербайджан	0	0
2892	Болгария	0	0
2900	Болгария	0	0
2452	Греция	0	0
2531	Россия	0	0
3006	Россия	0	0

Ae. biuncialis (геномная формула UUM^bM^b) – тетраплоидный вид, в становлении генома которого участвовали два диплоидных вида: *Ae. umbellulata* Zhuk. (геном U) и *Ae. comosa* Sm. in Sibth. et Sm. (геном M). Пока не известны случаи передачи генов устойчивости к листовой ржавчине в геном мягкой пшеницы от образцов *Ae. biuncialis* и *Ae. comosa*. Однако известны гены устойчивости к болезни, полученные от эгилопсов, содержащих геном U: *Lr9* – *Ae. umbellulata*, *Lr54* – *Ae. kotschy* Boiss., *Lr57* – *Ae. geniculata* Roth, *Lr58* и *LrTr* – *Ae. triuncialis* L. и *Lr59* – *Ae. peregrina* (Hack. in J. Fraser) Maire et Weiller [15]. Если выделенные в

данной работе образцы защищены уже известными генами устойчивости, то привлекать их в трудоемкий процесс скрещиваний с *T. aestivum* повторно нецелесообразно. Для интрогрессивной гибридизации интерес представляют только новые гены резистентности.

Таким образом, в результате изучения коллекции *Ae. biuncialis* ВИР мы выделили шесть образцов, характеризующихся высоким уровнем ювенильной устойчивости к листовой ржавчине. После изучения генетики резистентности они могут быть рекомендованы для селекции пшеницы на иммунитет.

Литература

1. Мешкова Л.В. Популяционно-генетическая характеристика возбудителя листовой ржавчины пшеницы и генофонд устойчивости к нему в Западной Сибири: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Л., 1979. 19 с.
2. Крупнов В.А. Стратегия генетической защиты пшеницы от листовой ржавчины в Поволжье // Вестник РАСХН. 1997. №6. С. 12 – 15.

3. Eyal Z.E. Integrated control of *Septoria* diseases of wheat // Plant Dis. 1981. V. 65. P. 763 – 768.
4. Babadoost M., Herbert T.T. Factors affecting infection of wheat seedlings by *Septoria nodorum* // Phytopathology. 1984. V. 74 P. 592 – 595.
5. Villareal R.L., Rajaram S., Nelson W. Breeding wheat for more tropical environments at CIMMYT // Wheats for More Tropical Environments. Proc. Int. Symp. CIMMYT, Mexico. 1985. P. 89 – 99.
6. Hetzler J., Eyal Z., Mehta Y.R., Campos L.A., Fehrmann H., Kushnir U., Zekaria-Oren J., Cohen L. Interactions between spot blotch (*Cochliobolus sativus*) and wheat cultivars // in: Wheat for the Nontraditional, Warm Areas. D. A. Saunders, ed. CIMMYT, Mexico D.F., Mexico. 1991. P. 146 – 164.
7. Хасанов Б.А. Определитель грибов – возбудителей «гельминтоспориозов» растений из родов *Bipolaris*, *Drechslera* и *Exserohilum*, Ташкент. 1992. 244 с.
8. Шевченко Ф.П. Корневые гнили яровой пшеницы в Западной Сибири и система мер борьбы с ними // Корневые гнили хлебных злаков и меры борьбы с ними. М.: Колос, 1970. С. 14 – 17.
9. Рассел Г.Э. Селекция растений на устойчивость к вредителям и болезням. М.: Колос., 1982. 421 с.
10. Тырышкин Л.Г. Генетическое разнообразие пшеницы и ячменя по эффективной устойчивости к болезням и возможности его расширения: дис. ... докт. биол. наук. СПб.: ВИР., 2007. 251 с.
11. Mains E.B., Jackson H.S. Physiological specialization in leaf rust of wheat, *Puccinia triticina* Erikss // Phytopath. 1926. V. 16. №1. P. 89 – 120.
12. Тырышкин Л.Г., Колесова М.А. Септориоз листьев. В кн.: Изучение генетических ресурсов зерновых культур по устойчивости к вредным организмам: метод. пособие. М.: РАСХН. 2008. С. 121 – 128.
13. Тырышкин Л.Г. Темно-бурая листовая пятнистость. В кн.: Изучение генетических ресурсов зерновых культур по устойчивости к вредным организмам: метод. пособие. М.: РАСХН., 2008. С. 112 – 120.
14. Тырышкин Л.Г., Колесова М.А. Корневые гнили. В кн.: Изучение генетических ресурсов зерновых культур по устойчивости к вредным организмам: метод. пособие. М.: РАСХН., 2008. С. 187 – 195.
15. McIntosh R.A., Yamazaki Y., Dubcovsky J., Rogers J., Morris C., Somers D.J., Appels R., Devos K.M. Catalogue of gene symbols for wheat // <http://wheat.pw.usda.gov/GG2/Triticum/wgc/2008>.

References

1. Meshkova L.V. Populjacionno-geneticheskaja harakteristika vozbuditelja listovoj rzhavchiny pshenicy i genofond ustojchivosti k nemu v Zapadnoj Sibiri: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk. L., 1979. 19 s.
2. Krupnov V.A. Strategija geneticheskoy zashhity pshenicy ot listovoj rzhavchiny v Povolzh'e // Vestnik RASHN. 1997. №6. S. 12 – 15.
3. Eyal Z.E. Integrated control of *Septoria* diseases of wheat // Plant Dis. 1981. V. 65. P. 763 – 768.
4. Babadoost M., Herbert T.T. Factors affecting infection of wheat seedlings by *Septoria nodorum* // Phytopathology. 1984. V. 74 P. 592 – 595.
5. Villareal R.L., Rajaram S., Nelson W. Breeding wheat for more tropical environments at CIMMYT // Wheats for More Tropical Environments. Proc. Int. Symp. CIMMYT, Mexico. 1985. P. 89 – 99.
6. Hetzler J., Eyal Z., Mehta Y.R., Campos L.A., Fehrmann H., Kushnir U., Zekaria-Oren J., Cohen L. Interactions between spot blotch (*Cochliobolus sativus*) and wheat cultivars // in: Wheat for the Nontraditional, Warm Areas. D. A. Saunders, ed. CIMMYT, Mexico D.F., Mexico. 1991. P. 146 – 164.
7. Hasanov B.A. Opredelitel' gribov – vozbuditelej «gel'mintosporiozov» rastenij iz rodov *Bipolaris*, *Drechslera* i *Exserohilum*, Tashkent. 1992. 244 s.
8. Shevchenko F.P. Kornevye gnili jarovoj pshenicy v Zapadnoj Sibiri i sistema mer bor'by s nimi // Kornevye gnili hlebnyh zlakov i mery bor'by s nimi. M.: Kolos, 1970. S. 14 – 17.
9. Rassel G.Je. Selekcija rastenij na ustojchivost' k vrediteljam i boleznyam. M.: Kolos., 1982. 421 s.
10. Tyryshkin L.G. Geneticheskoe raznoobrazie pshenicy i jachmenja po jeffektivnoj ustojchivosti k boleznyam i vozmozhnosti ego rasshirenija: dis. ... dokt. biol. nauk. SPb.: VIR., 2007. 251 s.
11. Mains E.B., Jackson H.S. Physiological specialization in leaf rust of wheat, *Puccinia triticina* Erikss // Phytopath. 1926. V. 16. №1. P. 89 – 120.
12. Tyryshkin L.G., Kolesova M.A. Septorioz list'ev. V kn.: Izuchenie geneticheskikh resursov zernovyh kul'tur po ustojchivosti k vrednym organizmam: metod. posobie. M.: RASHN. 2008. S. 121 – 128.
13. Tyryshkin L.G. Temno-buraja listovaja pjatnistost'. V kn.: Izuchenie geneticheskikh resursov zernovyh kul'tur po ustojchivosti k vrednym organizmam: metod. posobie. M.: RASHN., 2008. S. 112 – 120.

14. Tyryshkin L.G., Kolesova M.A. Kornevye gnili. V kn.: Izuchenie geneticheskikh resursov zernovyh kul'tur po ustojchivosti k vrednym organizmam: metod. posobie. M.: RASHN., 2008. S. 187 – 195.

15. McIntosh R.A., Yamazaki Y., Dubcovsky J., Rogers J., Morris C., Somers D.J., Appels R., Devos K.M. Catalogue of gene symbols for wheat // <http://wheat.pw.usda.gov/GG2/Triticum/wgc/2008>.

*Kolesova M.A., Candidate of Biological Sciences (Ph.D.),
Federal Research Center N.I. Vavilov All-Russian
Institute of Plant Genetic Resources*

CHARACTERIZATION OF *AEGILOPS BIUNCIALIS* VIZ. SAMPLES FOR JUVENILE RESISTANCE TO FUNGAL DISEASES

Abstract: juvenile resistance to 4 fungal diseases was studied in 105 samples of *Aegilops biuncialis* Viz. from VIR World Collection. All samples were susceptible to septoriosiis, dark-brown leaf spot blotch and common root rot. Samples κ-1145, κ-2452, κ-2531, κ-2892, κ-2900 and κ-3006 were highly resistant to leaf rust both at juvenile and adult growth stages of ontogenesis. The perspective of resistant samples use in introgressive hybridization is under discussion.

Keywords: *Aegilops biuncialis*, fungal diseases, resistance

Коломиец Т.М., кандидат биологических наук,
Пахолкова Е.В., кандидат биологических наук,
Панкратова Л.Ф.,
Скатенок О.О.,

Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии

РОЛЬ ГЕНЕТИЧЕСКИХ КОЛЛЕКЦИЙ В СЕЛЕКЦИИ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ НА ИММУНИТЕТ К СЕПТОРИОЗУ

Аннотация: в статье представлены результаты скрининга сортообразцов яровой пшеницы из различных генетических коллекций. Отобраны источники устойчивости пшеницы к септориозу из разных регионов мира.

Ключевые слова: пшеница, септориоз, генетические коллекции, источники устойчивости

Септориоз поражает озимую и яровую пшеницу и является экономически значимым заболеванием в странах с умеренными климатическими условиями. При благоприятных погодных условиях болезнь часто принимает характер эпифитотии, вызывая потери урожая до 30-50% (13, 14).

Распространение этой болезни отмечено во Франции, Великобритании, Германии, Польше, Бельгии, Чехии, Нидерландах, в странах Скандинавии (Норвегии, Швеции, Финляндии) и в Прибалтике (Литве и Латвии) (16, 18, 20, 25). Фиксируется септориоз в Северной Африке – Тунис, Алжир, Марокко, Эфиопия и на Северном Кавказе – в Грузии, в Северной Америке – США, Канаде и в Южной Америке – в Мексике (17, 19, 21, 23, 24).

Септориоз начал прогрессировать в России с начала 70-х годов XX века и в настоящее время составляет основу патогенного комплекса на посевах пшеницы, занимая доминирующее положение среди вредоносных грибных болезней. О его распространении было известно достаточно давно. Так, по данным З. Демидовой (6) в ряде областей Центрального, Центрально-Черноземного и Северо-Кавказского районов был отмечен вид *S. tritici*, на Урале – *S. nodorum*. Согласно З.И. Бурхард (2) в Московской области был распространен вид *S. nodorum*. По более поздним сведениям оба вида часто встречались на территории Западной Сибири. Кроме того, в Тюменской и Челябинской областях отмечалось интенсивное развитие *S. avenae triticea* (1, 5, 7). В настоящее время сотрудниками ВНИИ фитопатологии изучен видовой состав возбудителей септориоза зерновых культур и их соотношение в различных регионах Российской Федерации, выявлены преобладающие виды и обоснован состав искусственного инфекционного фона для селекции на иммунитет к септориозу с учетом климатических и агротехнических особенностей регионов (8, 10). Изучена этиология и эпифитотология возбудителей болезни (11, 13, 15). Нача-

ты исследования по изучению генотипа вирулентности патогена и генетики наследования устойчивости растением-хозяином (9, 12).

Селекция пшеницы на устойчивость к септориозу в нашей стране практически не проводится. В настоящее время нет не только устойчивых сортов, но и источников устойчивости к этому заболеванию как в рабочих коллекциях селекционеров РФ, так и в коллекции Всероссийского института растениеводства им. Н.И. Вавилова.

Селекция устойчивых сортов является очень сложной проблемой, так как вновь создаваемые сорта быстро теряют устойчивость вследствие высокой изменчивости возбудителя, эволюция которого постоянно опережает эволюцию растения-хозяина. Основоположник отечественного иммунитета Н. И. Вавилов впервые предложил системный подход для решения этой проблемы. Приступая к селекции, прежде всего, необходимо знать эколого-генетическую дифференциацию не только растения-хозяина, но и возбудителя и их сопряжённую эволюцию во времени и пространстве. Н.И. Вавилов обосновал необходимость расширения генетического разнообразия исходного материала для селекции за счет использования всего мирового генофонда возделываемых растений и их диких сородичей (3, 4). Селекция к септориозу осложняется еще и тем, что устойчивость к этой болезни обусловлена полигенным характером наследования, которую трудно не только передать потомству, но и контролировать весь комплекс генов, обеспечивающих устойчивость.

Исходный материал для селекции сортов с продолжительной устойчивостью к болезни, обеспечивающий стабильность и экологическую чистоту сельскохозяйственного производства, должен характеризоваться генетическим разнообразием, сдерживающим развитие болезни на разных этапах онтогенеза растений.

Результативность отбора исходного материала для селекции зависит от правильного выбора методов при отборе устойчивых генотипов

пшеницы к возбудителям септориоза. Основными из них являются: составление искусственных инфекционных фонов на разных этапах оценки, выбор основных фитопатологических и генетических параметров для отбора устойчивых образцов, благоприятные условия для развития болезни. При оценке устойчивости необходимо использовать все разнообразие культур патогенов по свойствам вирулентности и агрессивности. Это позволит более объективно оценить характер взаимодействия в системе хозяин-патоген и определить типы устойчивости сортов и линий пшеницы к возбудителям септориоза.

В связи с этим, целью наших исследований было изучение устойчивости сортообразцов пшеницы из различных генетических банков мира с целью отбора источников устойчивости для использования в селекции на иммунитет к септориозу

Материалы и методы. За период 2006-2016 гг. проведена оценка устойчивости 4188 сортообразцов к наиболее патогенным изолятам *Stagonospora nodorum* и *Septoria tritici* в полевых условиях на искусственном инфекционном фоне. Посеянные образцы были получены из коллекции США – Germplasm Resources Information Network (GRIN) – 2494 образца, из мировой коллекции ВИР (Россия) – 686 образцов, коллекции СИММИТ – 960 образцов, коллекции «Арсенал» – 48 образцов. Сортообразцы коллекции GRIN были представлены разными генетическими группами (20 - диплоидных ($2n=14$), 409 – тетраплоидных ($2n=28$) образцов, 1688 – гексаплоидных ($2n=42$) образцов), а также селекционными образцами от скрещивания с *Aegilotriticum sp.* – 397 номеров.

Для создания инфекционного фона в иммунологическом питомнике использовали смеси 4 наиболее агрессивных штаммов как для возбудителя *Stagonospora nodorum*, так и для *Septoria tritici*, выделенных с пораженных образцов пшеницы, собранных в Московской области Центрального региона России. Штаммы возбудителей *S. tritici* и *S. nodorum* были получены из Государственной коллекции фитопатогенных микроорганизмов,

созданной на базе ФГБНУ ВНИИ фитопатологии. Суспензию спор готовили в концентрации 10^6 конидий/мл для *S. nodorum* и 10^7 конидий/мл для *S. tritici*. Приготовленную суспензию наносили на растения пшеницы ручным опрыскивателем из расчета 100 мл на кв. метр. Инокуляцию *S. tritici* проводили в фазу трубкования растений, *S. nodorum* – в фазу колошения. Растения инокулировали в безветренную погоду в вечерние часы с целью сохранения росяного периода в течение 10-12 часов. Во время заражения растений относительная влажность воздуха колебалась от 75 до 95%, температура – от 14 до 20°C.

Степень поражения растений оценивали по шкале Saari and Prescott (1987). Первые оценки проводили на 20-й день после инокуляции *S. tritici* и на 10-й день после инокуляции *S. nodorum*. В дальнейшем оценивали совместную пораженность обеими патогенами через каждые 7-10 дней с учетом разных фаз онтогенеза растений.

По степени поражения септориозом образцы классифицированы на следующие группы:

RR – очень высокая и высокая устойчивость, поражение – 0-5%;

R – устойчивость - поражение до 6 – 15%;

M – умеренная восприимчивость – поражение 16-25%;

S – восприимчивость – поражение 26-65%;

SS – высокая и очень высокая восприимчивость, поражение от 66% до 100%.

Результаты исследований. В результате оценки устойчивости сортов пшеницы из разных генетических коллекций в условиях инфекционного питомника на искусственных инфекционных фонах возбудителей *S. nodorum* и *S. tritici* отобраны образцы с разным уровнем поражения болезнью. Среди 2494 сортообразцов американской коллекции GRIN выявлено 49 (2,0%) устойчивых и 436 (17,5%) умеренно восприимчивых образцов. Остальные сортообразцы характеризовались восприимчивостью и сильной восприимчивостью к септориозу (табл. 1).

Таблица 1

Характеристика сортов яровой пшеницы различных генетических коллекций по устойчивости к септориозу в инфекционном питомнике Центрального региона России

Коллекции	Год изучения	Количество сортов	R		M		S		SS	
			кол-во	%	кол-во	%	кол-во	%	кол-во	%
GRIN	2006-2013	2494	49	2,0	436	17,5	1674	67,1	335	13,4
ВИР	2006-2016	686	13	1,9	113	16,5	367	53,5	193	28,1
СИММИТ	2009-2016	960	22	2,3	76	7,9	668	69,6	194	20,2
Арсенал	2006-2013	48	3	6,3	1	2,1	37	77,1	7	14,5
Итого		4188	87	2,1	626	14,9	2746	65,6	729	17,4

Отбор устойчивых к септориозу сортов пшеницы из разных генетических групп проводился с учетом их происхождения. Согласно классификации Вавилова Н.И. (1964) изученные образцы были отнесены к 8 эколого-географическим группам.

Анализ результатов скрининга сортов яровой пшеницы из американской коллекции позволил выявить устойчивые сорта из разных генетических групп. Среди сортов гексаплоидной группы ($2n=42$) наибольшее количество образцов выявлено на Американском континенте в США, Канаде, Бразилии, Перу и Аргентине (таблица 2). Устойчивые сорта яровой мягкой пшеницы были идентифицированы из Западно-Европейской, Восточноазиатской и Австралийской эколого-географических групп.

Большинство устойчивых гексаплоидных образцов были отобраны среди сортов *Triticum aestivum* subsp. *aestivum* – 21 образец. Наибольший интерес среди них представляют сортообразцы: Anderson (США), P8917-B4D4 (Канада), CNT 1, BH 941, TRAREANO (Бразилия), Mole II, KLEIN IMPACTO (Аргентина), Experiment station no.85 (Болгария) и другие, характеризующиеся устойчивостью к септориозу в инфекционном питомнике в течение многолетних исследований. В группе гексаплоидной пшеницы идентифицирован устойчивый к септориозу сорт пшеницы Paganuzzi из Италии, относящийся к виду *Triticum aestivum* subsp. *spelta* (табл. 2).

Таблица 2

Устойчивые к септориозу сортообразцы пшеницы из разных генетических коллекций

Генетическая коллекция	Эколого-географическая группа	Страна	Количество образцов	Сортообразцы
GRIN	<i>T.aestivum</i> subsp. <i>aestivum</i> ($2n=42$)			
	Западно-Европейская	Болгария	1	EXPERIMENT STATION № 85
		Германия	1	Chinese 166
	Восточноазиатская	Китай	1	Chiu mai
	Североамериканская	США	3	11-62-4 (Cltr 15645), Ns.3755-3-6-56, Anderson
		Канада	2	8916-CG09-I, P8917-B4D4
	Центрально-американская	Бразилия	7	BH 941, CNT 1, TRAREANO, BH 2845, 16-52-2, ITAPEVA, COLOTANA 266/51
	Южноамериканская	Перу	1	Mult 764
		Аргентина	4	Mole II, KLEIN IMPACTO, BENVENUTO INCA, 1352,
	Австралийская	Австралия	1	TIMSON
	<i>Triticum aestivum</i> subsp. <i>spelta</i> ($2n=42$)			
	Западно-Европейская	Испания	1	69Z6.886
	<i>T.turgidum</i> subsp. <i>durum</i> ($2n=28$)			
Североамериканская	США	1	D 7158	
	Канада	1	UM 6001	

Продолжение таблицы 2

	Центрально-американская	Мексика	11	RF 427-19, RF 427-30, SCOTER 'S', Gambridge 010, BW28154, CIGM91.153, П-1462-2С-2С-13С, П-1462-2С-2С-15С, PINGUNO – PI520111, PI428449, PINGUNO "S"- PI520069
<i>T.turgidum</i> subsp. <i>turgidum</i> (2n=28)				
	Западно-Европейская	Португалия	1	Rubiao
<i>Triticum turgidum</i> subsp. <i>dicoccon</i> (2n=28)				
	Западно-Европейская	Испания	1	103(PI 276007)
		Италия	1	Paganuzzi
<i>T.timopheevii</i> subsp. <i>timopheevii</i> (2n=28)				
	Юго-Западноазиатская	Грузия	1	WIR 38555
	Средиземноморская	Израиль	1	KURAZIM
<i>Triticum monococcum</i> subsp. <i>aegilopoides</i> (2n=14)				
	Юго-Западноазиатская	Ирак	1	G2292
x <i>Aegilotriticum</i> sp.				
	Североамериканская	США	1	PI 648753
	Центрально-американская	Мексика	7	BW27715, BW27723, BW27777, BW27779, BW27832, BW23180, BW28153
Итого			49	
ВИР	Западно-Европейская	Россия	7	Рико, Фори 1, Фори 4, Фори 5, Фори 6, Фори 7, Фори 8
	Центрально-американская	Мексика	2	М - CI 2817, SWN 1698-3L-0KE-1MB-2MN-0MN
	Североамериканская	США	1	UI Lochsa
	Юго-Западноазиатская	Иран	1	32 – к.225218
	Восточноазиатская	Китай	1	Su-mai 3
	Австралийская	Австралия	1	Isogenic line Avocet S Yr 9
Итого			13	
Арсенал	Западно-Европейская	Россия	3	146/001 морф.2, 78/00 ¹ , 145/05 ¹
Итого			3	
СИММИТ	Восточноазиатская	Россия – Казахстан (КАСИБ)	22	IR-48, Lutestsens 197-04-7, Lutestsens 310-00-1, BC2 Eritr. 59/Lut. 20639(1981) lut. 22902, Lutestsens 160-00-10, Lutestsens 307-97-7 (Ug 99 Res HL), Фитон 130, Фитон 82, ЧС-9-77-31, Фитон 43, Фитон 123, Фитон 124, Фитон 125, Фитон 128, Фитон 87, ЧС-9-195-50, Экада 204, Эритроспермум 101-13, Эритроспермум 102-13, 394т – КС, gordeiforme.09-68-2, gordeiforme.09-36-1
Итого			22	

Источники устойчивости выявлены среди 4 видов тетраплоидной пшеницы ($2n=28$). Наибольшей представленностью отличалась генетическая группа яровой твердой пшеницы – *T.turgidum* subsp.*durum*, где идентифицировано 11 устойчивых образцов из Мексики (RF 427-19, RF 427-30, SCOTER 'S', Cambridge 010, BW28154, CIGM91.153, П-1462-2С-2С-13С, П-1462-2С-2С-15С, PINGUNO – PI520111, PI428449, PINGUNO "S" – PI520069), один из США (D 7158) и один из Канады (UM 6001). Образцы тетраплоидной пшеницы были выявлены также среди видов пшеницы *T.turgidum* subsp. *turgidum* (Rubiao из Португалии), *Triticum turgidum* subsp. *dicoccon* (103 - PI 276007 из Испании, Paganuzzi из Италии), *T.timopheevii* subsp. *timopheevii* (WIR 38555 из Грузии, KURAZIM из Израиля).

Диплоидная группа ($2n=14$) была представлена одним видом пшеницы *Triticum monocossum* subsp. *aegilopoides*. Для селекции на иммунитет в этой группе отобран образец из Ирака G2292.

Из 686 сортообразцов коллекции ВИР отобрано 13 (1,9%) устойчивых и 113 (16,5%) слабопоражаемых септориозом образцов яровой пшеницы. Наибольший интерес для селекции в качестве источников устойчивости представляют зарубежные сорта: Su-mai 3 из Китая, изогенная линия Avocet S Yr 9 из Австралии, образец 32 – к.225218 из Ирана, UI Lochsa из США и 2 линии из септориозного питомника Мексики (M – CI 2817, SWN 1698-3L-0KE-1MB-2MN-0MN). Особую ценность имеют сорта отечественной селекции, поступившие в коллекцию ВИР и проявляющие устойчивость к септориозу. К ним относятся: Рико, Фори 1, Фори 4, Фори 5, Фори 6, Фори 7, Фори 8.

Коллекция СИММИТ была представлена 960 сортами и селекционными линиями, полученными из селекционных центров России и Казахстана, объединенными в единую Казахстано-Сибирскую сеть по целенаправленной селекции пшеницы на устойчивость к наиболее вредоносным фитопатогенам. В условиях Центрального региона России на искусственном инфекционном фоне отобрано 22 (2,3%) устойчивых и 76 (7,9%) слабопоражаемых септориозом образцов яровой пшеницы. В основном это

константные линии, проходящие конкурсное сортоиспытание (табл. 2).

Интерес для селекции на устойчивость к болезням представляют константные линии с чужеродным генетическим материалом, способным обеспечивать устойчивость растениям от болезней. В наших исследованиях таким материалом являлись сортообразцы от скрещивания сорта Родина с *Aegilops speltoides*, полученные из коллекции «Арсенал». Из 48 оцененных к септориозу линий отобрано 3 устойчивых (146/001 морф.2, 78/00¹, 145/05¹).

Таким образом, в результате поиска сортов пшеницы, устойчивых к септориозу, проведен скрининг сортообразцов из различных мировых коллекций с учетом происхождения сортов, относящихся к разным видам пшеницы. Наибольшее количество источников устойчивости выявлено среди образцов Североамериканской эколого-географической группы, представленных гексаплоидными и тетраплоидными видами пшеницы.

Центральноамериканская группа была представлена сортообразцами из Мексики и Бразилии. Устойчивые образцы из Бразилии были отобраны для селекции яровой мягкой пшеницы, тогда как образцы из Мексики представляют интерес как источники устойчивости для селекции сортов яровой твердой пшеницы. Среди сортов из Южной Америки отобрано 5 источников для селекции устойчивости яровой мягкой пшеницы.

В странах Западной Европы отобраны сортообразцы с высоким уровнем устойчивости к болезни для селекции разных видов пшеницы на устойчивость к септориозу. В Восточноазиатской эколого-географической группе особый интерес представляют сорта и линии селекции СИММИТ, где проводится целенаправленная селекция на иммунитет к болезни. Средиземноморская, Юго-Западноазиатская и Австралийская эколого-географические группы были представлены небольшим количеством сортов. Однако среди них выявлены образцы с высоким уровнем устойчивости к болезни, представляющие интерес в качестве источников устойчивости для селекции на иммунитет к септориозу.

Литература

1. Борзионова Т.И., Васецкая М.Н., Судникова В.П., Алипбекова Ч.А. Видовой состав возбудителей септориоза на территории Казахстана, Западной Сибири, Южного Урала и Кыргызстана // Сиб. вестник с-х науки. 1991. №3. С. 106 – 108.
2. Бурхарт З.И. *Septoria nodorum* Berk. на зерновых культурах в условиях Московской области и меры борьбы с ним: автореф. ... дис. канд. биол. наук. Ленинград, 1955.
3. Вавилов Н.И. Учение об иммунитете растений к инфекционным заболеваниям. Л., 1967. Т. 1.
4. Вавилов Н.И. Теоретические основы селекции. М., Наука, 1987. 512 с.

5. Васецкая М.Н., Куликова Г.Н., Борзионова Т.И. Виды септориальных грибов, распространенных на сортах пшеницы в СССР // Микол. и фитопатол. 1983. Т. 17. №3. С. 210 – 213.
6. Демидова З.Н. Наблюдения за видами *Septoria* на злаках // Материалы по микологии и фитопатологии. 1926. Т. 6. №2. С. 183.
7. Кашуба О.В. Видовой состав и вредоносность возбудителей септориоза яровой пшеницы // Болезни сельскохозяйственных культур и борьба с ними в Сибири. 1989. С. 50 – 55.
8. Коваленко Е.Д., Санина А.А., Пахолкова Е.В. Видовая и внутривидовая структура популяций возбудителей септориоза на посевах пшеницы // Агро XXI. 2000. №5. С. 10 – 11.
9. Коломиец Т.М., Дивашук М.Г., Сколотнева Е.С. Молекулярно-генетическое маркирование генов устойчивости к септориозу в сортах пшеницы: Материалы 3 Международной конференции «Генетика, геномика, биоинформатика и биотехнология растений». 17-21 июня 2015 г. Россия, г. Новосибирск.
10. Коломиец Т.М., Пахолкова Е.В., Дубовая Л.П. Отбор исходного материала для создания сортов пшеницы с длительной устойчивостью к септориозу // М.: Печатный город. 2017. 56 с.
11. Пахолкова Е.В. Скорость развития листостебельных инфекций зерновых культур // Защита и карантин растений. 2015. №3. С. 39 – 40.
12. Пахолкова Е.В., Сальникова Н.Н., Куркова Н.А. Генетическая структура региональных популяций *Mycosphaerella graminicola* (*Septoria tritici*) – возбудителя септориоза пшеницы // Сельскохозяйственная биология. 2016. Т. 51. №5. С. 732 – 730.
13. Санин С.С., Назарова Л.Н. Фитосанитарная обстановка на посевах пшеницы в Российской Федерации (1991-2008 гг.) // Защита и карантин растений. 2010. №2. С. 69 (1)-88 (20).
14. Санин С.С., Санина А.А., Мотовилин А.А., Пахолкова Е.В., Корнева Л.Г., Жохова Т.П., Полякова Т.М. Защита пшеницы от септориоза // Приложение к журналу «Защита и карантин растений». 2012. №4.
15. Санин С.С., Корнева Л.Г., Полякова Т.М. Прогноз рисков развития септориоза листьев и колоса пшеницы // Защита и карантин растений. 2015. №3. С. 33 – 66.
16. Brown J.K.M., Arraiano L.S. Association genetics of resistance to *Septoria tritici* blotch in north-west European wheat cultivars and breeding lines, and implications for resistance breeding // 8th International Symposium on *Mycosphaerella* and *Stagonospora* diseases of Cereals. Book of Abstracts. Mexico city, Mexico. September 11-14, 2011. S. 48.
17. Diria G., Gaboun F., Abdlwhad R., Benchaba M., Labhiliti M., Ebriz M. Marker assisted selection for *Septoria tritici* resistance in some RIL wheat lines and Moroccan bread wheat genotypes // 8th International Symposium on *Mycosphaerella* and *Stagonospora* diseases of Cereals. Book of Abstracts. Mexico city, Mexico. September 11-14, 2011. S. 64.
18. Drabesova J., McDonald B.A., Rysanek P., Zala M., Croll D D. Population genomics of dispensable chromosomes in *Mycosphaerella graminicola* // 8th International Symposium on *Mycosphaerella* and *Stagonospora* diseases of Cereals. Book of Abstracts. Mexico city, Mexico. September 11-14, 2011. S. 22.
19. Madariaga R., Perello A., Cordo C., Simon M.R., Annone J, Santana F.M., Pereyra S. Operativeness of the wheat pathogens teleomorphs from its stubble in South America // 8th International Symposium on *Mycosphaerella* and *Stagonospora* diseases of Cereals. Book of Abstracts. Mexico city, Mexico. September 11-14, 2011. S. 12.
20. Orton E., Cailiau M., Rudd J.J., Brown J.K.M. A Blotch on the Landscape: *Mycosphaerella graminicola* and its Interaction with Wheat and Mildew // 8th International Symposium on *Mycosphaerella* and *Stagonospora* diseases of Cereals. Book of Abstracts. Mexico city, Mexico. September 11-14, 2011. S. 31.
21. Ramdani A., Halama P., Elbekali A.Y., Siah A., Hafidi M., Reignault P., Tisserant B., Deweer C. *Septoria tritici* blotch of wheat in Morocco: current status and perspective // 8th International Symposium on *Mycosphaerella* and *Stagonospora* diseases of Cereals. Book of Abstracts. Mexico city, Mexico. September 11-14, 2011. S. 16.
22. Saari E.E., Prescott J.M. A scale for appraising the foliar intensity of wheat disease // Plant Disease Reporter. 1975. 59 (5). S. 377 – 380.
23. Singh P.K., Duveiller E., Singh R.P., Singh S., Herrera-Foessel S.A., Huerta-Espino J., Manes Y., Bonnett D., Dreisigacker S. Characterization of CIMMYT germplasm for resistance to *Septoria* diseases of wheat // 8th International Symposium on *Mycosphaerella* and *Stagonospora* diseases of Cereals. Book of Abstracts. Mexico city, Mexico. September 11-14, 2011. S. 55.

24. Strelkov S., Aboukhaddour R., Kim Y.M. Studies on host-pathogen interactions in tan spot [*Pyrenophora tritici-repentis*] of wheat // 8th International Symposium on Mycosphaerella and Stagonospora diseases of Cereals. Book of Abstracts. Mexico city, Mexico. September 11-14, 2011. S. 42.

25. Suffert F., Bernard F., Galet N., Chelle M., Sache I., Lannou C. Assessment of aggressiveness components of *Mycosphaerella graminicola* on adult wheat plants // 8th International Symposium on Mycosphaerella and Stagonospora diseases of Cereals. Book of Abstracts. Mexico city, Mexico. September 11-14, 2011. S. 10.

References

1. Borzionova T.I., Vaseckaja M.N., Sudnikova V.P., Alipbekova Ch.A. Vidovoj sostav vozбудitelej septorioza na territorii Kazahstana, Zapadnoj Sibiri, Juzhnogo Urala i Kyrgyzstana // Sib. vestnik s-h nauki. 1991. №3. S. 106 – 108.

2. Burhart Z.I. Septoria nodorum Berk. na zernovyh kul'turah v uslovijah Moskovskoj oblasti i mery bor'by s nim: avtoref. ... dis. kand. biol nauk. Leningrad, 1955.

3. Vavilov N.I. Uchenie ob immunitete rastenij k infekcionnym zabolevanijam. L., 1967. T. 1.

4. Vavilov N.I. Teoreticheskie osnovy selekcii. M., Nauka, 1987. 512 s.

5. Vaseckaja M.N., Kulikova G.N., Borzionova T.I. Vidy septorial'nyh gribov, rasprostranennyh na sortah pshenicy v SSSR // Mikol. i fitopatol. 1983. T. 17. №3. S. 210 – 213.

6. Demidova Z.N. Nabljudenija za vidami Septoria na zlakah // Materialy po mikologii i fitopatologii. 1926. T. 6. №2. S. 183.

7. Kashuba O.V. Vidovoj sostav i vredonosnost' vozбудitelej septorioza jarovoj pshenicy // Bolezni sel'skohozjajstvennyh kul'tur i bor'ba s nimi v Sibiri. 1989. S. 50 – 55.

8. Kovalenko E.D., Sanina A.A., Paholkova E.V. Vidovaja i vnutrividovaja struktura populjacij vozбудitelej septorioza na posevah pshenicy // Agro XXI. 2000. №5. S. 10 – 11.

9. Kolomic T.M., Divashuk M.G., Skolotneva E.S. Molekuljarno-geneticheskoe markirovanie genov ustojchivosti k septoriozu v sortah pshenicy: Materialy 3 Mezhdunarodnoj konferencii «Genetika, genomika, bioinformatika i biotehnologija rastenij». 17-21 ijunja 2015 g. Rossija, g. Novosibirsk.

10. Kolomic T.M., Paholkova E.V., Dubovaja L.P. Otorb ishodnogo materiala dlja sozdaniya sortov pshenicy s dlitel'noj ustojchivost'ju k septoriozu // M.: Pechatnyj gorod. 2017. 56 s.

11. Paholkova E.V. Skorost' razvitija listostebel'nyh infekcij zernovyh kul'tur // Zashhita i karantin rastenij. 2015. №3. S. 39 – 40.

12. Paholkova E.V., Sal'nikova N.N., Kurkova N.A. Geneticheskaja struktura regional'nyh populjacij *Mycosphaerella graminicola* (*Septoria tritici*) – vozбудitelja septorioza pshenicy // Sel'skohozjajstvennaja biologija. 2016. T. 51. №5. S. 732 – 730.

13. Sanin S.S., Nazarova L.N. Fitosanitarnaja obstanovka na posevah pshenicy v Rossijskoj Federacii (1991-2008 gg.) // Zashhita i karantin rastenij. 2010. №2. S. 69 (1)-88 (20).

14. Sanin S.S., Sanina A.A., Motovilin A.A., Paholkova E.V., Korneva L.G., Zhohova T.P., Poljakova T.M. Zashhita pshenicy ot septorioza // Prilozhenie k zhurnalu «Zashhita i karantin rastenij». 2012. №4.

15. Sanin S.S., Korneva L.G., Poljakova T.M. Prognoz riskov razvitija septorioza list'ev i kolosa pshenicy // Zashhita i karantin rastenij. 2015. №3. S. 33 – 66.

16. Brown J.K.M., Arraiano L.S. Association genetics of resistance to *Septoria tritici* blotch in north-west European wheat cultivars and breeding lines, and implications for resistance breeding // 8th International Symposium on Mycosphaerella and Stagonospora diseases of Cereals. Book of Abstracts. Mexico city, Mexico. September 11-14, 2011. S. 48.

17. Diria G., Gaboun F., Abdlwhad R., Benchaba M., Labhiliti M., Ebriz M. Marker assisted selection for *Septoria tritici* resistance in some RIL wheat lines and Moroccan bread wheat genotypes // 8th International Symposium on Mycosphaerella and Stagonospora diseases of Cereals. Book of Abstracts. Mexico city, Mexico. September 11-14, 2011. S. 64.

18. Drabesova J., McDonald B.A., Rysanek P., Zala M., Croll D D. Population genomics of dispensable chromosomes in *Mycosphaerella graminicola* // 8th International Symposium on Mycosphaerella and Stagonospora diseases of Cereals. Book of Abstracts. Mexico city, Mexico. September 11-14, 2011. S. 22.

19. Madariaga R., Perello A., Cordo C., Simon M.R., Annone J, Santana F.M., Pereyra S. Operativeness of the wheat pathogens teleomorphs from its stubble in South America // 8th International Symposium on Mycosphaerella and Stagonospora diseases of Cereals. Book of Abstracts. Mexico city, Mexico. September 11-14, 2011. S. 12.

20. Orton E., Cailiau M., Rudd J.J., Brown J.K.M. A Blotch on the Landscape: *Mycosphaerella graminicola* and its Interaction with Wheat and Mildew // 8th International Symposium on *Mycosphaerella* and *Stagonospora* diseases of Cereals. Book of Abstracts. Mexico city, Mexico. September 11-14, 2011. S. 31.

21. Ramdani A., Halama P., Elbekali A.Y., Siah A., Hafidi M., Reignault P., Tisserant B., Deweer C. *Septoria tritici* blotch of wheat in Morocco: current status and perspective // 8th International Symposium on *Mycosphaerella* and *Stagonospora* diseases of Cereals. Book of Abstracts. Mexico city, Mexico. September 11-14, 2011. S. 16.

22. Saari E.E., Prescott J.M. A scale for appraising the foliar intensity of wheat disease // *Plant Disease Reporter*. 1975. 59 (5). S. 377 – 380.

23. Singh P.K., Duveiller E., Singh R.P., Singh S., Herrera-Foessel S.A., Huerta-Espino J., Manes Y., Bonnett D., Dreisigacker S. Characterization of CIMMYT germplasm for resistance to *Septoria* diseases of wheat // 8th International Symposium on *Mycosphaerella* and *Stagonospora* diseases of Cereals. Book of Abstracts. Mexico city, Mexico. September 11-14, 2011. S. 55.

24. Strelkov S., Aboukhaddour R., Kim Y.M. Studies on host-pathogen interactions in tan spot [*Pyrenophora tritici-repentis*] of wheat // 8th International Symposium on *Mycosphaerella* and *Stagonospora* diseases of Cereals. Book of Abstracts. Mexico city, Mexico. September 11-14, 2011. S. 42.

25. Suffert F., Bernard F., Galet N., Chelle M., Sache I., Lannou C. Assessment of aggressiveness components of *Mycosphaerella graminicola* on adult wheat plants // 8th International Symposium on *Mycosphaerella* and *Stagonospora* diseases of Cereals. Book of Abstracts. Mexico city, Mexico. September 11-14, 2011. S. 10.

*Kolomiets T.M., Candidate of Biological Sciences (Ph.D.),
Pakholkova E.V., Candidate of Biological Sciences (Ph.D.),
Pankratova L.F.,
Skatenok O.O.,
All-Russian Scientific Research Institute of Phytopathology*

THE ROLE OF GENETIC COLLECTIONS IN THE BREEDING OF SPRING WHEAT FOR IMMUNITY TO SEPTORIOSIS

Abstract: in the article the results of screening of spring wheat cultivars from various genetic collections are presented. Sources of wheat resistance to septoriosiis from different regions of the world are selected.

Keywords: wheat, septoriosiis, genetic collections, sources of resistance

*Коновалов С.Н., кандидат биологических наук, заведующий центром,
Петрова В.И., старший научный сотрудник,
Егорова Е.В., лаборант-исследователь,
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Всероссийский селекционно-технологический
институт садоводства и питомниководства»*

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ БИОЛОГИЗИРОВАННЫХ МЕТОДОВ ПРЕЦИЗИОННОЙ АГРОХИМИИ В САДОВОДСТВЕ

Аннотация: в статье рассмотрены агроэкологические аспекты применения биологизированных методов прецизионной агрохимии в интенсивном саду яблони. Исследована эффективность внесения минеральных, органо-минеральных и органических удобрений локально в щель по вертикальным стенкам почвы в зоне подрезки и формирования молодых всасывающих корней яблони, проведено сравнение этого способа с контрольным фоновым внесением стандартных доз минеральных удобрений вразброс. Установлено, что прецизионное внесение удобрений способствует повышению продуктивности растений яблони, обеспечивает оптимальные биохимические показатели плодов и их экологическую безопасность. При прецизионном внесении удобрений улучшаются показатели агрохимических свойств и микробиологической активности почв. Показано, что использование биологизированных методов прецизионной агрохимии может найти практическое применение в интенсивных технологиях возделывания яблони с целью обеспечения высокой урожайности насаждений, стандартного качества и экологической безопасности плодов.

Ключевые слова: яблоня, прецизионное внесение удобрений, качество плодов

Система удобрения интенсивного плодового сада должна обеспечивать высокую урожайность насаждений, стандартное качество и экологическую безопасность выращиваемой продукции. Обычно это обеспечивается высоким уровнем плодородия почв, который создаётся путём внесения в почву значительных доз удобрений. Важным критерием, обеспечивающим сохранение почвенного плодородия при максимальной эффективности вносимых удобрений, стандартном качестве, экологической безопасности выращиваемой продукции, высоком уровне продуктивности и адаптивности растений является минимализация антропогенного воздействия на почву. Последнее может быть достигнуто путём применения прецизионных систем удобрения, основанных на точечном воздействии на сельскохозяйственные растения, непосредственно на их ризосферу, ограниченные микрзоны почвы, вследствие чего достигается снижение воздействия на почвенный поглощающий комплекс (ППК). При таком локальном внесении на структурно-организационном микроуровне почвы достигается необходимая степень локализации адресного питания растений с минимальным воздействием на почву. Чтобы вносимые с туками питательные вещества меньше взаимодействовали с ППК, требуется применять удобрения, содержащие хелатирующие компоненты, обеспечивающие их взаимодействие с ризосферой и минимальную нагрузку на почву. Эффективность микробиологических биопрепаратов при внесении в почву снижается из-за гомеостаза почвы, вызванного гетерогенностью аборигенной

микрофлоры почвы, устойчиво занимающей определённые ниши (локусы) в почве. Прецизионным приёмом, повышающими эффективность биопрепаратов и снижающими их взаимодействие с почвенным микробиоценозом, является создание в почве микроочагов (локусов) путём внесения в корнеобитаемый слой почвы препаратов на основе агрономически ценных штаммов ризосферных микроорганизмов в составе гранул из органического субстрата, капсулирование микроорганизмов полимерами, хитозаном и т.д., предварительная иммобилизация микроорганизмов на минеральном адсорбенте. Прецизионные системы удобрения могут обеспечить максимальное сохранение и поддержание естественных биологических процессов, протекающих в почве при наибольшей эффективности применяемых удобрений. Биологизированные методы прецизионной агрохимии являются методологическим направлением, позволяющим объединить два различных направления – химизацию и экологизацию, обеспечить экологическую безопасность технологий возделывания при сохранении высокого уровня их интенсивности. В прецизионных технологиях необходимо точечное локальное внесение специальных форм удобрений, микробиологических биопрепаратов, применение биологически активных веществ таким образом, чтобы их действие было направлено на ризосферу, минимально воздействовало на почвенный поглощающий комплекс (ППК) и почвенный микробиоценоз (аборигенную микрофлору), поддерживая тем самым гомеостаз почвы. Прецизионные методы оптимизации пита-

ния многолетних растений, основанные на точечном воздействии на ограниченные микрозоны корнеобитаемых слоёв почвы, на формировании в них условий, приближенных к ризосфере, путём обогащения элементами питания, агрономически ценной микрофлорой и биологически активными веществами, обеспечивают снижение воздействия на почвенный поглощающий комплекс за счёт изменения архитектоники корней и формирования в почве зон усиленного корневого питания с повышенным содержанием обрастающих активных всасывающих корней [1-4]. Применение методов прецизионной агрохимии в садоводстве позволяет повысить отзывчивость интенсивных сортов яблони на возрастающие дозы удобрений, увеличить урожайность, улучшить качество плодов, способствует минимализации антропогенного воздействия на почву и сохранению почвенного плодородия [5-8].

Для плодовых культур с глубоко залегающими корневыми системами, произрастающими длительное время на одном и том же месте, способы внесения удобрений приобретают особое значение. Твёрдые туки в промышленных садах чаще всего вносят вразброс по поверхности почвы с последующей их заделкой почвообрабатывающими орудиями. В связи с тем, что основная масса всасывающих корней у яблони размещается в слое почвы 20-40 см, при поверхностном внесении элементы питания в значительной мере остаются недоступными для растений. Более эффективна технология локального внесения удобрений путём внесения удобрений в почву концентрированными очагами (лентами, горизонтальными или вертикальными экранами, скважинами и т.д.) на заданную глубину почвы на оптимальном расстоянии от всасывающих корней растений. Так как срок эксплуатации промышленного плодоносящего сада составляет достаточно продолжительный период (15-25 лет), при таком способе многолетнего внесения удобрений в почве формируются зоны усиленного питания с повышенным содержанием в удобренном объёме почвы питательных элементов и высокой концентрацией активных всасывающих корней, что достигается путём механической подрезки корней растений яблони. Очевидно, что при прецизионном методе внесения удобрений требуется применять меньшее количество удобрений, так как удобряется ограниченный объём почвы и увеличивается коэффициент использования питательных веществ из вносимых удобрений за счёт повышенной концентрации всасывающих корней в удобренном объёме почвы. Это способствует улучшению экологической обстановки, снижению нагрузки на почву, энергоёмкости и затрат на производство. В интенсивных са-

дах, заложенных на предварительно окультуренных почвах в соответствии с принятой технологией до минимально требуемого уровня, повышению урожайности может способствовать локальное внесение минеральных, органоминеральных и биоудобрений, по своему составу и свойствам соответствующих ризосфере [2-7]. С этой целью возможно применение как специальных, так и серийно выпускаемых органоминеральных и биоудобрений, содержащих помимо питательных элементов аминокислоты, углеводы, регуляторы роста растений и другие биологически активные вещества. Их применение активизирует жизнедеятельность ризосферной микрофлоры, способствует активизации всасывающих корней в ограниченных по объёму зонах почвы и тем самым стимулирует развитие, плодоношение и адаптивность растений.

Прецизионные методы внесения удобрений имеют большое практическое значение и поэтому актуально исследование их влияния на агроэкологические показатели почв и растений: на азотный режим и биологическую активность почвы, качество и безопасность выращиваемой плодовой продукции.

В полевом опыте в 2012-2016 гг. изучали влияние прецизионного внесения в почву минеральных, органических удобрений и гранулированного органоминерального удобрения на агрохимические показатели почвы и качество выращиваемой продукции. Опыт был заложен в Ленинском районе Московской области в плодоносящем саду яблони на клоновых подвоях. Почва – дерново-подзолистая высоко окультуренная среднесуглинистая на покровных суглинках с очень высоким содержанием подвижного фосфора. Год посадки сада – 2001 г. Схема посадки сада – 4,5х1,5 м, подвой – 62-396. Сорт яблони – Спартан. Минеральные удобрения, бактериальный препарат Экстра-сол и биологически активные добавки (аминокислоты, сахарозу) вносили в составе торфяных гранул, в которых моделировалась среда, приближенная к условиям ризосферы. Внесение удобрений: локальное в щели глубиной 40 см в две строки подпочвенное внесение с помощью вибрационного глубокорыхлителя VR 500 (Словения). Удобрения вносятся машиной в щель потоком воздуха и прикрепляются к вертикальным стенкам почвы в зоне подрезки и формирования молодых всасывающих корней яблони. Размер опытных делянок 3,0 х 1,5=4,5 м². Расположение делянок по вариантам – рендомизированное. Повторность четырёхкратная, в каждой повторности (делянке) – по 2 учётных дерева.

Схема опыта: вариант 1 – контроль, фон – N₁P₁K₁ вразброс, 0,35 т/га азофоски; вариант 2 – фон +N₁P₁K₁ локально в щель, 0,35 т/га азофоски;

вариант 3 – Фон +(N₁P₁K₁+торф + сахароза) в щель, 1,8 т/га; вариант 4 – Фон + (N₁P₁K₁+ торф + аминокислоты + сахароза+ Экстрасол) в щель, 1,8 т/га; вариант 5 – Фон + (торф + Экстрасол +сахароза) в щель, 1,8 т/га; вариант 6 – Фон + (N₁P₁K₁+ торф + Экстрасол + сахароза) в щель, 1,8 т/га; вариант 7 – Фон + органика (поверхностно, 25 т/га); вариант 8 – Фон + органика (в щель, 18 т/га).

Учёты включали определение биометрических показателей развития растений, данных биохимического анализа плодов, контроль агрохимических свойств почвы. Биометрические учёты и наблюдения в опыте проводили согласно [8]. Содержание нитратного азота в почве определяли ионометрически согласно ГОСТ 26951-86, содержание аммонийного азота в почве – согласно ГОСТ 26489-85. Микробиологическую активность почвы опреде-

ляли аппликационным методом [9] путём закладки льняных полотен в почву с последующим определением степени утилизации клетчатки. Содержание витамина С (аскорбиновой кислоты) в плодах определяли по методу И.К. Мурри, сумму сахаров – рефрактометрически, содержание нитратов – ионометрическим методом, титруемую кислотность – согласно ГОСТ51434-99. Содержание тяжёлых металлов кадмия, свинца, цинка и меди в яблоках определяли атомно-абсорбционным методом на спектрофотометре «Спектр 5-4». Статистическую обработку полученных данных проводили с использованием программы Excel.

Исследования показали, что на всех вариантах опыта содержание аммонийного азота в локально удобренной зоне почвы было выше на глубине 0-20 см (табл. 1).

Таблица 1

Влияние прецизионного внесения удобрений на содержание в локально удобренной зоне почвы нитратного и аммонийного азота и целлюлозолитическую активность почвы, среднее за июль 2015-2016 гг.

Вариант	Глубина почвы, см	N-NH ₄ , мг/кг почвы	N-NO ₃ , мг/кг почвы	% разложения льняного полотна
Фон –N ₁ P ₁ K ₁ вразброс	0-20	6,5	4,8	57
	20-40	5,0	2,9	49
Фон +N ₁ P ₁ K ₁ локально в щель	0-20	6,0	3,2	63
	20-40	4,3	3,1	35
Фон +(N ₁ P ₁ K ₁ +торф + сахароза) в щель	0-20	10,5	3,5	76
	20-40	3,3	7,1	39
Фон + (N ₁ P ₁ K ₁ + торф + аминокислоты +сахароза + Экстрасол) в щель	0-20	3,5	4,8	68
	20-40	3,0	14,4	43
Фон + (торф + Экстрасол +сахароза) в щель	0-20	6,1	3,7	74
	20-40	3,9	2,6	80
Фон + (N ₁ P ₁ K ₁ + торф + Экстрасол + сахароза) в щель	0-20	28,7	20,2	100
	20-40	24,8	38,5	100
Фон +органика (поверхностно)	0-20	9,3	2,8	72
	20-40	5,8	2,3	65
Фон +органика (в щель)	0-20	8,8	13,3	74
	20-40	7,1	3,6	63

Внесение органо-минерального удобрения в виде гранул из торфа, обогащённых N₁P₁K₁, аминокислотами, бактериальным препаратом и сахарозой не способствовало закономерному увеличению содержания в почве аммонийной формы азота. Такая же закономерность отмечалась и для вариантов с внесением органических удобрений, что возможно объяснить высоким содержанием в составе органического удобрения (подстилочный конский навоз) неразложившихся древесных опи-

лок, которые связывали аммонийный азот из почвы.

Содержание нитратного азота значительно варьировало как по глубине почвы, так и по вариантам опыта. Максимальная обеспеченность нитратной формой азота в локально удобренной зоне почвы наблюдалась при внесении органо-минеральных удобрений, обогащённых аминокислотами, сахарозой и биопрепаратом Экстрасол. Вероятно, это было связано с дополнительным

переводом аминокислот в нитратную форму и с их миграцией в прилегающий к органо-минеральным гранулам объём почвы. Внесение органического удобрения в щель также способствовало большому накоплению нитратного азота в почве.

Определение суммарного эффекта деятельности почвенной микрофлоры методом «аппликаций» даёт представление о протекании процессов разрушения клетчатки в почве. Интенсивность этих процессов определяется наличием в почве доступных форм азота и других элементов питания и поэтому свидетельствует не только об активности целлюлозоразрушающих микроорганизмов, но и о напряжённости хода микробиологических процессов в целом. Из данных табл. 1 следу-

ет, что микробиологические процессы наиболее активно протекали в верхнем 0-20 см слое почвы, где степень утилизации клетчатки составляла 57-100%. Внесение удобрений активизировало микробиологические процессы почвы практически на всех удобренных вариантах опыта. Максимальная степень разложения клетчатки наблюдалась при внесении гранул торфа с $N_1P_1K_1$, биопрепаратом Экстрасол и сахарозой, а также при внесении органических удобрений.

При локальном внесении всех форм удобрений происходило более интенсивное развитие, плодоношение растений и образование хлорофилла в листьях (табл. 2).

Таблица 2

Влияние прецизионного внесения удобрений на продуктивность растений, увеличение диаметра штамба и содержание хлорофилла в листьях, среднее за 2014-2016 гг.

Вариант	Масса яблок на одном растении, кг/растение	Увеличение диаметра штамба, мм	Содержание хлорофилла (а+в) в листьях, мг/г массы сырых листьев
Фон $-N_1P_1K_1$ вразброс	9,5	3,7	14,7
Фон $+N_1P_1K_1$ локально в щель	12,8	7,5	17,1
Фон $+(N_1 P_1K_1+торф + сахароза)$ в щель	12,3	6,0	17,7
Фон $+(N_1P_1K_1+ торф + аминокислоты +сахароза + Экстрасол)$ в щель	13,2	6,9	16,5
Фон $+(торф + Экстрасол +сахароза)$ в щель	10,5	7,4	16,2
Фон $+(N_1P_1K_1+ торф + Экстрасол + сахароза)$ в щель	13,2	7,5	15,8
Фон +органика (поверхностно)	13,1	8,1	16,3
Фон +органика (в щель)	14,7	7,9	16,5
НСР ₀₅	$F_{\phi} < F_T$	$F_{\phi} < F_T$	$F_{\phi} < F_T$

Наибольшее содержание хлорофилла наблюдалось на варианте с локальным внесением органо-минеральных гранул, обогащённых $N_1P_1K_1$ и сахарозой. При различных способах внесения органических удобрений существенных различий по этому показателю не отмечалось. Увеличение урожая яблок на удобренных вариантах составляло от 11 до 55%. Максимальные показатели продуктивности были при внесении органики в щель,

а также при ежегодном, локальном в щель внесении гранулированного органо-минерального удобрения. Внесение в 1,4 раза меньшей, чем вразброс, дозы органики в щель давало 12% прирост урожая яблок.

При прецизионном внесении гранулированных органо-минеральных удобрений содержание сахаров в плодах яблони существенно не изменялось, оставаясь на уровне контроля (табл. 3).

Таблица 3

Влияние прецизионного внесения удобрений на биохимические показатели плодов, среднее за 2014-2016 гг.

Вариант	Сумма сахаров, %	Титруемая кислотность, %	Сахаро-кислотный индекс	Аскорбиновая кислота, мг%	NO ₃ , мг/кг свежих яблок
Фон –N ₁ P ₁ K ₁ вразброс	10,5	0,45	23,3	10,7	38,0
Фон +N ₁ P ₁ K ₁ локально в щель	10,9	0,42	26,0	11,9	36,2
Фон +(N ₁ P ₁ K ₁ +торф + сахара) в щель	10,6	0,43	24,7	11,4	40,9
Фон + (N ₁ P ₁ K ₁ + торф + аминокислоты +сахара + Экстрасол) в щель	10,6	0,50	21,2	11,3	39,8
Фон + (торф + Экстрасол +сахара) в щель	10,8	0,58	18,6	11,2	38,1
Фон + (N ₁ P ₁ K ₁ + торф + Экстрасол + сахара) в щель	10,8	0,52	20,8	10,2	37,4
Фон +органика (поверхностно)	11,2	0,50	22,4	10,2	39,0
Фон +органика (в щель)	10,4	0,56	18,6	11,8	40,4

При этом титруемая кислотность плодов на некоторых удобренных вариантах заметно отличалась от контроля. Из-за этого в вариантах с локальным внесением органики и с внесением торфяных гранул, содержащих сахарозу и Экстрасол, сахаро-кислотный индекс яблок был несколько

ниже. Возможно, это было связано с пониженным содержанием в локально удобренной зоне почвы нитратной формы азота.

Содержание тяжёлых металлов в яблоках по вариантам опыта не превышало ПДК (табл. 4).

Таблица 4

Влияние прецизионного внесения удобрений на содержание тяжёлых металлов в яблоках, 2016 г., мг/кг массы сырых плодов

Вариант	Cu	Zn	Pb	Cd
Фон – N ₁ P ₁ K ₁ вразброс	0,30	1,27	0,04	0,004
Фон +N ₁ P ₁ K ₁ локально в щель	0,28	0,79	0,04	0,005
Фон +(N ₁ P ₁ K ₁ +торф + сахара) в щель	0,20	0,89	0,06	0,002
Фон + (N ₁ P ₁ K ₁ + торф + аминокислоты +сахара + Экстрасол) в щель	0,27	0,98	0,03	0,005
Фон + (торф + Экстрасол +сахара) в щель	0,30	0,62	0,02	0,003
Фон + (N ₁ P ₁ K ₁ + торф + Экстрасол + сахара) в щель	0,23	0,74	0,02	0,003
Фон +органика (поверхностно)	0,26	0,64	0,05	0,005
Фон +органика (в щель)	0,24	0,38	0,02	0,004
ПДК	5,0	10,0	0,4	0,03

В локально удобренных вариантах опыта отмечалась тенденция к снижению содержания тяжёлых металлов в яблоках, по сравнению с контролем. Внесение органики вразброс несколько уве-

личивало содержание тяжёлых металлов в плодах, но при внесении органического удобрения в щель отмечалась явная тенденция к снижению содержания в яблоках кадмия, свинца, меди и цинка.

Таким образом, при прецизионном внесении удобрений улучшаются показатели агрохимических свойств и микробиологической активности почвы. Прецизионное внесение удобрений способствует повышению продуктивности растений яблони, обеспечивает оптимальные биохимические показатели плодов и их экологическую безо-

пасность. Биологизированные методы прецизионной агрохимии могут найти практическое применение в интенсивных технологиях возделывания яблони для обеспечения высокой урожайности насаждений, качества и экологической безопасности плодов.

Литература

1. Коновалов С.Н. Основы прецизионной агрохимии в садоводстве // Плодоводство и ягодоводство России. 2015. Т. XXXXII. С. 165 – 174.
2. Коновалов С.Н., Петрова В.И. Применение биологизированных методов прецизионной агрохимии в садоводстве // Агроекосистемы в естественных и регулируемых условиях: от теоретической модели к практике прецизионного управления: матер. всерос. науч. конф. с межд. участием 21-23 сентября 2016. СПб: ФГБНУ АФИ. 2016. С. 502 – 506.
3. Куликов И.М., Коновалов С., Бобкова В.В., Петрова В.И., Помякшева Л.В. Эффективность технологий прецизионной агрохимии в садоводстве // Плодородие. 2016. №5 (92). С. 13 – 15.
4. Коновалов С.Н., Петрова В.И. Эффективность биологизированных методов прецизионной агрохимии // Плодоводство и ягодоводство России. 2014. Т. XXXX. №1. С. 174 – 179.
5. Коновалов С.Н., Петрова В.И. Эффективность биоудобрений в биологизированных прецизионных технологиях возделывания садовых культур // Проблемы агрогенной трансформации почв в условиях монокультуры. Краснодар: ГНУ СКЗНИИСиВ. 2013. С. 95 – 102.
6. Коновалов С.Н., Петрова В.И. Эффективность биоудобрений в саду яблони // Современные методы сохранения почвенного плодородия в условиях интенсивного возделывания плодовых культур и винограда. Краснодар: ГНУ СКЗНИИСиВ. 2013. Т. 3. С. 71 – 78.
7. Коновалов С.Н., Петрова В.И. Эффективность прецизионного метода внесения биоудобрений в интенсивном яблоневом саду // Проблемы механизации агрохимического обеспечения сельского хозяйства: матер. науч.-практ. конф. с междунар. участием 16-17 ноября 2016. Рязань: ФГБНУ ВНИМС. 2016. С. 65 – 70.
8. Седов Е.Н., Огольцова Т.Н. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. Орёл. ВНИИСПК, 1999. С. 608.
9. Методы почвенной микробиологии и биохимии / Под ред. Д.Г. Звягинцева. М.: МГУ им. М.В. Ломоносова. 1951. С. 303.

References

1. Konovalov S.N. Osnovy precizionnoj agrohiiii v sadovodstve // Plodovodstvo i jagodovodstvo Rossii. 2015. T. NNNNII. S. 165 – 174.
2. Konovalov S.N., Petrova V.I. Primenenie biologizirovannyh metodov precizionnoj agrohiiii v sadovodstve // Agrojekosistemy v estestvennyh i reguliruemyh uslovijah: ot teoreticheskoy modeli k praktike precizionnogo upravlenija: mater. vseros. nauch. konf. s mezhd. uchastiem 21-23 sentjabrja 2016. SPb: FGBNU AFI. 2016. S. 502 – 506.
3. Kulikov I.M., Konovalov S., Bobkova V.V., Petrova V.I., Pomjaksheva L.V. Jeffektivnost' tehnologij precizionnoj agrohiiii v sadovodstve // Plodorodie. 2016. №5 (92). S. 13 – 15.
4. Konovalov S.N., Petrova V.I. Jeffektivnost' biologizirovannyh metodov precizionnoj agrohiiii // Plodovodstvo i jagodovodstvo Rossii. 2014. T. NNNN. №1. S. 174 – 179.
5. Konovalov S.N., Petrova V.I. Jeffektivnost' biudobrenij v biologizirovannyh precizionnyh tehnologijah vzdelyvanija sadovyh kul'tur // Problemy agrogennoj transformacii pochv v uslovijah monokul'ury. Krasnodar: GNU SKZNIISiV. 2013. S. 95 – 102.
6. Konovalov S.N., Petrova V.I. Jeffektivnost' biudobrenij v sadu jabloni // Sovremennye metody sohraneniya pochvennogo plodorodija v uslovijah intensivnogo vzdelyvanija plodovyh kul'tur i vinograda. Krasnodar: GNU SKZNIISiV. 2013. T. 3. S. 71 – 78.
7. Konovalov S.N., Petrova V.I. Jeffektivnost' precizionnogo metoda vneseniya biudobrenij v intensivnom jablonevom sadu // Problemy mehanizacii agrohimicheskogo obespechenija sel'skogo hozjajstva: mater. nauch.-prakt. konf. s mezhdunar. uchastiem 16-17 nojabrja 2016. Rjazan': FGBNU VNIMS. 2016. S. 65 – 70.

8. Sedov E.N., Ogol'cova T.N. Programma i metodika sortoizuchenija plodovyh, jagodnyh i orehoplodnyh kul'tur. Orjol. VNIISPК, 1999. S. 608.

9. Metody pochvennoj mikrobiologii i biohimii / Pod red. D.G. Zvjaginceva. M.: MGU im. M.V. Lomonosova. 1951. S. 303.

*Konovalov S.N., Candidate of Biological Sciences (Ph.D.), Head of the Center,
Petrova V.I., Senior Researcher,
Egorova E.V., Laboratory Assistant Researcher,
Federal State-Funded Institution of Science "All-Russian Horticultural
Institute for Breeding Agrotechnology and Nursery"*

AGROECOLOGICAL ASPECTS OF APPLICATION OF BIOLOGIZED METHODS OF PRECISION AGROCHEMISTRY IN HORTICULTURE

Abstract: the agroecological aspects of application of biologic methods of precision agrochemistry in the intensive apple tree garden are considered in the article. The efficiency of applying mineral, organomineral and organic fertilizers locally into the fissure along the vertical walls of the soil in the zone of pruning and formation of young suction roots of the apple tree has been studied, and this method has been compared with the control background application of standard doses of mineral fertilizers. It is established that precision fertilization contributes to an increase in the productivity of apple plants, provides optimal biochemical indicators of fruits and their ecological safety. With precision fertilization, the parameters of agrochemical properties and microbiological activity of soils are improved. It is shown that application of biologic methods of precision agrochemistry can find practical application in intensive apple growing technologies in order to ensure high yield of plantations, standard quality and ecological safety of fruits.

Keywords: apple, precision fertilization, fruit quality

Корлэтяну Л.Б.,
Михаилэ В.В.,
Ганя А.И.,
Институт генетики, физиологии и защиты
растений Академии Наук Молдовы

ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛА ХРАНЕНИЯ КОЛЛЕКЦИОННЫХ ОБРАЗЦОВ КУКУРУЗЫ ПО МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКИМ И БИОХИМИЧЕСКИМ ПАРАМЕТРАМ СЕМЯН И ПРОРОСТКОВ ПРИ КОНСЕРВАЦИИ *EX SITU*

Аннотация: проведение испытаний на ускоренное старение семян из образцов коллекции кукурузы позволяет определить их потенциал хранения, что является очень важной комплексной характеристикой при размещении семенного материала на длительное хранение в банк генов растений (сохранение *ex situ*). На основе морфофизиологических и биохимических показателей семян и рассады, проводили ранжирование генотипов с учетом их потенциальных возможностей поддержания жизнеспособности после воздействия стресс-факторов в процессе ускоренного старения (повышенная температура – 42-44°C и повышенная влажность – 90-100%). С помощью потенциала хранения семян можно также оценить условия воспроизводства ценных выбор материала.

Ключевые слова: кукуруза, потенциал хранения, всхожесть, пероксидаза, длина корешков, биомасса корешков

При консервации *ex situ* зародышевой плазмы растений в генетических банках растений главной задачей является сохранение жизнеспособности семян, так как в процессе хранения происходят процессы старения семян, в результате чего семенной материал постепенно теряет всхожесть и генетическую однородность [2, 12]. Семена не должны потерять физиологическое качество, так как это может привести к ухудшению роста и развития растений и низкой устойчивости к абиотическим стрессам. Представляется целесообразным оценить потенциал хранения коллекционных образцов до закладки на долговременное хранение, который особенно в последнее время активно используется в различных мировых генетических банках растений [4, 5, 7, 9, 10, 11], и провести градацию генотипов по этому показателю. Очень важно не только получить высококачественные семена, но и обеспечить их правильное хранение, обеспечив сохранение их нормальной всхожести при консервации *ex situ*.

Для того, чтобы определить потенциал хранения семян, используют тест на ускоренное старение (УСТ) семян, при проведении которого семена на определенный срок помещаются в условия повышенной температуры и влажности. Срок старения семян зависит от конкретной культуры, а иногда и от конкретного генотипа [8]. Используя данный тест, можно осуществлять мониторинг коллекционных образцов растительного генофонда, что подразумевает проводить постоянный учет жизнеспособности семян и классифицировать генотипы из рабочих и активных коллекций по параметрам старения семян. Данный тест позволяет:

1. Выявлять образцы, не пригодные к длительному хранению, т.е. с низким потенциалом хранения, что даст возможность сэкономить средства для консервации; 2. Давать рекомендации по срокам воспроизводства семенного материала. 3. Указывать на необходимость восстановления жизнеспособности особенно ценных коллекционных образцов.

Целью настоящих исследований было изучить морфофизиологические и биохимические параметры семян и проростков кукурузы после применения теста на ускоренное старение семян для определения их потенциала хранения и провести градацию генотипов по данному признаку.

Объектами исследований являлись районированные гибриды кукурузы из коллекции генетического банка растений Молдовы: P402, P280, P310, P294, P396, P196, P397, P374, P461, P262. Для определения потенциала хранения семян использовали тест на УСТ [6]. Ускоренное старение семян проводили при температуре воздуха 42-44°C, влажности воздуха 90-100%, срок старения – 96 часов. Затем семена проращивали в чашках Петри в термостате при температуре 25°C. Число семян в каждом варианте составляло 300 штук. Определяли следующие морфофизиологические и биохимические параметры семян и проростков: энергию прорастания (ЭП) и всхожесть (В) семян, длину основного корешка (ДК), сырую и сухую биомассу корешков проростков [6], содержание фермента пероксидазы (ПО) в корешках проростков [1], электропроводность растворов с нормальными и состаренными семенами [8]. Результаты были обработаны с помощью пакета программ *Statistica 7*.

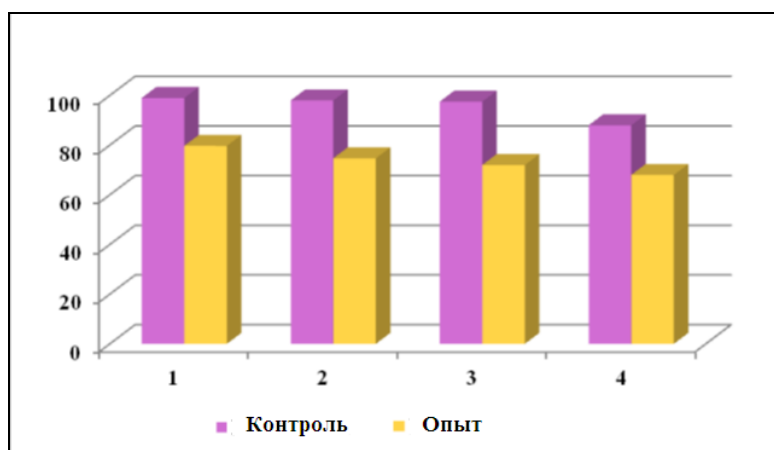


Рис. 1. Всхожесть семян 1-ой группы генотипов кукурузы после ускоренного старения семян, %
Примечание: генотипы – 1 – P402; 2 – P461; 3 – P294; 4 – P196

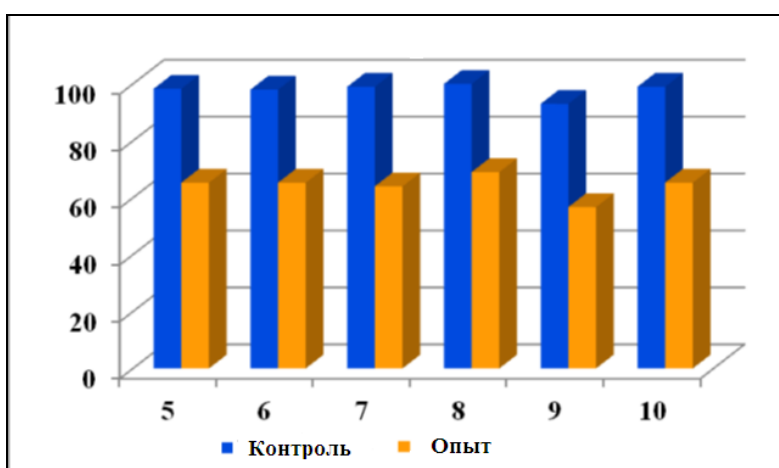


Рис. 2. Всхожесть семян 2-ой группы генотипов кукурузы после ускоренного старения семян, %
Примечание: генотипы – 5 – P396; 6 – P397; 7 – P374; 8 – P280; 9 – P262; 10 – P310

После УСТ семян кукурузы у разных генотипов было обнаружено уменьшение значений всех морфофизиологических параметров у состаренных семян по сравнению с контролем (нормальные семена). В зависимости от уровня падения энергии прорастания семян генотипы кукурузы были подразделены на 3 группы: 1 – падение ЭП составило 10-15% (P402, P280, P310); 2 – уменьшение ЭП составило 18-20% (P294, P396, P196, P397, P374); 3 – ЭП упала на 25-30% (P461, P262). Одним из основных параметров при определении потенциала хранения семян является всхожесть, которая очень часто коррелирует с полевой всхожестью. По всхожести семена изучаемых генотипов были

распределены в 2 группы (рис. 1, 2): 1 – падение В составило 19-25% (P402, P461, P294, P196); 2 – снижение В доходило до 33-42% (P396, P397, P374, P280, P262, P310). Также во всех вариантах наблюдалось изменение и других морфофизиологических параметров: длины корешков, длины проростков, сырой и сухой биомассы корешков. После УСТ длина корешков проростков семян уменьшилась в зависимости от генотипа на 10-37% по отношению к контролю. Наиболее сильное угнетение роста корешков проростков после УСТ наблюдалось у генотипов P294, P374, а наименьшее – у генотипов P402 и P196 (рис. 3).

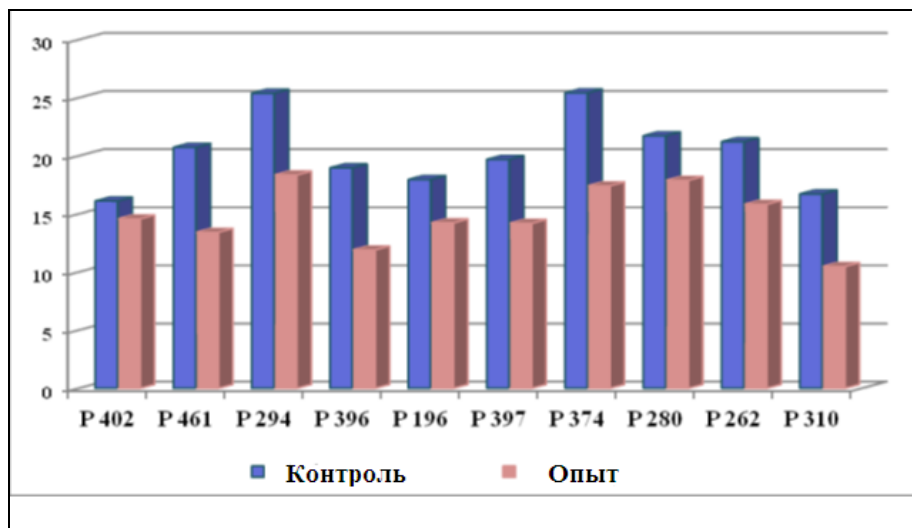


Рис. 3. Длина корешков проростков семян кукурузы после проведения теста на ускоренное старение семян, мм

Примечание: генотипы – 1 – P402; 2 – P461; 3 – P294; 4 – P396; 5 – P196; 6 – P397; 7 – P374; 8 – P280; 9 – P262; 10 – P310

Анализ данных по сырой и сухой биомассе корешков проростков кукурузы после УСТ семян выявил аналогичную закономерность. Уменьшение этих параметров у разных генотипов составило соответственно 17,3-55,1% и 10,0-65,5% по отношению к контролю. Наибольшее падение этих морфофизиологических параметров после старения семян у некоторых генотипов свидетельствует об их меньшей устойчивости к стрессовым условиям повышенной температуры и влажности.

После обработки данных пакетом программ *Statistica* у всех генотипов кукурузы была выявлена значительная положительная корреляция параметра всхожести семян с энергией прорастания ($r = +0,55$), длиной корешков ($r = +0,66$), сырой биомассой ($r = +0,69$) и сухой биомассой ($r = +0,53$)

корешков проростков. Параметр длина корешков также коррелировал со всхожестью семян ($r = +0,66$), сырой биомассой ($r = +0,69$) и сухой биомассой ($r = +0,58$) корешков проростков.

О выходе электролитов из семян кукурузы судили по электропроводности растворов с нормальными и состаренными семенами. Использовали временные экспозиции набухания семян – 24 и 48 часов (рис.4). Хотя в Международных правилах ISTA при определении электропроводности предлагается использовать только 24-х часовую экспозицию, мы рекомендуем модифицировать данный метод для семян кукурузы посредством увеличения экспозиции набухания семян до 48 часов, так как именно при этой экспозиции более четко проявляется разница между вариантами.

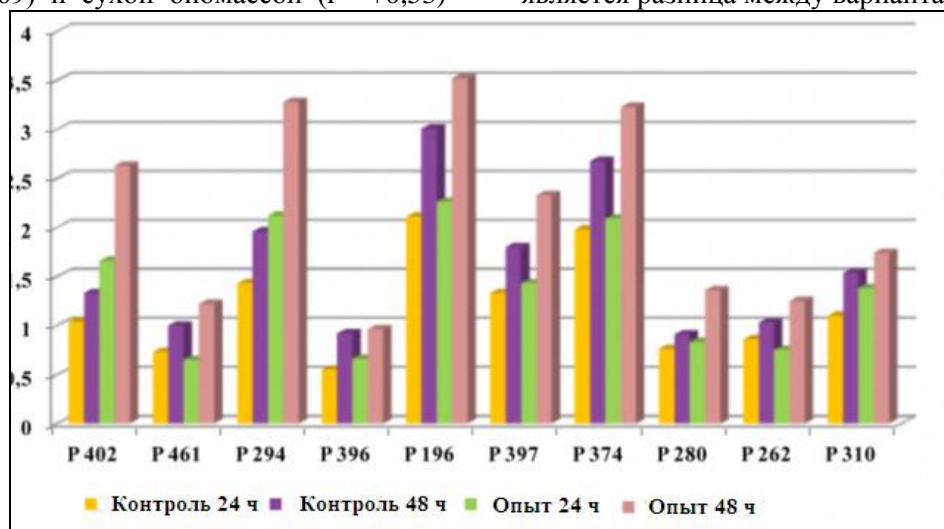


Рис. 4. Электропроводность растворов семян с нормальными и состаренными семенами (24-х и 48-ми часовые экспозиции набухания), mS/m

После 48-часовой экспозиции набухания электропроводность опытных растворов с состаренными семенами увеличилась в зависимости от генотипа в среднем на 13,0-97,0% по отношению к контролю. Существенные колебания этих данных свидетельствуют об индивидуальной специфичности коллекционных образцов кукурузы. Возрастание электропроводности растворов со старыми семенами объясняется в литературе увеличением проницаемости клеточных мембран после ускоренного старения семян [3], что приводит к повышению выхода электролитов из старых семян.

На листьях проростков опытных и контрольных вариантов нескольких генотипов кукурузы определили интенсивность фотосинтеза, интенсивность транспирации и проводимость устьиц. Проростки, полученные из состаренных

семян, обладали более высокими значениями этих параметров по сравнению с контролем. Вероятно, в этом проявляется адаптивная реакция растений на термический стресс. Нормальное протекание физиологических процессов в листьях проростков после ускоренного старения семян свидетельствует об адекватности условий применяемого теста.

При определении содержания фермента пероксидазы в корешках проростков после проведения теста на ускоренное старение было обнаружено его повышение в 1,67-2,63 раза по отношению к контролю в зависимости от конкретного генотипа, что является характерным при действии термического стресса (табл. 1). У генотипов Р294, Р260 и Р310 после старения семян наблюдалось наибольшее возрастание активности фермента в корешках проростков (соответственно в 2,6; 2,0 и 2,0 раза) по отношению к контролю.

Таблица 1

Активность фермента пероксидазы в корешках проростков кукурузы после ускоренного старения семян, усл.ед.

Генотип	Контроль	Опыт
Р 402	1,50±0,20	2,71±0,32*
Р 461	1,70±0,13	3,00±0,24*
Р 294	1,37±0,17	3,60±0,34*
Р 396	1,00±0,06	1,67±0,18*
Р 196	0,90±0,12	1,55±0,25*
Р 397	0,79±0,10	1,39±0,30*
Р 374	0,59±0,06	1,11±0,20
Р 260	0,74±0,09	1,49±0,46
Р 262	1,09±0,15	1,97±0,32
Р 310	0,50±0,09	1,02±0,13*

* – разница существенна при $p < 0,05$

Анализ совокупности экспериментальных данных по различным морфофизиологическим и биохимическим параметрам семян и проростков коллекционных образцов кукурузы показал, что наиболее высоким потенциалом хранения обладали генотипы Р402, Р294, Р461, а наиболее низким – генотип Р374.

На основании проведенных экспериментов по оценке потенциала хранения коллекционных образцов кукурузы можно сделать следующие выводы:

1. Для проведения теста на ускоренное старение семян кукурузы предлагается использовать температуру воздуха 42-44°C на протяжении 96-ти часов вместо температуры 41°C и срока старения 72 часа, рекомендуемых в Международных правилах анализа семян.

2. Обнаружено, что электропроводность растворов с состаренными семенами у большинства

генотипов выше, чем у растворов с нормальными семенами. Методически предлагается для семян кукурузы изменить экспозицию набухания семян с 24-х до 48-ми часов.

3. Применение теста на ускоренное старение семян позволило выявить генотипические особенности коллекционных образцов кукурузы и распределить их по группам с учетом потенциальных возможностей сохранения жизнеспособности семян после воздействия стрессовых факторов (повышенной температуры и повышенной влажности).

4. На основе морфофизиологических и биохимических параметров семян и проростков был определен потенциал хранения различных генотипов кукурузы, который является важной комплексной характеристикой коллекционных образцов при консервации *ex situ*.

Литература

1. Ермаков А.И., Арасимович В.В., Ярош Н.П. и др. 1987. Методы биохимического исследования растений. Москва, Колос. С.42 – 43.
2. Корлэтяну Л.Б. 2012. Жизнеспособность семян культурных растений в условиях консервации *ex situ* при действии миллиметрового излучения. Кишинев, 156 с. ISBN 978-9975-62-313-1.
3. Алексейчук Г.Н., Ламан Н.А. 2005. Физиологическое качество семян сельскохозяйственных культур и методы его оценки. Минск, 48 с. ISBN 985-442-188-0.
4. Aghilian S., Khajeh-Hosseini M. and Anvarkhah S. 2014. Evaluation of seed storage potential in forty medicinal plant species. In: International Journal of Agriculture and Crop Sciences. V. 7. N10. P. 749 – 759. ISSN2227-670X.
5. Demir I. and MaviI K. 2008. Controlled deterioration and accelerated aging tests to estimate the relative storage potential of cucurbit seed lots. In: HortScience. V. 43. N5. P. 1544 – 1548. ISSN: 2327-9834.
6. Handbook of vigor test methods. ISTA. 1995. Zurich, Switzerland. 120 p.
7. Havstad T., Aamlid T. and Lomholt A. 2011. Evaluation of vigor tests for determination of seed storage potential in red clover (*Trifolium pratensis* L.) and timothy (*Phleum pratense* L.). In: Seeds Science and Technology. V. 39. N3. P. 637 – 648. ISSN1819-5717.
8. International rules for seed testing. 2004. The International Seed Testing Association (ISTA). Switzerland.
9. Nirmala K. and Umarani R. 2014. Storage potential of primed seeds of okra (*Abelmoschus esculentus*) and beet root (*Beta vulgaris*). In: Australian Journal of Crop Sciences. V. 8. N9. P. 1290 – 1297. ISSN 1835-2707
10. Mielezrski F. and Marcos-Filno H. 2013. Assessment of physiological potential of stored pea (*Pisum sativum* L.) seeds. In: Journal of Seed Science. V. 35. N1. P. 42 – 50. ISSN 2317-1545
11. Villela F. and Menezes N. 2009. Seed storage potential. In: Seed News. V. 13. N4. P. 22 – 25. Available at: <http://www.seednews.inf.br/>
12. Walters C., Wheeler L., Grotenhuis J. 2005. Longevity of seeds stored in genebank: species characteristics. Seed Science Research. V. 1. N. P. 1 – 20.

References

1. Ermakov A.I., Arasimovich V.B., Jarosh N.P. i dr. 1987. Metody biohimicheskogo issledovaniya rastenij. Moskva, Kolos. S.42 – 43.
2. Korljetjanu L.B. 2012. Zhiznesposobnost' semjan kul'turnyh rastenij v uslovijah konservacii ex situ pri dejstvii millimetrovogo izluchenija. Kishinev, 156 s. ISBN 978-9975-62-313-1.
3. Aleksejchuk G.N., Laman N.A. 2005. Fiziologicheskoe kachestvo semjan sel'skohozejajstvennyh kul'tur i metody ego ocenki. Minsk, 48 s. ISBN 985-442-188-0.
4. Aghilian S., Khajeh-Hosseini M. and Anvarkhah S. 2014. Evaluation of seed storage potential in forty medicinal plant species. In: International Journal of Agriculture and Crop Sciences. V. 7. N10. P. 749 – 759. ISSN2227-670X.
5. Demir I. and MaviI K. 2008. Controlled deterioration and accelerated aging tests to estimate the relative storage potential of cucurbit seed lots. In: HortScience. V. 43. N5. P. 1544 – 1548. ISSN: 2327-9834.
6. Handbook of vigor test methods. ISTA. 1995. Zurich, Switzerland. 120 p.
7. Havstad T., Aamlid T. and Lomholt A. 2011. Evaluation of vigor tests for determination of seed storage potential in red clover (*Trifolium pratensis* L.) and timothy (*Phleum pratense* L.). In: Seeds Science and Technology. V. 39. N3. P. 637 – 648. ISSN1819-5717.
8. International rules for seed testing. 2004. The International Seed Testing Association (ISTA). Switzerland.
9. Nirmala K. and Umarani R. 2014. Storage potential of primed seeds of okra (*Abelmoschus esculentus*) and beet root (*Beta vulgaris*). In: Australian Journal of Crop Sciences. V. 8. N9. P. 1290 – 1297. ISSN 1835-2707
10. Mielezrski F. and Marcos-Filno H. 2013. Assessment of physiological potential of stored pea (*Pisum sativum* L.) seeds. In: Journal of Seed Science. V. 35. N1. P. 42 – 50. ISSN 2317-1545
11. Villela F. and Menezes N. 2009. Seed storage potential. In: Seed News. V. 13. N4. P. 22 – 25. Available at: <http://www.seednews.inf.br/>
12. Walters C., Wheeler L., Grotenhuis J. 2005. Longevity of seeds stored in genebank: species characteristics. Seed Science Research. V. 1. N. P. 1 – 20.

*Corlateanu L.B.,
Mihaila V.V.,
Ganea A.I.,
Institute of Genetics, Physiology and Plant
Protection, Academy of Sciences of Moldov*

**EVALUATION OF STORAGE POTENTIAL OF MAIZE COLLECTION
ACCESSIONS BY MORPHOPHYSIOLOGICAL AND BIOCHEMICAL PARAMETERS
OF SEEDS AND SEEDLINGS UNDER *EX SITU* CONSERVATION**

Abstract: conduction of test for accelerated aging of seeds of maize collection accessions allows determination of their storage potential (SP) that is a very important complex characteristic when placing seed material for long-term storage in plant gene bank (*ex situ* conservation). Based on morphophysiological and biochemical parameters of seeds and seedlings, ranking of genotypes was performed taking into account their potential capability of maintaining viability after the influence of stress factors during the process of accelerated aging (increased temperature – 42-44°C and increased humidity – 90-100%). With the help of storage potential of seeds it is also possible to estimate the terms of reproduction of valuable selection material.

Keywords: maize, storage potential, accelerated aging, germinability, peroxidase, length of rootlets, biomass of rootlets

*Косенко И.С., доктор биологических наук, профессор,
член-корреспондент НАН Украины,
Национальный дендрологический парк «Софиевка» НАН Украины,
Опалко А.И., кандидат сельскохозяйственных наук, профессор,
Национальный дендрологический парк «Софиевка» НАН Украины,
Уманский национальный университет садоводства,
Балабак А.А., кандидат сельскохозяйственных наук,
старший научный сотрудник,
Национальный дендрологический парк «Софиевка» НАН Украины*

ЗНАЧЕНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ КОЛЛЕКЦИИ ОРЕШНИКА (*CORYLUS* SPP.) НДП «СОФИЕВКА» ДЛЯ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ СЕЛЕКЦИИ ФУНДУКА

Аннотация: проведена оценка 165 сортов, видов и гибридов фундука генетической коллекции *Corylus* L. Национального дендрологического парка «Софиевка» НАН Украины по комплексу хозяйственно-ценных признаков. Лучшие образцы были включены в программу гибридизации, в том числе с представителями *C. chinensis* Franch. Был получен ряд гибридных сеянцев, в частности новые сорта фундука «Софиевский 1», «Софиевский 2» и «Софиевский 15», которые формируют плоды почти шаровидной формы, характеризуются повышенной зимостойкостью и засухоустойчивостью, а также отсутствием периодичности плодоношения. Преобладание ненасыщенных жирных кислот в ядрах орехов фундука новых сортов свидетельствует о перспективе использования чрезвычайных сырьевых потенциалов новосозданных сортов при создании липосомальных наноэмульсий и нанодисперсий для пищевых продуктов и добавок, а также для создания липосомальных лекарственных препаратов.

Ключевые слова: селекция, сорт, гибридизация, орех, липосомальные лекарственные препараты

С развитием интенсивного плодоводства культивируемые формы орешника (*Corylus* spp.), выращиваемые под названием фундук (*C. domestica* Kos. et Opal.), приобретают в Украине все большее значение как орехоплодная плодовая культура. Хотя на мировом рынке орехов именно фундук занимает почетное второе место, уступая только миндалю (*Prunus dulcis* (Mill.) D.A. Webb.), в Украине его выращивают недостаточно, вследствие чего спрос на орехи фундука обеспечивается собственным урожаем лишь на 12-15%. Остальные потребности удовлетворяются за счет импорта, что вызывает удорожание, как самих орехов, так и продуктов их переработки [8].

Средние показатели мирового производства орехов фундука в начале XXI в. превысило 900 тыс. т. с колебаниями по годам в пределах 616-1071 тыс. т. Доля Турции в этом количестве составляет 70-75% с ежегодным производством 450-800 тыс. т. нелущеных орехов. Второе место стабильно занимает Италия с показателем 100-130 тыс. т, третье и четвертое места делят США и Азербайджан, где их ежегодно производят 20-35 тыс. т. Далее Грузия – 25-30, Китай и Иран по 18-25, потом Испания, которая в последние годы уменьшила производство до 12-17 тыс. т. [18]. Ныне на мировом рынке наблюдается повышение спроса на фундукопродукцию, что делает её производство всё более выгодным. Среди потенциальных покупателей крупных партий орехов наибольшими есть Италия, Германия, страны Скандинавии.

Благодаря развитию фундукокультуры в Турции, где под фундуком занято свыше 400 тыс. га, на его выращивании сегодня держится благосостояние почти 250 тыс. турецких семей и около 8 млн. рабочих мест обеспечивается производством, переработкой и экспортом орехов.

В озеленении городов достаточно широко используют лещину древовидную (*C. colurna* L.) и ряд сортов и форм *C. maxima* Mill., остальные виды *Corylus* пока поддерживаются преимущественно в коллекциях ботанических садов, дендропарков и дендрариев. Однако опыт культивирования многих ценных по декоративным качествам форм североамериканских и восточноазиатских видов свидетельствует о больших перспективах внедрения представителей рода *Corylus* в декоративное садоводство. Благодаря устойчивости орешника к неблагоприятным факторам окружающей среды многие его виды, а также сорта и формы фундука можно успешно использовать для укрепления склонов и в различных защитных насаждениях [8].

Изучение целительной силы различных *Corylus* spp., которая используется в народной медицине с доисторических времён, постепенно находит своих приверженцев и в научных фармакологических кругах. Кроме испытаний сосудокрепляющих эффектов экстрактов из листьев орешника на лабораторных животных [23], антиоксидантных эффектов и цитотоксической активности экстрактов оболочек орехов на клеточных линиях рака человека [17] и т.п., заслуживает внимания перспекти-

ва оценки орехового масла в качестве сырья для получения новых типов иммунопрофилактических препаратов. Создание лекарственных средств на основе включенных в липосомы видоспецифических и протекторных антигенов сейчас считается одним из перспективных направлений в разработке способов эффективной защиты от наиболее опасных инфекций [22]. При этом используют лецитины (сложные эфиры аминспирта холина и диглицеридфосфорных кислот), которые являются важными представителями эссенциальных (незаменимых) фосфолипидов, ныне добываемых из органов и тканей млекопитающих (спинной и головной мозг КРС и свиней), куриных яиц, рыбы, моллюсков [6]. Эссенциальные фосфолипиды содержатся в нерафинированном растительном масле сои (*Glycine max* (L.) Merr.), подсолнечника (*Helianthus annuus* L.), грецкого ореха (*Juglans regia* L.), орешника (*Corylus* spp.) и др. [10]. При этом в орехах *J. regia* среднее содержание фосфолипидов составляло 0,3-0,4, тогда как в орехах *Corylus* spp. их количество достигало 0,5-0,9% [12], что даёт основания для проведения успешного отбора по этому признаку. Кроме того, лецитин орехов лецитины может выступать и как биологически активная добавка к пищевым продуктам и кормам, и как сырье при создании липосомальных наномульсий и нанодисперсий для пищевых продуктов и добавок, а также для создания липосомальных лекарственных препаратов.

Генетическая коллекция *Corylus* spp. Национального дендрологического парка «Софиевка» НАН Украины ныне насчитывает более 200 образцов, принадлежащих к 11 ботаническим видам, признаваемых разными списками ведущих мировых ботанических учреждений [14, 27]. В том числе более 90 сортов отечественной и зарубежной селекции и свыше 50 доведённых до уровня кандидатов в сорта гибридных семян собственной селекции, испытываемых в звеньях коллекционного и гибридного сада, а также в саду первичного сортоизучения [8].

В соматических клетках представителей коллекции *Corylus*, как и в клетках, ранее изученных цитологами видов, диплоидное число хромосом составляет $2n=22$, однако в литературе имеются сообщения о других хромосомных числах отдельных представителей этого рода [8]. Речь идет, прежде всего, о публикации Роберта Вудворта [30], который при исследовании мейотических препаратов *C. americana* Walter, *C. colurna*, *C. cornuta*, *C. heterophylla* var. *sutchuensis* Franch., *C. pontica* K. Koch (ныне считается синонимом *C. avellana* var. *pontica* (K. Koch) H.J.P. Winkl.), *C. sieboldiana* Blume и *C. vilmorinii* Rehd. насчитал по 14-хромосом, что свидетельствует о $2n=28$. Эта

опубликованная в 1929 году в достаточно авторитетном ботаническом журнале «Botanical Gazette» и неоднократно цитируемая статья [3, С. 154, 15, 25, 28] вызвала многолетнюю неуверенность относительно диплоидного числа хромосом упомянутых видов *Corylus*. При этом некоторые авторы, со ссылкой на Р. Вудворта, ограничились констатацией возможности $2n=28$ наравне с нормативным $2n=22$ [3, С. 154, 15]. Иные высказывали необходимость экспериментального подтверждения расчетов по $2n=28$ [21], тогда как Вели Эрдоган [16] изначально назвал подсчеты Р. Вудворта ошибочными из-за неправильной интерпретации мейотических препаратов. Погрешность могла возникнуть вследствие применения несовершенной методики цитологических исследований, проведение которых затруднено тем, что хромосомы *Corylus* spp. очень мелкие. Поэтому, за исключением отдельных случаев хромосомных aberrаций и полиплоидии [13, 29], сейчас $2n=2x=22$ считается признанной нормой для *Corylus* spp. [8, 13, 16, 19, 24]. Почти все представители *Corylus* – диплоиды, однако Роберто Ботта с соавторами (1986) сообщили о спонтанном тетраплоиде *C. heterophylla* Fisch. ex Trautv. [13]. Среди других примеров необычного числа хромосом следует назвать анеуплоиды с $2n=18$ в соматических тканях *C. colurna* и *C. maxima* f. *atropurpurea* (Dochtnahl) H.J.P. Winkl. [13, 28], а также индуцированные обработкой колхицином тетраплоиды и спонтанные триплоидные семена *C. avellana* L. [13, 15].

Основываясь на идеях Н.И. Вавилова, касающихся работы с генетическими ресурсами растений [4], были определены цели и задачи наших исследований. Они включали паспортизацию произрастающих в парке и его окрестностях образцов *Corylus* spp., их систематизацию, поддержание и расширение коллекции, в том числе разработку и совершенствование способов размножения, а также изучение их ценности для селекции. Первые экспедиции были проведены в локалитеты *Corylus* spp. в Украине, республиках Кавказа и Средней Азии, а также в Китае и ряде европейских стран, что позволило существенно увеличить видовую и сорто-формовую коллекцию фундука и орешника, лучшие представители которой были вовлечены в селекционный процесс.

Подбор и изоляцию ветвей с женскими цветками, межсортовую гибридизацию, а также скрещивания сортов фундука с отобранными представителями *C. chinensis* Franch., *C. colurna*, *C. maxima* и др. видов проводили во время начала весеннего роста мужских соцветий (до выделения пыльцы). Пыльцу для скрещивания заготавливали из срезаемых веток с серёжками, развитие которых пробуждали в комнатных условиях. Ветви ставили в

сосуд с водой, который размещали на большом листе бумаги, оставляя их на ночь в сухом прохладном (15-16°C) помещении. Для предотвращения взаимного загрязнения пыльцы в одной комнате одновременно размещали ветви с серёжками только одного сорта и оставляли до её высыпания. Опыление осуществляли без снятия изоляторов, развязывая только верхнюю часть изолятора-рукава и завязывая его снова после опыления или без развязывания, вдувая пыльцу в изолятор инсуфлятором МО-03. Через 2-3 суток опыление повторяли. Для изоляторов использовали плотную ткань ФПП-15 (фильтрполотно Петрянова) или пергаментную бумагу. Кроме гибридных семян, получаемых из семян от контролируемых скрещиваний, также использовали семена, полученные из семян, сформированных от свободного опыления лучших сортообразцов [8].

Содержание масла в ядрах орехов фундука определяли официальным методом (АОАС, Official Method of Analysis ...: Fatty Acids (Free) in Crude ..., 2000). Для анализа жирнокислотного состава (количества насыщенных и ненасыщенных жир-

ных кислот) использовали метод газовой хроматографии с пламенно ионизационным детектором по ГОСТ 30418-96 «Масла растительные. Метод определения жирно кислотного состава» [5].

Результаты оценивания образцов коллекции сортов фундука отечественной и зарубежной селекции по комплексу хозяйственно-полезных признаков показали преимущества сортов Доходный, Фундук-85 и Болградская новинка. Эти сорта в течение первых трех лет после вступления в пору плодоношения нарастили урожайность орехов в 4,5-6,4 раза (от 61,6-179,2 до 394,8-809,2 кг/га), при достаточно высоком содержании (68,7-75,8%) масла в ядрах. Кроме вышеназванных сортов, ранним вступлением в пору плодоношения характеризовались Дар Павленко, Зоринский, Зюйдовский, Карамановский, Степной и Шедевр, урожайность которых за первые три года возросла в 1,7-4,5 раза. При этом высокомасличный сорт Грандиозный уступил лучшему по урожайности сорту Доходный в первый год плодоношения на 171,4 кг/га, а на третий год отстал на 414,4 кг/га (табл. 1).

Таблица 1

Урожайность орехов сортов фундука в течение первых трех лет после вступления в пору плодоношения, кг/га

Сорт	Год урожая			Суммарный урожай за первые три года
	2012	2013	2014	
Доходный	179,2	355,6	809,2	1344,0
Зюйдовский	114,8	392,0	638,4	1030,4
Фундук-85	140,0	338,8	456,4	935,2
Зоринский	64,4	254,8	509,6	828,8
Степной	86,8	266,0	470,4	823,2
Шедевр	86,8	263,2	459,2	809,2
Дар Павленко	95,2	226,8	380,8	702,8
Болградская новинка	61,6	229,6	394,8	686,0
Лозовский урожайный	16,8	98,0	518,0	632,8
Морозовский	19,6	117,6	467,6	604,8
Карамановский	53,2	176,4	355,6	585,2
Корончатый	5,6	86,8	462,0	554,4
Грандиозный	7,8	117,6	257,6	383,0
Урожайный-80	5,6	100,8	271,6	378,0
НСР ₀₅	3,6	11,6	24,8	

Показатели содержания масла в ядрах орехов фундука изученных сортов несколько изменялись в зависимости от метеорологических условий годов исследований при общей тенденции сортоспецифичности. Лучшими по масличности были сорта Урожайный-80, Фундук-85 и Грандиозный со средними показателями 74,5; 74,3 и 74,2% соответственно. При этом почти все изученные сорта можно отнести к группе высокомасличных, за исключением сортов Лозовский урожайный и Дар Павленко.

Учитывая результаты оценки, а также данные предыдущих исследований [2, с. 7-10], были определены параметры селекционного задания по фундуку: потенциальная урожайность – 3,5 т/га; масса ореха – 3,0-3,5 г; выход ядра – не менее 50% от общей массы плода; толщина скорлупы – не более 1,0 мм; количество плодов в соплодии – свыше 4 шт. Также оценивали опылительную способность, обращая внимание на образцы, которые формировали крупные серёжки с большим количеством пыльцы и с соответствующими наборами S-генов, неблокирующими взаимное опыление, использо-

вание которых позволяет уменьшить количество растений-опылителей на плантации [8]. Опылители подбирали без нежелательных эффектов ксености, в частности относительно чешуек пелликулы на ядрах, которые часто формируются от оплодотворения пыльцой *C. colurna* и снижают качество орехов [8, 26]. Кроме межсортовых скрещиваний в гибридизацию сортов из коллекции НДП «Софиевка» включали представителей *C. chinensis*, а также *C. avellana*, *C. cornuta*, *C. heterophylla*, *C. maxima* и др. видов.

В процессе изучения способов выращивания гибридных семян подтвердилась эффективность раннеосеннего посева соплодиями (т. е. неочищенными от плюски орехами), который обеспечивал около 100% всхожесть, оставаясь при этом наименее трудоёмким [1]. Полученные семена F_1 выращивали в контейнерах в контролируемых условиях вегетационного сооружения с мелкодисперсным увлажнением, откуда их пересаживали для доращивания и оценки в гибридный сад опытно-производственного участка НДП «Софиевка» НАН Украины, где выполняли комплексную оценку и семян и орехов по общепринятым методикам [8, 10].

Лучшие семена ускоренно размножали по технологии, разработанной нами в результате сравнительной оценки различных способов размножения фундука с учетом применения стимуляторов роста, различных сроков и способов заготовки черенкового материала [11].

Отобран ряд сортообразцов фундука, лучшие из которых подготовлены для представления в Государственную ветеринарную и фитосанитарную службу Украины (современный аналог Государственной комиссии по сортоиспытанию) на испытание, в том числе сорта Софиевский 1 (Украина-50×*C. avellana* 'Fuscorubra'), Софиевский 2 (Дар Павленко×*C. avellana* 'Fuscorubra'), Софиевский 3 (Черкесский-2×*C. chinensis*), Софиевский 4 (Шедевр×*C. avellana* 'Fuscorubra') и Софиевский 15 (Гарибальди×*C. chinensis*). Указанные сорта характеризуются шарообразными или почти шарообразными (Софиевский 3, Софиевский 15) плодами, повышенной по сравнению с турецкими и

азербайджанскими сортами зимостойкостью и засухоустойчивостью, а также отсутствием периодичности плодоношения.

Лучшими в гибридизации были сорта Гарибальди, Дар Павленко, Украина 50, Черкесский-2, Шедевр, которые использовались в качестве материнского родителя, тогда как *C. avellana* 'Fuscorubra' и представители *C. chinensis* были лучшими опылителями. Полученные нами данные, касающиеся ценности *C. chinensis* в гибридизации с сортами фундука в качестве отцовского родителя, несколько противоречат литературным данным об успешной гибридизации *C. chinensis*×*C. avellana* и несовместимости в реципрокном скрещивании. Такое несоответствие результатов скрещиваний можно объяснить ограниченным количеством генотипов *C. avellana* в цитируемых опытах [26] и/или тем, что образцы *C. chinensis* были интродуцированы нами не из первичного природного ареала, а из коллекции Берлинского ботанического сада (Botanischer Garten Berlin-Dahlem), в которую они были завезены из природного ареала (Китай). Можно предполагать, что семенные популяции *C. chinensis* подвергались действию естественного отбора в условиях Берлин-Далема, а затем в Умани, что повлияло положительно на оплодотворяющую способность пыльцы.

Содержание масла в изученных образцах колебалось от 61,4% до 65,1% от массы ядра. При соответствующих условиях и при таком количестве масла в ядрах орехов фундука можно получать примерно 1000 кг масла с гектара, что по сравнению с количеством получаемого масла сои (~ 500 кг/га) очень выгодно. Такое высокое содержание масла в орехах фундука делает его перспективным источником растительного сырья по потенциальной коммерческой ценности.

Важно, что в композициях жирных кислот каждого образца орехов фундука содержалось большее количество (%) олеиновой C18:1 ω 9 (77,8-81,0) и линолевой C18:2 ω 6 (9,6-15,7) кислот при значительно меньшем количестве пальмитиновой C16:0 (5,0-5,7), стеариновой C18:0 (2,4-3,6) и линоленовой C18:3 (0,07-0,14) кислот (рис. 1).

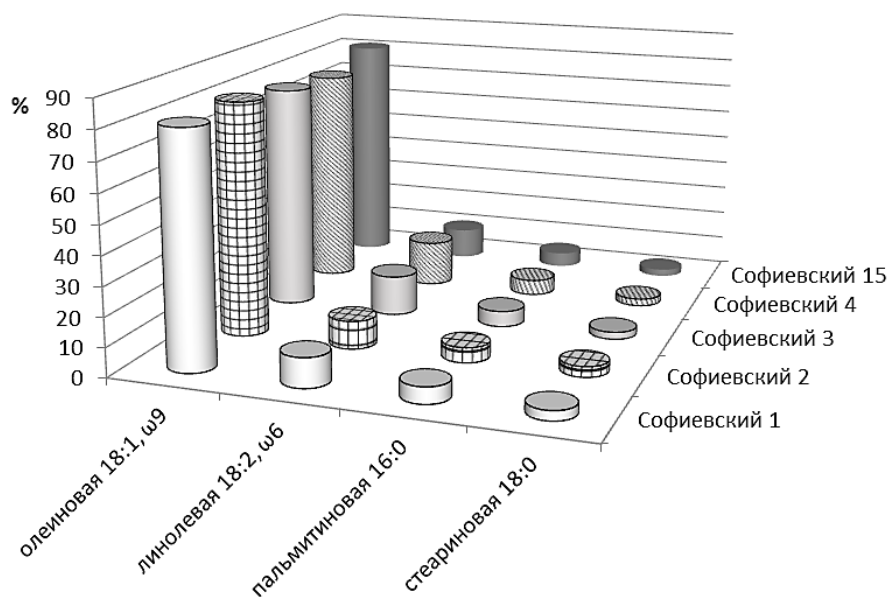


Рис. 1. Жирнокислотный состав масла новых сортов фундука

Наибольшее количество ненасыщенных жирных кислот было в ядрах орехов фундука сортов Софиевский 2 и Софиевский 4. Такие сорта можно считать перспективными для промышленного выращивания в качестве сырья для получения фундукового масла и эссенциальных фосфолипидов, а также включения в гибридизацию для улучшения фундука по качеству плодов. При этом следует отметить, что упомянутые выше сорта фундука практически не отличались по профилям жирнокислотного состава масла, что дает основания, учитывая высокую продуктивность и скороплодность, удобную для переработки почти шаровидную форму ореха, наиболее перспективным признать сорт Софиевский 15. Суммарное содержание олеиновой и линолевой кислот в ядрах орехов изученных сортов фундука составляло более 90% от общего содержания жирных кислот в ядрах этих сортов.

Выводы

1. Преобладание ненасыщенных жирных кислот в ядрах орехов фундука новых сортов свидетельствует о перспективе использования чрезвычайных сырьевых потенциалов новосозданных сортов с параллельным дальнейшим совершенствованием генотипов, а также совершенствованием/разработкой эффективных схем производства лецитина, приспособленных к специфическому составу жирных кислот фундука.

2. Эффективность использования сортовой коллекции *Corylus L.* Национального дендрологического парка «Софиевка» НАН Украины в гибридизации подтверждается созданием ценного селекционного материала, из которого уже отобран ряд кандидатов в сорта, в частности Софиевский 15, сочетающий суперраннее вступление в пору плодоношения с быстрым наращиванием урожайности при хорошей зимо- и засухоустойчивости, высокой маслячности и преобладанием наиболее ценных ненасыщенных жирных кислот в составе фундукового масла.

Литература

1. А. с. №1547733. Способ посева семян древесных растений / А.М. Гродзинский, В.К. Балабушка, Л.В. Балабушка, И.С. Косенко и др. // Госкомизобретения. Заявка №4357637 от 4 янв. 1988 г. Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений СССР 8 нояб. 1989 г. 2 с.
2. Балабак О.А. Якість та жирнокислотний склад олії горіхів фундука // Вісник Уманського національного університету садівництва, 2016. №1. С. 31 – 34.
3. Болховских З.В., Гриф В.Г., Захарьева О.И. и др. Хромосомные числа цветковых растений / Ред.: Ан. А. Федоров. Л.: Наука (Ленингр. отд-ние), 1969. 927 с.
4. Вавилов Н.И. Центры происхождения культурных растений. Л.: ВИПБиНК; ГИОА, 1926. 252 с.
5. ГОСТ 30418-96 Масла растительные. Метод определения жирнокислотного состава / ПРИНЯТ Межгосударственным Советом по стандартизации, метрологии и сертификации (Минск, протокол №10 от 4 октября 1996 г.): Дата введения 1998-01-01 // Масла растительные. Методы анализа. Сб. ГОСТов. М.: ИПК Издательство стандартов, 2001. С. 110 – 116.

6. Ефременко В.И. Липосомы (получение, свойства, аспекты применения в биологии и медицине). Ставрополь, 1999. 263 с.
7. Косенко І.С., Балабак О.А., Опалко А.І. Новий сорт фундука (*Corylus domestica* Kos. et Opal.) Софіївський 15 // Інтродукція рослин, збереження та збагачення біорізноманіття в ботанічних садах та дендропарках: матер. міжнарод. наук. конф. присвяч. 80-річчю від дня заснуван. Національного ботсаду ім. М.М. Гришка НАН України, Національний ботсад ім. М.М. Гришка НАН України, м. Київ, 15-17 вересня 2015. Київ: Фітосоціоцентр, 2015. С. 124 – 125.
8. Косенко І.С., Опалко А.І., Балабак О.А., Шульга С.М. Використання генетичної колекції *Corylus* spp. НДП «Софіївка» для селекції фундука *Corylus domestica* Kos. et Opal. // Автохтонні та інтродуковані рослини: Зб. наук. праць НДП "Софіївка" НАН України, 2016. Вип. 12. С. 121 – 137.
9. Косенко І.С., Опалко А.І., Балабак О.А., Шульга С.М. Жирнокислотний склад олії горіхів нових сортів фундука (*Corylus domestica* Kos. et Opal.) вітчизняної селекції // Охорона біорізноманіття та історико-культурної спадщини у ботанічних садах та дендропарках: тези міжнарод. наук. конф., присвяченої 60-річчю Національного дендрологічного парку “Софіївка” як наукової установи НАН України, НДП «Софіївка» НАН України, м. Умань, 6-8 жовтня 2015. Умань: Візаві, 2015. С. 91 – 92.
10. Косенко І.С., Опалко А.І., Шульга С.М. Селекційний матеріал для створення нових сортів фундука (*Corylus domestica* Kos. et Opal.) з підвищеним вмістом у горіхах есенціальних фосфоліпідів // Інтродукція рослин, збереження та збагачення біорізноманіття в ботанічних садах та дендропарках: матер. міжнарод. наук. конф. присвяч. 80-річчю від дня заснуван. Національного ботсаду ім. М.М. Гришка НАН України, Національний ботсад ім. М.М. Гришка НАН України, м. Київ, 15-17 вересня 2015. Київ: Фітосоціоцентр, 2015. С. 127 – 129.
11. Патент на корисну модель № 98106. Спосіб розмноження фундука / І.С. Косенко, О.А. Балабак, А.І. Опалко, Г.А. Тарасенко, А.В. Балабак. // Заявка № u 2014 13707 подана 22.12.2014; зареєстрована у Державному реєстрі патентів України на корисні моделі 10.04.2015, Бюл. 2015. №7. 4 с.
12. Angelova-Romova M., Zlatanov M., Antova G. et al. Phospholipids content and composition of hazelnut and walnut cultivars grown in Bulgaria // Proceedings of the Bulgarian Academy of Sciences, 2013. Vol. 66, № 12. P. 1689 – 1694.
13. Botta R., Emanuel E., Me G., Sacerdote S. and Vallania R. Indagine cariologica in alcune specie del genere *Corylus* // Rivista di ortoflorofrutticoltura italiana, 1986. V. 70. №5. P. 323 – 329.
14. Catalogue of Life: 29th May 2017. Naturalis Biodiversity Center, 2017. URL: <http://www.catalogueoflife.org/testcol/search/all/key/Corylus/match/1> (accessed 30.05. 2017).
15. Danielsson-Santesson B. Fortsatta undersökningar av polyploid // Sveriges pomol förenings årsskr, 1951. V. 52. P. 38 – 48.
16. Erdogan V. Genetic relationships among hazelnut (*Corylus*) species: Thesis for the degree of Doctor of Philosophy in Horticulture presented and submitted to Oregon State University on April 16, 1999. 218 p.
17. Esposito T., Sansone F., Franceschelli S. et al. Hazelnut (*Corylus avellana* L.) Shells extract: phenolic composition, antioxidant effect and cytotoxic activity on human cancer cell lines // International Journal of Molecular Sciences, 2017. Vol. 18, № 2; doi:10.3390/ijms18020392. 12 p.
18. Hazelnuts, with shell // FAOSTAT Domains Production/Crops: Average. 2014. URL: <http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/E> (accessed 25.05. 2017).
19. Kasaplilgil B. Chromosome studies in genus *Corylus* // Scientific reports of the Faculty of Science, Ege University. Bornova: Ege Universitesi Matbaasi, 1968. Ser. 59. 14 p.
20. Kosenko I.S., Opalko A.I., Balabak O.A. and Shulga S.M. *Corylus* spp. genetic resources use in hazelnuts *Corylus domestica* Kos. et Opal. improvement // Preserving biodiversity and historic-cultural heritage in botanic gardens and dendrological parks: Abstracts International Scientific Conference. Uman: Vizavi, 2016. P. 60–62.
21. Kubitzki K. Betulaceae // The families and genera of vascular plants [Ed.: Klaus Kubitzki]. Berlin; Heidelberg: Springer Science & Business Media, 2013. V. 2: Flowering Plants. Dicotyledons: Magnoliid, Hamamelid and Caryophyllid Families [Eds.: Klaus Kubitzki, Jens G. Rohwer, Volker Bittrich]. P. 152–157.
22. Lemmon M.A. Membrane recognition by phospholipid-binding domains // Nature Reviews Molecular Cell Biology, 2008. V. 9. N2. P. 99 – 111.
23. Maloshtan L.M., Kalenichenko G.S., Dorovskyy O.V. The study of the action of the thick extract from the leaves of *Corylus avellana* on the vascular tissue permeability // Clinical pharmacy, 2015. V. 19. N4. P. 26 – 29.
24. Mehlenbacher S.A., Brown R.N., Nouhra E.R. et al. A genetic linkage map for hazelnut (*Corylus avellana* L.) based on RAPD and SSR markers // Genome, 2006. V. 49. T 2. P. 122 – 133.
25. Molnar T.J. *Corylus* // Wild crop relatives: genomic and breeding resources. Forest trees / [Ed.: Chittaranjan Kole]. Berlin; Heidelberg: Springer, 2011. Ch. 2. P. 15 – 48.

26. Qing-hua M.A., Gui-xi W.A.N.G., Wei-jian L.I.A.N.G. et al. Progress on pollen-stigma compatibility in *Corylus* (hazelnuts): review // Journal of Forestry Research. 2013. V. 24. N3. P. 397 – 402.
27. The Plant List by the Royal Botanic Gardens Kew and Missouri Botanical. 2013. URL: <http://www.theplantlist.org/tpl/search?q=Corylus> (accessed 30.05. 2017).
28. Thompson M.M., Lagerstedt H.B. and Mehlenbacher S.A. Hazelnuts // Fruit Breeding / [Eds.: Jules Janick and James N. Moore], 1996. Vol. 3: Nuts, Ch. 3. P. 125 – 184.
29. Wetzel G. Chromosomenstudien bei den Fagales // Botanisches Archiv, 1929. Bd. 25, № 3/4. S. 257–283.
30. Woodworth R.H. Cytological studies in the Betulaceae. II. *Corylus* and *Alnus* // Botanical Gazette, 1929. V. 88. N4. P. 383 – 399.

References

1. А. с. №1547733. Способ посева семян древесных растений / А.М. Гродзинский, В.К. Балабушка, Л.В. Балабушка, И.С. Косенко и др. // Госкомизобретения. Заявка №4357637 от 4 янв. 1988 г. Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений СССР 8 нояб. 1989 г. 2 с.
2. Balabak O.A. Jakist' ta zhirkokislottnij sklad olii gorihiv funduka // Visnik Umans'kogo nacional'nogo universitetu sadivnictva, 2016. №1. S. 31 – 34.
3. Bolhovskih Z.V., Grif V.G., Zahar'eva O.I. i dr. Hromosomnye chisla cvetkovykh rastenij / Red.: An. A. Fedorov. L.: Nauka (Leningr. otd-nie), 1969. 927 s.
4. Vavilov N.I. Centry proishozhdenija kul'turnykh rastenij. L.: VIPBiNK; GIOA, 1926. 252 s.
5. GOST 30418-96 Masla rastitel'nye. Metod opredelenija zhirkokislottogo sostava / PRINJaT Mezghosudarstvennym Sovetom po standartizacii, metrologii i sertifikacii (Minsk, protokol №10 ot 4 oktjabrja 1996 g.): Data vvedenija 1998-01-01 // Masla rastitel'nye. Metody analiza. Sb. GOSTov. M.: IPK Izdatel'stvo standartov, 2001. S. 110 – 116.
6. Efremenko V.I. Liposomy (poluchenie, svojstva, aspekty primenenija v biologii i medicine). Stavropol', 1999. 263 s.
7. Kosenko I.S., Balabak O.A., Opalko A.I. Novij sort funduka (*Corylus domestica* Kos. et Opal.) Sofiivskij 15 // Introdukcija roslin, zberezhenija ta zbagachennja bioriznomanittja v botanichnih sadah ta dendroparkah: mater. mizhnarod. nauk. konf. prisvjach. 80-richchju vid dnja zasnuvan. Nacional'nogo botsadu im. M.M. Grishka NAN Ukraïni, Nacional'nij botsad im. M.M. Grishka NAN Ukraïni, m. Kiïv, 15-17 veresnja 2015. Kiïv: Fitosociocentr, 2015. S. 124 – 125.
8. Kosenko I.S., Opalko A.I., Balabak O.A., Shul'ga S.M. Viktoristannja genetičnoï kolekcii *Corylus* spp. NDP «Sofiivka» dlja selekcii funduka *Corylus domestica* Kos. et Opal. // Avtohtonni ta introdukovani roslini: Zb. nauk. prac' NDP "Sofiivka" NAN Ukraïni, 2016. Vip. 12. S. 121 – 137.
9. Kosenko I.S., Opalko A.I., Balabak O.A., Shul'ga S.M. Zhirkokislottnij sklad olii gorihiv novih sortiv funduka (*Corylus domestica* Kos. et Opal.) vitchiznjanoi selekcii // Ohorona bioriznomanittja ta istoriko-kul'turnoi spadshhini u botanichnih sadah ta dendroparkah: tezi mizhnarod. nauk. konf., prisvjachenoï 60-richchju Nacional'nogo dendrologičnogo parku “Sofiivka” jak naukoivoi ustanovi NAN Ukraïni, NDP «Sofiivka» NAN Ukraïni, m. Uman', 6-8 zhovtnja 2015. Uman': Vizavi, 2015. S. 91 – 92.
10. Kosenko I.S., Opalko A.I., Shul'ga S.M. Selekcijnij material dlja stvorenija novih sortiv funduka (*Corylus domestica* Kos. et Opal.) z pidvishhenim vmistom u gorihah esencial'nih fosfolipidiv // Introdukcija roslin, zberezhenija ta zbagachennja bioriznomanittja v botanichnih sadah ta dendroparkah: mater. mizhnarod. nauk. konf. prisvjach. 80-richchju vid dnja zasnuvan. Nacional'nogo botsadu im. M.M. Grishka NAN Ukraïni, Nacional'nij botsad im. M.M. Grishka NAN Ukraïni, m. Kiïv, 15-17 veresnja 2015. Kiïv: Fitosociocentr, 2015. S. 127 – 129.
11. Patent na korisnu model' № 98106. Sposib rozmnozhenija funduka / I.S. Kosenko, O.A. Balabak, A.I. Opalko, G.A. Tarasenko, A.V. Balabak. // Zajavka № u 2014 13707 podana 22.12.2014; zareestrovana u Derzhavnomu reestri patentiv Ukraïni na korisni modeli 10.04.2015, Bjul. 2015. №7. 4 s.
12. Angelova-Romova M., Zlatanov M., Antova G. et al. Phospholipids content and composition of hazelnut and walnut cultivars grown in Bulgaria // Proceedings of the Bulgarian Academy of Sciences, 2013. Vol. 66, № 12. R. 1689 – 1694.
13. Botta R., Emanuel E., Me G., Sacerdote S. and Vallania R. Indagine cariologica in alcune specie del genere *Corylus* // Rivista di ortoflorofruccicoltura italiana, 1986. V. 70. №5. P. 323 – 329.
14. Catalogue of Life: 29th May 2017. Naturalis Biodiversity Center, 2017. URL: <http://www.catalogueoflife.org/testcol/search/all/key/Corylus/match/1> (accessed 30.05. 2017).
15. Danielsson-Santesson B. Fortsatta undersökningar av polyploid // Sveriges pomol förenings årsskr, 1951. V. 52. R. 38 – 48.

16. Erdogan V. Genetic relationships among hazelnut (*Corylus*) species: Thesis for the degree of Doctor of Philosophy in Horticulture presented and submitted to Oregon State University on April 16, 1999. 218 r.
17. Esposito T., Sansone F., Franceschelli S. et al. Hazelnut (*Corylus avellana* L.) Shells extract: phenolic composition, antioxidant effect and cytotoxic activity on human cancer cell lines // *International Journal of Molecular Sciences*, 2017. Vol. 18, № 2; doi:10.3390/ijms18020392. 12 p.
18. Hazelnuts, with shell // FAOSTAT Domains Production/Crops: Average. 2014. URL: <http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/E> (accessed 25.05. 2017).
19. Kasapligil B. Chromosome studies in genus *Corylus* // *Scientific reports of the Faculty of Science, Ege University*. Bornova: Ege Universitesi Matbaasi, 1968. Ser. 59. 14 r.
20. Kosenko I.S., Opalko A.I., Balabak O.A. and Shulga S.M. *Corylus* spp. genetic resources use in hazelnuts *Corylus domestica* Kos. et Opal. improvement // *Preserving biodiversity and historic-cultural heritage in botanic gardens and dendrological parks: Abstracts International Scientific Conference*. Uman: Vizavi, 2016. P. 60–62.
21. Kubitzki K. *Betulaceae* // *The families and genera of vascular plants* [Ed.: Klaus Kubitzki]. Berlin; Heidelberg: Springer Science & Business Media, 2013. V. 2: Flowering Plants. Dicotyledons: Magnoliid, Hamamelid and Caryophyllid Families [Eds.: Klaus Kubitzki, Jens G. Rohwer, Volker Bittrich]. R. 152–157.
22. Lemmon M.A. Membrane recognition by phospholipid-binding domains // *Nature Reviews Molecular Cell Biology*, 2008. V. 9. N2. P. 99 – 111.
23. Maloshtan L.M., Kalenichenko G.S., Dorovskyy O.V. The study of the action of the thick extract from the leaves of *Corylus avellana* on the vascular tissue permeability // *Clinical pharmacy*, 2015. V. 19. N4. R. 26 – 29.
24. Mehlenbacher S.A., Brown R.N., Nouhra E.R. et al. A genetic linkage map for hazelnut (*Corylus avellana* L.) based on RAPD and SSR markers // *Genome*, 2006. V. 49. T 2. R. 122 – 133.
25. Molnar T.J. *Corylus* // *Wild crop relatives: genomic and breeding resources. Forest trees* / [Ed.: Chittaranjan Kole]. Berlin; Heidelberg: Springer, 2011. Ch. 2. P. 15 – 48.
26. Qing-hua M.A., Gui-xi W.A.N.G., Wei-jian L.I.A.N.G. et al. Progress on pollen-stigma compatibility in *Corylus* (hazelnuts): review // *Journal of Forestry Research*. 2013. V. 24. N3. P. 397 – 402.
27. The Plant List by the Royal Botanic Gardens Kew and Missouri Botanical. 2013. URL: <http://www.theplantlist.org/tpl/search?q=Corylus> (accessed 30.05. 2017).
28. Thompson M.M., Lagerstedt H.B. and Mehlenbacher S.A. Hazelnuts // *Fruit Breeding* / [Eds.: Jules Janick and James N. Moore], 1996. Vol. 3: Nuts, Ch. 3. P. 125 – 184.
29. Wetzel G. Chromosomenstudien bei den Fagales // *Botanisches Archiv*, 1929. Bd. 25, № 3/4. S. 257–283.
30. Woodworth R.H. Cytological studies in the *Betulaceae*. II. *Corylus* and *Alnus* // *Botanical Gazette*, 1929. V. 88. N4. P. 383 – 399.

**Kosenko I.S., Doctor of Biological Sciences (Advanced Doctor), Professor,
Corresponding Member of the NAS of Ukraine,
National Dendrological Park «Sofiyivka» of the NAS of Ukraine,
Opalko A.I., Candidate of Agricultural Sciences (Ph.D.), Professor,
National Dendrological Park «Sofiyivka» of the NAS of Ukraine,
Uman National University of Horticulture,
Balabak O.A., Candidate of Agricultural Sciences (Ph.D.), Senior Research Officer,
National dendrological park «Sofiyivka» of the NAS of Ukraine**

NDP "SOFIYIVKA" HAZEL (*CORYLUS* SPP.) GENETIC COLLECTION AND HER VALUE TO THE HAZELNUT NATIONAL BREEDING

Abstract: the evaluation of 165 hazelnut cultivars, species and hybrids from composition of genetic collection of *Corylus* L. of National dendrological park “Sofiyivka” of NAS of Ukraine as to the complex of economic-valuable characteristics was executed. The best of them were included in the hybridization program, in particular with representatives *C. chinensis* Franch. A number of hybrid seedlings were received, in particular new hazelnut cultivars 'Sofiyivsky 1', 'Sofiyivsky 2' and 'Sofiyivsky 15', which develop fruits with a nearly globular shape, are characterized with increased winter hardiness and drought tolerance, and lack of nut-bearing periodicity. The predominance of unsaturated fatty acids in kernels of new hazelnut cultivars argues a prospect of using the extraordinary raw materials potencies of the new hazelnut cultivars for the production of a liposomal nano-emulsions and nano-dispersions for food products and food additives, as well as for the creation of liposomal drugs.

Keywords: breeding, cultivar, hybridization, nut, species

*Косолапов В.М., доктор сельскохозяйственных наук,
профессор, академик РАН,
Трофимов И.А., доктор географических наук,
Трофимова Л.С., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,
Яковлева Е.П.,
Всероссийский научно-исследовательский
институт кормов им. В.Р. Вильямса*

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЗАЩИТЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ И ЗЕМЛЕДЕЛИИ

Аннотация: в статье рассмотрены вопросы управления продукционным, средообразующим и природоохраным процессами в растениеводстве и земледелии. Приведены данные исследований по управлению продукционным процессом посредством интенсификации биологических и экологических процессов. Установлено, что устойчивое развитие АПК базируется на ресурсо- и энергосбережении сортов и технологий растениеводства, которые должны быть регионально-, ландшафтно- и экологически дифференцированы для реализации их потенциала, ресурсо- и энергосбережения, обеспечения продуктивности и устойчивости. Комплексная устойчивость сортов к болезням и вредителям позволит значительно снизить или исключить применение пестицидов, получать экологически безопасную продукцию, а также сохранить экологическую чистоту окружающей среды и устойчивость агроландшафтов. Необходимо для практического применения на всех сельскохозяйственных землях в целях обеспечения их продуктивного долголетия.

Ключевые слова: экология, сельскохозяйственные земли, растениеводство, земледелие

Управление продукционным, средообразующим и природоохраным процессами в растениеводстве и земледелии обеспечивается не только хорошим сортом, качественными семенами, современными технологиями, удобрениями и агротехникой. Продуктивность и устойчивость – это производное всей системы агроландшафта, т.е. его инфраструктуры – соотношения пашни, луга, леса, а также оптимальной структуры посевных площадей, севооборотов, достаточной доли многолетних трав.

Стратегией устойчивого развития АПК в современных условиях является рациональное сельскохозяйственное природопользование, целенаправленная оптимальная пространственно-временная организация современных агроландшафтов, которая должна быть наиболее адекватной их природной структуре и динамике.

Управление агроландшафтами направлено на создание их экологически устойчивой структуры и обеспечение нормального функционирования, увеличение доли природных и сеяных кормовых угодий в структуре агроландшафтов, разработку и реализацию комплекса биомелиоративных и фитомелиоративных мероприятий по предотвращению эрозии, дефляции и восстановлению плодородия почв, залужение или залесение эродированных и дефлированных земель, возделывание многолетних трав на эрозионноопасных и дефляционноопасных пахотных землях и др.

Функционирование агроландшафтов проявляется в продуктивности земельных угодий, ее устойчивости, стабильности по годам и развитии

негативных процессов. Если функционирование агроландшафтов нарушено и продолжает ухудшаться, необходимо принять соответствующие меры. Прежде всего, необходимо нормализовать структуру агроландшафта, укрепить его экологический каркас (создать элементы прочности), оптимизировать антропогенные нагрузки.

Система оптимизации агроландшафтов должна включать управление его инфраструктурой и управление антропогенными нагрузками на отдельные его элементы (земельные угодья). Создание оптимальной пространственно-временной структуры агроландшафта обеспечивают оптимизация видового состава сельскохозяйственных культур и структуры посевных площадей, размещения сельскохозяйственных культур (пропашные, зерновые, однолетние и многолетние травы) по элементам агроландшафта, применение современных технологий и системы севооборотов. Повышение плодородия почв обеспечивается за счет оптимального насыщения посевных площадей бобовыми и бобово-злаковыми многолетними травами. Увеличение на пахотных землях доли многолетних трав осуществляется при сокращении доли пропашных, зерновых культур и однолетних трав [1, 2, 7, 8].

Управление луговыми агроэкосистемами включает создание и рациональное использование высокопродуктивных сенокосов и пастбищ. Средообразующий потенциал луговых агрофитоценозов в агроландшафтах формируется благодаря дерновому процессу, проходящему в условиях сохранения дернины без перепашки в течение дли-

тельного времени, результатом которого является увеличение в почве органического вещества, гумуса, азота, ряда минеральных элементов [9, 10].

В современных условиях актуальное значение имеет рациональное использование всех сельскохозяйственных угодий, в том числе выбывшей из активного оборота пашни. В результате исследований ВНИИ кормов им. В. Р. Вильямса в 1999-2014 годах на залежных землях по освоению их в пастбища, определен их средообразующий эффект при возврате в пашню. Установлено большое накопление подземной массы (14,6–46,9 т/га сухого вещества), содержащей 283–648 кг/га азота, выявлены закономерности повышения содержания органического вещества в почве при существенном снижении обеспеченности фосфором и калием [11, 12, 13].

Продуктивность и устойчивость агроэкосистем и агроландшафтов во многом зависят от многолетних трав. Их доля в севооборотах сегодня недостаточна для того, чтобы обеспечить эффективную защиту сельскохозяйственных земель от воздействия эрозии, дефляции и дегумификации. 1/3 наших сельскохозяйственных земель уже деградирует под влиянием эрозии, дефляции, дегумификации, а пашня теряет 1–2,5 т/га гумуса ежегодно.

Управление агроландшафтами России в современных условиях предполагает, прежде всего, разработку и реализацию следующей системы мер [1, 2, 3, 15]:

- совершенствование структуры земельных угодий, направленное на укрепление экологического каркаса агроландшафта (увеличение доли элементов, повышающих прочность и устойчивость агроландшафтов к негативным факторам – природных кормовых угодий, лесов, охраняемых участков экосистем);

- оптимизация структуры посевных площадей и совершенствование севооборотов сельскохозяйственных культур, направленные на повышение экологической устойчивости пашни (увеличение доли посевов многолетних трав в севооборотах);

- совершенствование систем земледелия, разработка и освоение адаптированных ресурсосберегающих экологически безопасных приемов, технологий и технических средств обработки почвы и выращивания сельскохозяйственных культур;

- выработка и реализация, а также оптимизация норм антропогенных нагрузок на агроландшафты в целом и на отдельные элементы их пространственной структуры (пашни, пастбища, сенокосы, леса).

Адаптивная интенсификация агроэкосистем и агроландшафтов предполагает управление продукционным процессом посредством интенсифи-

кации биологических и экологических процессов [1, 10]:

- рациональное размещение культур на территории землепользования с целью реализации адаптивного потенциала видов и сортов;

- оптимальное насыщение посевной площади и севооборотов культурами, обеспечивающими высокую экономическую эффективность, производство качественной продукции, функционирующие на основе биологического азота, обладающие почвозащитными и почвоулучшающими свойствами;

- применение в земледелии безотходных технологий по использованию производимого органического вещества для воспроизводства бездефицитного баланса вещества и энергии почвы;

- рациональное применение материально-технических ресурсов, обеспечивающее интенсификацию биологических процессов (биостимуляторы, биопрепараты, мелиоранты, минеральные удобрения, средства защиты растений и т.д.);

- создание и использование сортов, особенно бобовых культур, адаптированных к зональным почвенно-климатическим условиям. В настоящее время имеются перспективные сорта клевера лугового и люцерны устойчивые к кислотности, что позволит значительно уменьшить затраты на известкование.

При обосновании структуры посевных площадей необходимо учитывать следующие требования [4, 5, 6, 10, 14]:

- рациональное размещение культур в системе адаптивных севооборотов по оптимальным предшественникам;

- максимально возможное насыщение структуры посевных площадей и севооборотов культурами, функционирующими на основе биологического азота;

- оптимизация в структуре посевных площадей доли многолетних трав, как основного источника воспроизводства гумуса в почве и улучшения ее физических свойств. Так, при наличии в севообороте 45-50% многолетних трав воспроизводство гумуса в почве обеспечивается без внесения органических удобрений. При использовании для воспроизводства гумуса растительных остатков сельскохозяйственных культур, соломы, органических удобрений и сидеральных культур в севообороте необходимо и достаточно наличие 25-30% многолетних трав.

Устойчивое развитие АПК базируется на ресурсо- и энергосбережении сортов и технологий растениеводства, которые должны быть регионально-, ландшафтно- и экологически дифференцированы для реализации их потенциала, ресурсо- и энергосбережения, обеспечения продуктивности и устойчивости. Использование новых сортов и тех-

нологий растениеводства в агроландшафтах обеспечит повышение продуктивности, устойчивости сельскохозяйственных угодий и плодородия почвы за счет симбиотической азотфиксации бобовых культур, производства высококачественных кормов для сельскохозяйственных животных, получения в хозяйствах дополнительной прибыли. Ком-

плексная устойчивость сортов к болезням и вредителям позволит значительно снизить или исключить применение пестицидов, получать экологически безопасную продукцию, а также сохранить экологическую чистоту окружающей среды и устойчивость агроландшафтов.

Литература

1. Агроландшафты Центрального Черноземья. Районирование и управление / В.М. Косолапов, И.А. Трофимов, Л.С. Трофимова, Е.П. Яковлева. М.: Издательский Дом «Наука», 2015. 198 с.
2. Косолапов В.М., Трофимов И.А., Трофимова Л.С., Яковлева Е.П. Кормопроизводство – важный фактор роста продуктивности и устойчивости земледелия // Земледелие. 2012. №4. С. 20 – 22.
3. Косолапов В.М., Трофимов И.А., Трофимова Л.С., Яковлева Е.П. Современное развитие системного подхода к конструированию агроландшафтов (К 150-летию со дня рождения выдающихся ученых) // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2013. №5. С. 11–14.
4. Переправо Н.И., Трухан О.В., Рябова В.Э. Научные основы семеноводства низовых злаковых трав // Кормопроизводство. 2013. №12. С. 19 – 22.
5. Повышение продуктивности и устойчивости агроландшафтов Центрального экономического района Российской Федерации (рекомендации) / А.С. Шпаков, И.А. Трофимов, А.А. Кутузова, Т.М. Лебедева, Е. П. Яковлева, Л. С. Трофимова Д.М. Тебердиев, А.А. Зотов, К.Н. Привалова, В.А. Кулаков, А.В. Родионова, Е.Е. Проворная, Н.В. Жезмер, А.В. Седов, Д.Н. Лебедев, Е.В. Клименко, Н.И. Георгиади О.А. Гетьман. М.: ФГНУ "Росинформагротех" 2005. 63 с.
6. Повышение устойчивости агроландшафтов (Рекомендации) / А.С. Шпаков, И.А. Трофимов, А.А. Кутузова, А.А. Зотов, Г.Д. Харьков, Д.М. Тебердиев, Т.В. Прологова, Л.С. Трофимова, Т.М. Лебедева, Е.П. Яковлева. М.: ФГНУ "Росинформагротех" 2003. 44 с.
7. Создание и использование продуктивных и устойчивых кормовых угодий Северо-Кавказского природно-экономического района Российской Федерации (рекомендации) / А.А. Зотов, И.А. Трофимов, З.Ш. Шамсутдинов, И.В. Савченко, А.А. Кутузова, Д.М. Тебердиев, К.Н. Привалова, В.А. Кулаков, Н.А. Семенов, Л.С. Трофимова, Е.П. Яковлева, Т.М. Лебедева, Н.С. Магомедов, Г.У. Гасанов, К.А. Ерижев, С.И. Осецкий, И.С. Пициков, В.В. Абонеев. М.: Изд-во Россельхозакадемии, 2008. 63 с.
8. Справочник по кормопроизводству. 5-е изд., перераб. и дополн. / Под ред. В. М. Косолапова, чл.-корр. Россельхозакадемии, доктора с-х наук, И.А. Трофимова, доктора географ. Наук. М.: Россельхозакадемия, 2014. 717 с.
9. Ресурсосберегающие технологии улучшения сенокосов и пастбищ в Центральном-Черноземном районе (руководство) / А.А. Зотов, А.А. Кутузова, В.М. Косолапов (ВНИИ кормов), И.В. Савченко (РАСХН), К.Н. Привалова, Д.М. Тебердиев, И.А. Трофимов, З.Ш. Шамсутдинов, В.А. Кулаков, Р.Р. Каримов, Е.Г. Седова, Л.С. Трофимова (ВНИИ кормов). М.: ФГУ РЦСК, 2012. 54 с.
10. Трофимов И.А., Косолапов В.М., Трофимова Л.С., Яковлева Е.П. Глобальные экологические процессы, стратегия природопользования и управления агроландшафтами // Глобальные экологические процессы: Материалы Международной научной конференции (Москва, 2-4 октября 2012 г.) / Отв. ред. В.В. Снакин. М: Academia, 2012. С.107 – 114.
11. Трофимова Л.С., Трофимов И.А., Яковлева Е.П. Агроландшафтно-экологическое районирование кормовых угодий Северного Кавказа // Степной бюллетень. 2013. №37. С. 21 – 24.
12. Трухан О.В., Переправо Н.И. Влияние азотных удобрений на семенную продуктивность овсяницы красной нового сорта Сигма // Кормопроизводство. 2010. №7. С. 31 – 35.
13. Шамсутдинов З.Ш. Достижения и стратегия развития селекции кормовых культур // Кормопроизводство. 2010. №8. С. 25 – 27.
14. Шпаков А.С., Бычков Г.Н. Полевое кормопроизводство: состояние и задачи научного обеспечения // Кормопроизводство. 2010. №10. С. 3 – 8.
15. Трофимов И.А., Косолапов В.М., Трофимова Л.С., Яковлева Е.П. Пути повышения эффективности возделывания отечественных сортов и технологий в агроландшафтах юга России // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2015. Вып. 3(54). С. 305 – 309.

References

1. Agrolandshafty Central'nogo Chernozem'ja. Rajonirovanie i upravlenie / V.M. Kosolapov, I.A. Trofimov, L.S. Trofimova, E.P. Jakovleva. M.: Izdatel'skij Dom «Nauka», 2015. 198 s.
2. Kosolapov V.M., Trofimov I.A., Trofimova L.S., Jakovleva E.P. Kormoproizvodstvo – vazhnyj faktor rosta produktivnosti i ustojchivosti zemledelija // Zemledelie. 2012. №4. S. 20 – 22.
3. Kosolapov V.M., Trofimov I.A., Trofimova L.S., Jakovleva E.P. Sovremennoe razvitie sistemnogo podhoda k konstruirovaniu agrolandshaftov (K 150-letiju so dnja rozhdenija vydajushhihsja uchenyh) // Vestnik Rossijskoj akademii sel'skhozjajstvennyh nauk. 2013. №5. S. 11–14.
4. Perepravo N.I., Truhan O.V., Rjabova V.Je. Nauchnye osnovy semenovodstva nizovyh zlakovyh trav // Kormoproizvodstvo. 2013. №12. S. 19 – 22.
5. Povyshenie produktivnosti i ustojchivosti agrolandshaftov Central'nogo jekonomicheskogo rajona Rossijskoj Federacii (rekomendacii) / A.S. Shpakov, I.A. Trofimov, A.A. Kutuzova, T.M. Lebedeva, E. P. Jakovleva, L. S. Trofimova D.M. Teberdiev, A.A. Zotov, K.N. Privalova, V.A. Kulakov, A.V. Rodionova, E.E. Provornaja, N.V. Zhezmer, A.V. Sedov, D.N. Lebedev, E.V. Klimenko, N.I. Georgiadi O.A. Get'man. M.: FGNU "Rosinformagroteh" 2005. 63 s.
6. Povyshenie ustojchivosti agrolandshaftov (Rekomendacii) / A.S. Shpakov, I.A. Trofimov, A.A. Kutuzova, A.A. Zotov, G.D. Har'kov, D.M. Teberdiev, T.V. Prologova, L.S. Trofimova, T.M. Lebedeva, E.P. Jakovleva. M.: FGNU "Rosinformagroteh" 2003. 44 s.
7. Sozdanie i ispol'zovanie produktivnyh i ustojchivyh kormovyh ugodij Severo-Kavkazskogo prirodno-jekonomicheskogo rajona Rossijskoj Federacii (rekomendacii) / A.A. Zotov, I.A. Trofimov, Z.Sh. Shamsutdinov, I.V. Savchenko, A.A. Kutuzova, D.M. Teberdiev, K.N. Privalova, V.A. Kulakov, N.A. Semenov, L.S. Trofimova, E.P. Jakovleva, T.M. Lebedeva, N.S. Magomedov, G.U. Gasanov, K.A. Erizhev, S.I. Oseckij, I.S. Picikov, V.V. Aboneev. M.: Izd-vo Rossel'hozakademii, 2008. 63 s.
8. Spravochnik po kormoproizvodstvu. 5-e izd., pererab. i dopoln. / Pod red. V. M. Kosolapova, chl.-korr. Rossel'hozakademii, doktora s-h nauk, I.A. Trofimova, doktora geograf. Nauk. M.: Rossel'hozakademija, 2014. 717 s.
9. Resursosberegajushhie tehnologii uluchshenija senokosov i pastbishh v Cetral'no-Chernozemnom rajone (rukovodstvo) / A.A. Zotov, A.A. Kutuzova, V.M. Kosolapov (VNII kormov), I.V. Savchenko (RASHN), K.N. Privalova, D.M. Teberdiev, I.A. Trofimov, Z.Sh. Shamsutdinov, V.A. Kulakov, R.R. Karimov, E.G. Sedova, L.S. Trofimova (VNII kormov). M.: FGU RCSK, 2012. 54 s.
10. Trofimov I.A., Kosolapov V.M., Trofimova L.S., Jakovleva E.P. Global'nye jekologicheskie processy, strategija prirodopol'zovanija i upravlenija agrolandshaftami // Global'nye jekologicheskie processy: Materialy Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii (Moskva, 2-4 oktjabrja 2012 g.) / Otv. red. V.V. Snakin. M: Academia, 2012. S.107 – 114.
11. Trofimova L.S., Trofimov I.A., Jakovleva E.P. Agrolandshaftno-jekologicheskoe rajonirovanie kormovyh ugodij Severnogo Kavkaza // Stepnoj bjulleten'. 2013. №37. S. 21 – 24.
12. Truhan O.V., Perepravo N.I. Vlijanie azotnyh udobrenij na semennuju produktivnost' ovsjanicy krasnoj novogo sorta Sigma // Kormoproizvodstvo. 2010. №7. S. 31 – 35.
13. Shamsutdinov Z.Sh. Dostizhenija i strategija razvitija selekcii kormovyh kul'tur // Kormoproizvodstvo. 2010. №8. S. 25 – 27.
14. Shpakov A.S., Bychkov G.N. Polevoe kormoproizvodstvo: sostojanie i zadachi nauchnogo obespechenija // Kormoproizvodstvo. 2010. №10. S. 3 – 8.
15. Trofimov I.A., Kosolapov V.M., Trofimova L.S., Jakovleva E.P. Puti povyshenija jeffektivnosti vozdeľvanija otechestvennyh sortov i tehnologij v agrolandshaftah juga Rossii // Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2015. Vyp. 3(54). S. 305 – 309.

*Kosolapov V.M., Doctor of Agricultural Sciences (Advanced Doctor), Professor,
Academician of the Russian Academy of Sciences,
Trofimov I.A., Doctor of Geographical Sciences (Advanced Doctor),
Trofimova L.S., Candidate of Agricultural Sciences (Ph.D.), Associate Professor,
Yakovleva E.P.,
All-Russian Williams Fodder Research Institute*

ECOLOGICAL ASPECTS OF AGRICULTURAL LAND PROTECTION IN CROP PRODUCTION AND AGRICULTURE

Abstract: in the article questions of management of production, environment-forming and nature protection processes in plant growing and agriculture are considered. The data of research on the management of the production process through the intensification of biological and ecological processes are given. It is established that sustainable development of the agroindustrial complex is based on resource and energy saving of varieties and technologies of crop production, which should be regional, landscape and ecologically differentiated to realize their potential, resource and energy conservation, ensure productivity and sustainability. Complex resistance of varieties to diseases and pests will significantly reduce or eliminate the use of pesticides, obtain environmentally friendly products, as well as preserve the environmental cleanliness of the environment and the stability of agricultural landscapes. It is necessary for practical application on all agricultural lands in order to ensure their productive longevity.

Keywords: ecology, agricultural lands, plant growing, agriculture

*Красницкий В.М., доктор сельскохозяйственных наук,
профессор, директор,
Шмидт А.Г., начальник отдела,
Матвейчик О.А., заведующий лабораторией,
Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Центр агрохимической службы «Омский»*

ГЛАВНЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ ОМСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация: в работе обозначены наиболее значимые экологические проблемы земледелия в сельском хозяйстве Омской области. Выявлены главные источники загрязнения окружающей среды в земледелии. На основе аналитических данных представлены результаты влияния экотоксикантов на почвенный покров и растительную продукцию. Рассмотрены пути минимизации влияния экотоксикантов на живые организмы и человека.

Ключевые слова: Омская область, земледелие, деградация, тяжелые металлы, пестициды, радионуклиды

Введение

До настоящего времени традиционно считалось, что основные нарушители природного равновесия – промышленность и транспорт, а возможное вредное влияние сельского хозяйства на окружающую среду редко бралось во внимание. Интенсивное и разностороннее воздействие сельского хозяйства на окружающую среду объясняется разными факторами. Но основное из них это образование значительного количества органических отходов и утилизация их с животноводческих ферм, птицефабрик и нарушение норм и правил применения минеральных удобрений, пестицидов. Усугубление экологических проблем требует пересмотра сложившейся в теории и на практике техногенной концепции развития АПК. Главным принципом развития АПК должна стать экологизация всех мероприятий по развитию сельского хозяйства, учет природных особенностей функционирования земельных ресурсов. И уже в соответствии с этим принципом, с ориентацией на него следует осуществлять мероприятия по механизации, химизации, мелиорации, по внедрению достижений научно-технического прогресса.

Сохраняющиеся тенденции формирования техногенного природоразрушающего типа развития АПК приведут к экологическому кризису в сельском хозяйстве. Внешними проявлениями этого кризиса стали крупномасштабная деградация и потери сельскохозяйственных угодий из-за эрозии, уменьшение содержания в почве гумуса и питательных веществ, засоление, заболачивание, падение естественного плодородия, загрязнение водных ресурсов химическими продуктами и отходами животноводства.

Экологические проблемы земледелия

Экологические проблемы в земледелии в первую очередь связаны с процессами неуравновешенного и чрезмерного воздействия на экосистему

сельскохозяйственного производства и с ингибирующим влиянием на агрофитоценозы и почвы загрязнений окружающей среды.

Наиболее общие экологические издержки агропромышленного производства связаны с деградацией и истощением земельных ресурсов, сведением лесов, уменьшением генетического разнообразия, загрязнением ландшафтов, ухудшением фитосанитарной обстановки, ухудшением качества воды и воздуха, изменением климата.

При этом именно почвенный покров в большей степени подвергается воздействию, поскольку все процессы, протекающие в агроценозах, взаимосвязаны с трансформацией, аккумуляцией и миграцией веществ в почвах и агроландшафтах.

Распаханность территории во многих районах Омской области достигала 80-90%. Огромные пространства оказывались одним полем. В связи с этими факторами происходит остепнение, опустынивание, и деградация растительного и почвенного покрова [11]. Для преодоления в земледелии этих процессов требуется применение почвозащитных и мелиоративных систем земледелия, что невозможно или затруднено без использования удобрений, мелиорантов, пестицидов.

Современное развитие земледелия заменило естественные фитоценозы на агроценозы, стали применяться удобрения, мелиоранты, средства защиты растений. Ландшафт, под действием земледелия изменился до неузнаваемости. Общая экологическая ситуация в свою очередь во многом определяет уровень продуктивности в агроценозах, поэтому приемы получения высоких урожаев хорошего качества должны учитывать возрастающее воздействие всего хозяйственного комплекса на окружающую среду.

Научно-технический прогресс резко усилил техническую нагрузку на биосферу. По этой причине в настоящее время большинство культурных

ландшафтов, включая агроценозы, в той или иной степени загрязнены различными экотоксикантами. В число наиболее значимых включают тяжелые металлы, радионуклиды и остатки пестицидов.

В связи с изменением состояния биосферы под влиянием деятельности человека необходима система наблюдений. Такую систему в настоящее время общепринято называть мониторингом.

Мониторинг – это система наблюдений, оценки и прогноза состояния природной среды, не включающая управление качеством окружающей среды, но дающая необходимую информацию для такого управления и выработки методов защиты окружающей среды. Агроэкологический мониторинг является важной составляющей общей системы мониторинга и представляет собой систему наблюдений и контроля за состоянием и уровнем загрязнения агроэкосистем в процессе интенсивной, сельскохозяйственной деятельности [5, 6, 10].

Различие объектов агроэкологического мониторинга требует применения различных способов для его осуществления. При сплошном мониторинге используется метод агрохимических обследований земель хозяйств, проводимых в Омской области ФГБУ «ЦАС «Омский» и ФГБУ «САС «Тарская». Агроэкологическое обследование земель хозяйств области остается одним из главных оценочных показателей как положительных, так и отрицательных воздействий антропогенного характера.

В наше время общий вид и внутреннее содержание почвенного покрова, и каждой почвы в частности характеризуются сложным комплексом взаимосвязанных, а иногда противоречивых, естественных и антропогенных факторов, ведущих вместе с ухудшением природных условий к ухудшению социальной среды жизни населения.

С 1991 года в соответствии с инструктивными материалами МСХ РФ агрохимической службой Омской области было начато обследование почв Омской области на содержание тяжелых металлов. Определялось содержание валовых кислоторас-

творимых форм свинца, кадмия, меди и цинка. С 1997 года к ним добавились ртуть и мышьяк [7].

Омская область хотя и является регионом с высоким техногенным прессингом, но в силу сложившейся инфраструктуры промышленности имеет гораздо меньшую техногенную нагрузку на почву вблизи города и в целом на сельскохозяйственные агроценозы, чем в европейской части России. Объемы выпадения тяжелых металлов на поверхность незначительны и пока не ведут к ухудшению природной среды и качества продукции [8].

Это свидетельствует о необходимости комплексного системного подхода к решению проблем получения экологически безопасной продукции сельского хозяйства.

Одними из приоритетных факторов воздействия на агроэкосистему в сельскохозяйственных ландшафтах являются мелиоранты, минеральные и органические удобрения. Из всех видов минеральных удобрений наибольшее количество тяжелых металлов содержат фосфорные удобрения, наименьшее – азотные и калийные.

Исследователями установлено, что при сбалансированном питании растений путем применения удобрений в их составе преобладают биогенные (жизненно важные) элементы над небιοгенными (токсическими). Вредное воздействие на почву и растения оказывают так называемые балластные элементы, входящие в состав удобрений и мелиорантов, значительная часть которых считается загрязнителями [2, 4, 9]. Применение минеральных удобрений и мелиорантов на различных типах почв десятилетиями и в повышенных дозах не привело к значительному накоплению тяжелых металлов в почвах, грунтах, водах и растениях. Специалисты ФГБУ «Центр агрохимической службы «Омский», проанализировав дозы минеральных удобрений под зерновые культуры, рассчитали поступление тяжелых металлов с азотными, фосфорными и калийными удобрениями в почву (табл. 1).

Таблица 1

Уровень поступления тяжелых металлов в почву с удобрением под зерновые, г/га

Элемент	СО	Сг	Си	Мп	Ni	Pb	Zn	As	Cd
Поступление с удобрениями: азотными	0,11	3,6	2,3	6,6	1,6	0,03	2,6	0,2	0,02
фосфорными	0,05	1,8	0,5	зд	0,4	од	0,7	0,04	0,01
калийными	-	5,5	3,9	-	2,4	1,5	5,8	-	0,2
Суммарные количества тяжелых металлов, вносимых с удобрениями	0,16	10,9	6,7	9,7	4,4	1,63	9Д	0,24	0,23
Увеличилось в почве тяжелых металлов за счет удобрений мг/кг	0,0001	0,004	0,003	0,004	0,002	0,0007	0,004	0,0001	0,0001

Расчеты свидетельствуют о том, что ежегодное поступление тяжелых металлов в почву с удобрениями под зерновые культуры составляет тысячные и десятитысячные доли миллиграмма на килограмм почвы, то есть ничтожно малую часть от фонового содержания [8, 9].

За период наблюдений с 1991 по 2016 год содержание в почвах подвижных форм тяжелых металлов, извлекаемых ацетатно-аммонийным буферным раствором рН 4,8, практически не изменилось. В среднем концентрация подвижных форм свинца в почвах области составляет 0,88-1,03 мг/кг, меди 0,23-0,28 мг/кг и цинка 0,39-0,43 мг/кг соответственно. Таким образом, содержание всех исследуемых элементов на порядок ниже допустимых значений, предусмотренных для подвижных форм тяжелых металлов.

Содержание ртути в почвах Омской области находится на уровне фоновых концентраций и составляет сотые доли от предельно допустимых значений. Мышьяк в почвах находится на уровне ОДК и варьирует в пределах 5-10 мг/кг, что является естественным для почв Западно-Сибирского региона. Однако, в исследуемой растительной продукции его концентрация очень мала, существенно ниже ПДК. Максимальное содержание мышьяка обнаружено в соломе злаковых культур и составляет 0,05 мг/кг.

Применение средств химизации в последние годы сильно сократилось, соответственно снизилось и поступление в почву тяжелых металлов.

Содержание всех исследуемых элементов на порядок ниже предельно допустимых значений, предусмотренных для подвижных форм тяжелых металлов. Учитывая это можно считать, что отсутствует загрязнение почв упомянутыми элементами и, следовательно, вся сельскохозяйственная продукция экологически безопасна.

К одним из основных загрязнителей почвы относят содержание остатков пестицидов. Опасность

пестицидов для окружающей среды состоит прежде всего в том, что подавляющее большинство из них являются синтетическими химическими веществами, не встречающимися в природе.

Мониторинг за содержанием остаточных количеств пестицидов агрохимслужбой области начал осуществляться с середины 70^х годов XX века. Наибольшее внимание уделялось хозяйствам с интенсивным применением пестицидов и пригородным, возделывающим овощные культуры. Остаточные количества пестицидов определяли в хозяйствах с наиболее интенсивным применением пестицидов [5,10]. Результаты обследования за 1996-2009 года показали, что общий уровень загрязненности почв остаточными количествами пестицидов не превышал 9% от числа исследованных проб, при этом содержание обнаруженных остаточных количеств пестицидов было значительно ниже предельно допустимой концентрации. За 2010-2016 годы содержание остаточных количеств пестицидов не было обнаружено ни в одной из исследуемых проб почвы и растениеводческой продукции [7].

Наиболее значительными экотоксикантами считаются радионуклиды, которые являются неуправляемыми и, консервативными поллютантами. Радиоактивность почвы обусловлена содержанием в ней радиоактивных химических элементов. В свою очередь все радионуклиды имеют 2 вида происхождения: искусственные и естественные. Естественная радиоактивность почв вызывается природными радиоактивными изотопами, которые всегда в тех или иных количествах присутствуют в почвах и почвообразующих породах. Она, главным образом, зависит от содержания таких элементов как уран, радий, торий и радиоактивного изотопа калия [12].

Радиологические наблюдения за почвенным и растительным покровом ведутся в Омской области агрохимической службой с 1976 года. Впервые на

основе более чем 20-летних наблюдений, проведенных агрохимической службой Омской области, представляется возможность дать информацию о сложившейся радиологической обстановке на зем-

лях сельскохозяйственного назначения и о содержании радионуклидов в почвах и сельскохозяйственной продукции (табл. 2).

Таблица 2

Среднегодовое содержание радионуклидов в почвах, Бк/кг

Регион	Стронций-90	Цезий-137	Калий-40	Радий-226	Торий-232	Гамма-фон мкР/ч
Омская область	1,2	12,6	356	18,8	22,9	11
В среднем по России	6,5	22,0	520	27	30	-

Результаты многолетних стационарных наблюдений и ежегодных оперативных исследований подтверждают, что содержание естественных радионуклидов в пахотных почвах Омской области не выходят за пределы уровня глобальных выпадений и характеризуется ниже средне российских. Так содержание стронция – 90 в почвах Омской области в среднем составляет 1,2 Бк/кг, а концентрация цезия – 137 составляет 12,6 Бк/кг. Таким образом, учитывая низкое содержание радионуклидов в почве, малое их накопление в сельскохозяйственной продукции, отсутствие случаев превышения ПДК, незначительные коэффициенты перехода в товарную часть, радиационную обстановку в области можно считать спокойной.

Результаты многолетних стационарных наблюдений и ежегодных оперативных исследований показывают, что содержание естественных и искусственных радионуклидов в почвах Омской области не выходит за пределы уровня глобальных выпадений и характеризуется ниже среднероссийских [1, 3].

Таким образом, учитывая низкое содержание радионуклидов в почве, малое их накопление в сельскохозяйственной продукции, отсутствие случаев превышения предельно допустимой концентрации, незначительные коэффициенты их перехода в товарную часть, радиационную обстановку в области можно считать спокойной.

Заключение

Важнейшее направление в решении задачи устойчивого развития сельского хозяйства и всего агропромышленного комплекса – обеспечение простого и расширенного воспроизводства естественного плодородия почв. Пути реализации этого направления надо предусматривать при экологизации сельского хозяйства. В нее должны быть включены борьба с эрозией почв, применение органических удобрений, агролесомелиорация, культуртехническая мелиорация, травосеяние, известкование кислых почв, минимизация техногенного воздействия на почвы, почвозащитные технологии, биологические методы защиты растений, оптимальные севообороты, чистые пары и т.д.

Детальное обследование почв Омской области свидетельствует о благоприятной агроэкологической ситуации в отношении содержания в них тяжелых металлов.

Несмотря на низкий уровень содержания в почвах Омской области тяжелых металлов, благоприятную обстановку в отношении радионуклидов и остатков пестицидов в почвах и растительной продукции, необходимость агроэкологического мониторинга по этим и другим показателям очевидна, так как для принятия своевременных профилактических мер важно располагать системой раннего обнаружения изменений в природных экосистемах и агроландшафтах.

Литература

1. Бобренко И.А., Красницкий В.М., Шмидт А.Г., Матвейчик О.А., Агроэкологический мониторинг почв на правом берегу Иртыша лесостепной зоны Омской области // Плодородие. 2016. №3. С. 33 – 36.
2. Бобренко И.А. Оптимизация минерального питания кормовых, овощных культур и картофеля на черноземах Западной Сибири: дис. доктора с.-х. наук. Омск, 2004. 446 с.
3. Бобренко И.А., Матвейчик О.А. Радиологическое состояние земель сельскохозяйственного назначения и продукции растениеводства лесостепи Омской области // Вестник Красноярского ГАУ. 2016. №8. С. 45 – 52.
4. Ермохин Ю.И., Бобренко И.А. Оптимизация минерального питания сельскохозяйственных культур (на основе системы «ПРОД»): монография. Омск: Изд-во ФГОУ ВПО ОмГАУ, 2005. 284 с.
5. Красницкий В.М. Агрохимическая и экологическая характеристики почв Западной Сибири: монография. Омск: ОмГАУ, 2002. 144 с.
6. Красницкий В.М. Агроэкологическая оценка агроценозов: монография. Омск: ОмГАУ, 2001. 68 с.

7. Красницкий В.М., Аверина Г.Д. Становление и развитие агрохимической службы // На благо земли Омской: сб. материалов к 45-летию агрохимической службы / Под ред. В.М. Красницкого. ФГУ ЦАС «Омский». Омск: Вариант. Омск, 2009. С. 17 – 31.
8. Красницкий В.М. Оценка и прогнозирование техногенного загрязнения почв // Весник ОмГАУ. 1999. №2. С. 31 – 35.
9. Красницкий В.М. Эколого-агрохимическая оценка плодородия почв и эффективности применения удобрений в Западной Сибири: дис. ... доктора с-х. наук. Омск, 2002. 52 с.
10. Методологические указания по проведению комплексного агрохимического обследования почв и сельскохозяйственных угодий. М.: ЦНТИР Минсельхозпрома РФ, 1994. 96 с.
11. Рейнгард Я.Р. Деградация почв экосистем юга Западной Сибири: монография. Лодзь – Польша, 2009. 636 с.
12. Фокин Н.Д. Проблема антропогенных загрязнений почв // Почвоведение. 1989. №10. С. 85 – 93.

References

1. Bobrenko I.A., Krasnickij V.M., Shmidt A.G., Matvejchik O.A., Agrojekologicheskij monitoring pochv na pravom beregu Irtysha lesostepnoj zony Omskoj oblasti // Plodorodie. 2016. №3. S. 33 – 36.
2. Bobrenko I.A. Optimizacija mineral'nogo pitaniya kormovyh, ovoshnyh kul'tur i kartofelja na chernozemah Zapadnoj Sibiri: dis. doktora s.-h. nauk. Omsk, 2004. 446 s.
3. Bobrenko I.A., Matvejchik O.A. Radiologicheskoe sostojanie zemel' sel'skohozjajstvennogo naznachenija i produkcii rastenievodstva lesostepi Omskoj oblasti // Vestnik Krasnojarskogo GAU. 2016. №8. S. 45 – 52.
4. Ermohin Ju.I., Bobrenko I.A. Optimizacija mineral'nogo pitaniya sel'skohozjajstvennyh kul'tur (na osnove sistemy «PROD»): monografija. Omsk: Izd-vo FGOU VPO OmGAU, 2005. 284 s.
5. Krasnickij V.M. Agrohimičeskaja i jekologičeskaja harakteristiki pochv Zapadnoj Sibiri: monografija. Omsk: OmGAU, 2002. 144 s.
6. Krasnickij V.M. Agrojekologičeskaja ocenka agrocenozov: monografija. Omsk: OmGAU, 2001. 68 s.
7. Krasnickij V.M., Averina G.D. Stanovlenie i razvitie agrohimičeskoj sluzhby // Na blago zemli Omskoj: sb. materialov k 45-letiju agrohimičeskoj sluzhby / Pod red. V.M. Krasnickogo. FGU CAS «Omskij». Omsk: Variant. Omsk, 2009. S. 17 – 31.
8. Krasnickij V.M. Ocenka i prognozirovanie tehnogennoho zagrjaznenija pochv // Vesnik OmGAU. 1999. №2. S. 31 – 35.
9. Krasnickij V.M. Jekologo-agrohimičeskaja ocenka plodorodija pochv i jeffektivnosti primenenija udobrenij v Zapadnoj Sibiri: dis. ... doktora s.-h. nauk. Omsk, 2002. 52 s.
10. Metodologičeskie ukazaniya po provedeniju kompleksnogo agrohimičeskogo obsledovanija pochv i sel'skohozjajstvennyh ugodij. M.: CNTIR Minsel'hozproma RF, 1994. 96 s.
11. Rejngard Ja.R. Degradacija pochv jekosistem juga Zapadnoj Sibiri: monografija. Lodz' – Pol'sha, 2009. 636 s.
12. Fokin N.D. Problema antropogennyh zagrjaznenij pochv // Pochvovedenie. 1989. №10. S. 85 – 93.

*Krasnitsky V.M., Doctor of Agricultural Sciences (Advanced Doctor), Professor, Director,
Shmidt A.G., Head of Department,
Matveychik O.A., Head of the Laboratory,
Federal State Budgetary Institution "Center for Agrochemical Service" Omsk"*

IMPORTANT ENVIRONMENTAL PROBLEMS OF AGRICULTURE IN AGRICULTURE

Abstract: the work marked the most significant environmental problems of agriculture in agriculture in Omsk region. We identified the main sources of environmental pollution in animal husbandry and agriculture. Based on the analytical data the effect of toxicants on soil cover and plant products. Consider ways to minimize the impact of ecotoxicants on living organisms and humans.

Keywords: Omsk Region, agriculture, degradation, heavy metals, pesticides, radionuclides

Кудрявцев Н.А., доктор сельскохозяйственных наук,
кандидат биологических наук, зав. лабораторией,
Зайцева Л.А., кандидат сельскохозяйственных наук,
ведущий научный сотрудник,
Всероссийский научно-исследовательский институт льна,
Мигачев Д.Ю., генеральный директор,
ООО «ЭкоТех»

ЭКОЛОГИЗИРОВАННОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНОГО ПРЕПАРАТА АРТАФИТ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЛЬНА И КОНОПЛИ

Аннотация: испытан индуктор фитосанитарной устойчивости культурных растений льна и конопли – Артафит, обеспечивающий высокий агроэкологический уровень защиты растений. В 2014-2016 гг. обработка им семян и посевов льна в производственной обстановке СПК «Восток» Гагаринского р-на Смоленской области существенно снизила проявление возбудителей болезней (*Bacillus macerans* Schard., *Colletotrichum lini* Manns et Bolley, *Ozonium vinogradovi* Kudr.) и сорняков, повысила урожайность льнопродукции, обеспечив экономический эффект нового варианта, по сравнению со стандартным, + 15 846 руб./га. Разработаны технологические регламенты применения препарата Артафит при обработке семян и посевов льна и конопли.

Ключевые слова: лен, конопля, индуктор фитосанитарной устойчивости, протравливание, гербицид, эффективность, сохранение урожая

Введение

Лен и конопля должны оставаться для России стратегическими сельскохозяйственными культурами. Это сырье незаменимо во многих отраслях промышленности и медицины. Наша задача – увеличить выход конкурентоспособной продукции лубяных культур за счет повышения их урожайности и качества на основе широкого применения на практике инновационных разработок, достижений науки.

Препятствия на пути ее решения – неинфекционные и паразитарные болезни, вредители и сорняки льна и конопли. Фитосанитарная стабилизация льноводства и коноплеводства может быть достигнута при подборе таких мер контроля болезней, повреждений и засорений культурных растений, которые, не нарушая существенных природных взаимосвязей живых организмов агроэкосистем, направляют их в желательную для достижения требуемого результата сторону, содействуют саморегуляции биоценозов.

Кроме общих вопросов экологизации и охраны природы при возделывании льна и конопли важно учитывать, что волокно и семена этих культур используются как незаменимое сырье для производства тканей и материалов, имеющих особые гигиенические, стратегические технологические свойства (в частности, перевязочных средств в медицине, ракетного, торпедного топлива, взрывчатых веществ в ВПК, лекарственных препаратов, масла пищевого и специального назначения). Эта продукция должна быть качественной и не должна содержать выше допустимого уровня остаточные количества пестицидов [Кудрявцев, Зайцева, 2014; 2016].

Повышение устойчивости культурных растений к болезням и другим стрессовым факторам достигается различными способами, важнейшими из которых являются оптимизация минерального питания, внедрение сортов, приспособленных к конкретным природным зонам и использование регуляторов роста растений (РРР) – антистрессовых соединений различной природы [Рассохин, 2008; Шаповал, Вакуленко, Прусакова, 2008; Нилловская, Осипова, 2009].

Стрессы, возникающие на отдельных этапах органогенеза, приводят к нарушению метаболических функций, генеративного развития, повреждению структур, и в результате, снижению продуктивности растений. Применение соединений, индуцирующих комплекс защитных реакций, нивелирует негативное воздействие неблагоприятных факторов и способствует сохранению урожая сельскохозяйственных культур [Чирков, 2009; Вихрева, Лебедева, Надёжка, 2011].

Полифункциональный препарат Артафит – новое эффективное средство для рационализации мер фитосанитарной стабилизации возделывания льна и конопли, контроля их болезней, вредителей и сорняков на экологически и экономически приемлемом уровне.

Научная новизна наших предложений заключается в приоритете разработанных способов обработки препаратом Артафит семян и посевов льна и конопли при возможности его сочетания с другими пестицидами.

Народнохозяйственная значимость разработки определяется возможностью модернизации и рационализации элементов систем защиты льна и конопли от болезней, вредителей и сорняков при

замене некоторых опасных для человека и природы пестицидов новым гораздо более безопасным препаратом и вследствие этого – повышении уровня охраны природы в РФ.

Методы и условия НИР

Полевой трехлетний эксперимент был проведен в 2014-2016 гг. на базе Всероссийского научно-исследовательского института льна в Торжокском районе Тверской области. Он предусматривал контроль (без обработки семян), стандартные варианты (с обработкой семян ТМТД /4 л/т/ и посевов – гербицидами без регулятора роста), а также новые варианты обработки семян и посевов льна с использованием препарата Артафит.

Методологию эксперимента предписывали методические указания по проведению полевых опытов со льном-долгунцом [ВНИИЛ, 1978], по регистрационным испытаниям пестицидов [ВИЗР, 2009]. Постановка опыта и статистико-агрономическая оценка его результатов уточнялись в соответствии с методикой научной агрономии [Кирюшин, 2004; 2005]. Учетная площадь каждой делянки полевого эксперимента 2014-2016 гг. – 25 м². Расположение делянок – рандомизированное, повторность – четырехкратная.

Почва на участках опыта – дерново-подзолистая, легкосуглинистая, среднекислая, со средним содержанием подвижного фосфора и калия. Агротематологические условия вегетационных периодов 2014-2016 гг. были близкими к оптимальным для возделывания льна (ГТК /по Т.Г. Селянинову/ составлял 1,4-1,6).

Агротехника возделывания льна в полевом опыте была общепринятая для зоны. Предшественником льна в севообороте были многолетние травы. Основная обработка почвы: после уборки предшественника – лущение жнивья и зяблевая вспашка. Весенняя обработка почвы складывалась из ранней и предпосевной культивации в 1 след с последующим боронованием в 2 следа перед посевом льна. Способ уборки и учета урожая культуры: ручное тербление льна (с вязкой в снопы) со всей учетной площади каждой делянки опыта, сушка снопов, поделаноchnый обмолот, очистка семян; сплошной учет урожая с пересчетом массы продукции после взвешивания на 100%-ную чистоту, 12%-ную влажность семян и 19%-ную влажность льносоломы.

Основные исследования проводили на сорте льна-долгунца «Ленок». Он выведен во ВНИИЛ методом гибридизации с последующим отбором на инфекционном фоне. Включен в Госреестр по Северо-Западному, Волго-Вятскому и Западно-Сибирскому регионам. Имеет следующие сортовые признаки: лист ланцетный, зеленый; лепесток голубой; пыльник синий; рыльце

голубое; коробочка шаровидная, светло-желтая; семена коричневые; масса 1000 семян в среднем 4,8 г. Сорт среднеспелый, высокоурожайный по семенам и волокну, высоковолокнистый (содержание волокна в стебле до 32,4%), считается устойчивым к ржавчине и фузариозу.

Сроки применения изучаемых средств защиты растений при обработке: - семян – за неделю до посева (в начале мая каждого года); - посевов - в фазу “елочки” льна (в июне 2014-2016 гг.). Способы применения: - обработка (инкрустирование) семян растворами (суспензиями) препаратов Артафит и ТМТД /стандарт/; - опрыскивание посевов в фазе “елочки” льна рабочими растворами композиций регулятора роста Артафит с гербицидами (Кортес /5 г/га/ + Хармони /10 г/га/ + Тарга Супер /1,5 л/га/); в контрольном варианте обработки посевов – опрыскивание теми же гербицидами без регулятора роста. Используемая аппаратура: - ручной протравочный аппарат; - ранцевый опрыскиватель “Рapid”. Расход рабочей жидкости: - для обработки семян - 10 л/т; - для обработки посевов - 200 л/га.

Из болезней льна в процессе исследований существенно проявились: антракноз (возб. *Colletotrichum lini* Manns et Bolley), крапчатость /озониоз/ (в. *Ozonium vinogradovi* Kudr.), бактериоз (в. *Bacillus macerans* Schr.).

Из вредителей-фитофагов ежегодно была заметна блошка льняная (*Aphthona euphorbiae* Schr.).

В посевах льна присутствовали двудольные и злаковые сорняки [торица обыкновенная (*Spergula vulgaris* Boen. /=*S. arvensis vulgaris* M. et K./), ромашка обыкновенная (*Matricaria chamomila* L.), марь белая (*Chenopodium album* L.), осот полевой (*Sonchus arvensis* L.), бодяк щетинистый /мягкощетинистый/ (*Cirsium setosum* M.B. /=*C. arvense* var. *mite* Wimm. et Grab. / = *C. arvense* var. *setosum* Koch./), пырей ползучий (*Agropyrum repens* P. B. – для льноводства проблемное растение, против которого мы разрабатываем химические и биологические меры контроля, в частности, использование поражения его головней, вызываемой грибом *Urocystis agropyri* /P./ S.), ежовник петуший /= просо куриное/ (*Echinochloa crus galli* R. et Sch. /= *Panicum crus galli* L.) и др.].

Артафит, по результатам испытаний, показал уникально высокую фунгицидную, бактерицидную, ростстимулирующую, антистрессовую эффективность. Являясь экзогенным индуктором устойчивости растений к различным стрессовым факторам, он в установленных нормах применения активизировал прорастание семян, улучшал показатели их зараженности болезнями, всхожести, длины и массы проростков.

При фитопатологических учетах в поле выявлена достоверная эффективность обработки семян Артафитом и его композиций с ТМТД – против болезней льна: пораженность всходов антракнозом снизилась в среднем за 3 года – в 25 раз; крапчатостью – в 22 раза – в чистом виде и до 100% – в смеси; против бактериоза тоже достигнута практически 100%-ная эффективность.

Энтомологические учеты показали, что обработка семян этим препаратом обеспечила снижение поврежденности всходов льна блошкой льняной, по сравнению с контролем, – в среднем за 3 года – на 1,8 балла.

Обработка семян и посевов льна Артафитом положительно влияла на полевую всхожесть, густоту стеблестоя, высоту и массу культурных растений, в конечном счете – статистически достоверно – на урожайность соломы и семян льна.

Кроме испытаний в вышепредставленном опыте, препарат Артафит дополнительно с положительными результатами изучался в условиях производства Смоленской обл.: СПК КХ «Восток» Гагаринского р-на (в 2014-2016 гг. – при обработке семян, высеянных на площади 600 га и посевов на этой площади) и ООО «Колхоз Новосельский» Вяземского р-на (в 2015 г. – при обработке посевов на площади 10 га.

Использование Артафита обеспечивает устойчивость растений льна к абиотическим и биотическим стрессовым факторам, в т.ч. неинфекционным, грибным и бактериальным болезням, повышает эффективность гербицидов при сниженных нормах их расхода.

В качестве гербицидов могут использоваться различные композиция препаратов: например, Кортес (хлорсульфурон), Хармони или Тифи (тифенсульфурон-метил), Секатор Турбо (амидо-сульфурон + йодосульфурон-метил-натрий + мефенпир-диэтил) и др. – против двудольных сорняков; в случае засорения посевов злаковыми сорняками – Тарга Супер (хизалофоп-П-этил), Пантера (квизалофоп-П-тефурил) или другие граминициды.

Разработанные новые меры применения на льне экологически и экономически приемлемых средств защиты растений отличаются невысокими затратами на их реализацию. Они предусматривают снижение норм расхода препаратов, совмещение компонентов-синергистов, что обеспечивает не только рациональный фитосанитарный эффект, но и повышение количественных, качественных показателей урожая льнопродукции, снижение пестицидной нагрузки на окружающую среду.

Изученный биологически активный препарат Артафит оказал положительное влияние на повышение качества льнопродукции. Предлагаемые

варианты обработки семян и посевов льна обеспечивают снижение содержания пестицидов в объектах природы, т.к. опасные для животных организмов протравители семян (в частности, ТМТД) заменяются на практически безопасный полимерный препарат (или снижаются нормы расхода фунгицидов /ТМТД, тебуконазол и др./), а при опрыскивании посевов с его помощью снижаются нормы расхода гербицидов.

Рекомендованная, как результат данной НИР, – инкрустация семян льна препаратом Артафит (взамен протравливания семян токсичными /для нецелевых объектов природы и человека/ химическими препаратами в больших нормах расхода) – реализована в 2014-2016 гг. на оборудовании СПК КХ «Восток» в объеме 60 тонн семян, посеянных на площади полей 600 га. Посевы льна были дополнительно обработаны вышеуказанным препаратом совместно с гербицидами в оптимально-сниженных нормах расхода.

Обработка семян и посевов льна препаратом Артафит в производственной обстановке существенно снизила проявление болезней культурных растений и повысила урожайность льнопродукции, обеспечив экономический эффект нового варианта, по сравнению со стандартным, + 15 846 руб./га (на всей площади внедрения + 9 507 600 руб.).

Кроме того, в регионах применения препарата Артафит достигался социальный эффект: повышение уровня охраны природы, улучшение и оздоровление условий труда, снижение трудовых и материально-технических затрат на производство льнопродукции.

Технологические регламенты применения препарата Артафит при обработке семян и посевов льна и конопли проиллюстрированы таблицей.

Используемая аппаратура: - стандартные протравочные аппараты (ПС-5, ПС-10А, «Робер» и др.); - опрыскиватели полевые штанговые (прицепные агрегаты /ОП-2000-2-01, ОПШ-15М и др.) благодаря большой вместимости баков позволяют сократить технологические простои, связанные с заправкой рабочей жидкости; на небольших полях целесообразнее применять навесные опрыскиватели /ОНШ-600-12, ОМ-630-2, ОМП-601 и др./). В льносеющих хозяйствах рекомендуется крупнокапельное опрыскивание с применением целевых распылителей, позволяющих сократить расход воды (например, распылители ИДК-120-015 (воздушно-инжекторные с пониженным расходом жидкости) по сравнению с ST-110-04 (стандартными) позволяют сократить расход воды от 200 до 75 л/га без снижения эффективности применения средств защиты растений.

Таблица 1

Регламенты применения препарата Артафит для обработки семян и посевов льна и конопли

Торговое название, препаративная форма, регистрант	Норма применения препарата	Культуры	Назначение, вредные объекты	Способ применения
АРТАФИТ, ВРК, (полидиаллил-диметиламмоний хлорид, 100 г/л), ООО НПИЦ «БиоГрадис»	0,10-0,15 л/т	Лен, конопля	Повышение устойчивости растений льна и конопли к стрессовым факторам (в т.ч. к болезням); повышение всхожести семян, густоты стеблестоя льна, урожайности и качества волокнистой продукции и семян любяных культур.	Инкрустирование семян водным раствором препарата (или его смесь с рекомендованными протравителями семян) (5-10 л/т)
	0,10-0,15л/га	То же	То же	Опрыскивание посевов в фазе «елочки» льна и фазе «двух пар листьев» конопли водным раствором (или в композиции с рекомендованными гербицидами) (75-300 л/га)

Литература

1. ВИЗР. Методические указания по испытанию фунгицидов в сельском хозяйстве. С.-Пб.: ВИЗР. 2009. С. 159 – 173.
2. Вихрева В.А., Лебедева Т.Б., Надёжка Е.В. Применение антистрессовых препаратов при гербицидной обработке в посевах ярового ячменя // Агрохимия. 2011. №5. С.46 – 53.
3. ВНИИЛ. Методические указания по проведению полевых опытов со льном-долгунцом // Торжок: ВНИИЛ. 1978. 72 с.
4. Кирюшин Б.Д. Введение в опытное дело и статистическую оценку // Методика научной агрономии. Часть 1. М.: МСХА. 2004. 168 с.
5. Кирюшин Б.Д. Постановка опытов и статистико-агрономическая оценка их результатов // Методика научной агрономии. Часть 2. М.: МСХА. 2005. 200 с.
6. Кудрявцев Н.А., Зайцева Л.А. Эффективные средства защиты льна и технологии их применения: методические рекомендации. Тверь: Твер. гос. ун-т. 2014. С. 4.
7. Кудрявцев Н.А., Зайцева Л.А. Усовершенствованные технологии в льноводстве. Тверь: Твер. гос. ун-т. 2016. С. 23.
8. Ниловская Н.Т., Осипова Л.В. Приёмы управления продукционным процессом яровой пшеницы агрохимическими средствами в условиях засухи. М. 2009. 175 с.
9. Рассохин В.В. Действие регуляторов роста на урожайность яровой пшеницы и микрофлору почвы // Агрохимия и экология: история и современность. Н.Новгород. 2008. Т. 2 С. 176 – 179.
10. Чирков С.В. Влияние приёмов использования регуляторов роста на урожайность яровой пшеницы: автореф. ... канд. с.-х. наук. Пермь. 2009. 17 с.
11. Шаповал О.А., Вакуленко В.В., Прусакова Л.Д. Регуляторы роста растений. М. 2008. С. 54 – 87.

References

1. VIZR. Metodicheskie ukazaniya po ispytaniyu fungicidov v sel'skom hozjajstve. S.-Pb.: VIZR. 2009. S. 159 – 173.
2. Vihreva V.A., Lebedeva T.B., Nadjozhka E.V. Primenenie antistressovyh preparatov pri gerbicidnoj obrabotke v posevah jarovogo jachmenja // Agrohimiya. 2011. №5. S.46 – 53.

3. VNIIL. Metodicheskie ukazaniya po provedeniju polevyh opytov so l'nom-dolguncom // Torzhok: VNIIL. 1978. 72 s.
4. Kirjushin B.D. Vvedenie v opytное delo i statisticheskuju ocenku // Metodika nauchnoj agronomii. Chast' 1. M.: MSHA. 2004. 168 s.
5. Kirjushin B.D. Postanovka opytov i statistiko-agronomicheskaja ocenka ih rezul'tatov // Metodika nauchnoj agronomii. Chast' 2. M.: MSHA. 2005. 200 s.
6. Kudrjavcev N.A., Zajceva L.A. Jeffektivnye sredstva zashhity l'na i tehnologii ih primeneniya: metodicheskie rekomendacii. Tver': Tver. gos. un-t. 2014. S. 4.
7. Kudrjavcev N.A., Zajceva L.A. Uovershenstvavannye tehnologii v l'novodstve. Tver': Tver. gos. un-t. 2016. S. 23.
8. Nilovskaja N.T., Osipova L.V. Prijomy upravleniya produkcionnym processom jarovoj pshenicy agrohimičeskimi sredstvami v uslovijah zasuhi. M. 2009. 175 s.
9. Rassohin V.V. Dejstvie reguljatorov rosta na urozhajnost' jarovoj pshenicy i mikrofloru pochvy // Agrohimiya i jekologija: istorija i sovremennost'. N.Novgorod. 2008. T. 2 S. 176 – 179.
10. Chirkov S.V. Vlijanie prijomov ispol'zovanija reguljatorov rosta na urozhajnost' jarovoj pshenicy: avtoref. ... kand. s.-h. nauk. Perm'. 2009. 17 s.
11. Shapoval O.A., Vakulenko V.V., Prusakova L.D. Reguljatory rosta rastenij. M. 2008. S. 54 – 87

*Kudryavtsev N.A., Doctor of Agricultural Sciences (Advanced Doctor),
Candidate of Biological Sciences (Ph.D.), Head of laboratory,
Zaitseva L.A., Candidate of Agricultural Sciences (Ph.D.),
Leading Research Officer,
All-Russian Scientifically Research Institute of Flax,
Migachev D.U., Director General,
OOO «EcoTekh» (Limited Liability Company)*

ECOLOGICAL APPLICATION OF HIGHMOLECULAR PREPARATION ARTAFIT FOR PROCESSING FLAX AND HEMP CULTIVATION

Abstract: the high efficiency of processing flax and hemp seeds of the inductor phytosanitary sustainability - Artafit against diseases of germination of flax mottle (*Bacillus macerans* Schard., *Colletotrichum lini* Manns et Bolley, *Ozonium vinogradovi* Kudr.) was educed. In 2014-2016, the using of this scheme in the CPK "Vostok" of Gagarinsky district of Smolensk region of flax gave the economic effect +15 4846 rbl/ha higher comparing with the baseline option.

Keywords: flax, hemp, inductor phytosanitary sustainability, incrustation, herbicide, efficiency, preserved yield

*Кузнецова М.А., кандидат биологических наук,
Рогожин А.Н., кандидат сельскохозяйственных наук,
Демидова В.Н., кандидат биологических наук,
Сметанина Т.И., научный сотрудник,
Денисенко И.А., аспирант ВНИИФ,
ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский
институт фитопатологии*

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕНИЯ ИЗАБИОН НА КАРТОФЕЛЕ

Аннотация: применение органоминерального удобрения Изабион в смеси фунгицидами в большей степени снижает поражённость растений картофеля альтернариозом и фитофторозом по сравнению с применением только фунгицидов, повышает урожайность картофеля и обеспечивает выравненность урожая и больший выход товарной продукции.

Ключевые слова: картофель, сорт, фитофтороз, альтернариоз, Изабион, фунгициды, урожай, товарность клубней

В последние десятилетия во многих странах мира при промышленном производстве картофеля стали широко применять некорневой способ внесения удобрений (Немкович А.И., 2008). Главное преимущество данного приема – быстрая доставка питательных веществ в наиболее важные периоды развития культуры, как например, начало образования клубней, их рост и накопление урожая, а также когда растение испытывает стресс, вызванный резким перепадом температур, засухой, избыточным увлажнением и пр. Данный способ является самым быстрым способом устранения дефицита питательных веществ, т.к. их поглощение листьями и стеблями происходит намного эффективнее, чем корневой системой (Рак М.В. и др., 2007). Например, видимый дефицит магния или железа (хлороз) быстро устраняется листовым внесением удобрений, содержащих эти элементы. Кроме того, их можно сочетать со средствами защиты растений (гербицидами, инсектицидами, фунгицидами) (Рябцева Т.В. и др., 2005). Вместе с тем, известно, что эффективность некорневой подкормки методом опрыскивания растений простым раствором солей макро- и микроэлементов низка, поскольку только небольшая часть питательных элементов проникает в ткани листа. По этой причине растет потребность производителей в удобрениях, характеризующихся большей усвояемостью и активностью поглощения растением.

Ассортимент удобрений для некорневого внесения на российском рынке год от года становится шире: в настоящее время рынок удобрений представлен большим количеством наименований, а перечень зарегистрированных торговых марок в «Государственном каталоге пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к

применению на территории Российской Федерации» продолжает расширяться. Многие агрохимикаты являются достаточно схожими по составу и имеют незначительные отличия друг от друга. Важным критерием выбора того или иного препарата для дальнейшего его использования в качестве некорневой подкормки является его биологическая эффективность.

Сравнительно недавно в России получил регистрацию препарат Изабион, ВР, представляющий собой органическое удобрение для применения на различных сельскохозяйственных культурах, в том числе и на картофеле. Изабион, ВР относится к удобрениям последнего поколения, широко применяемым практически на всех культурах в Европе, Латинской Америке и Азии. Показано, что Изабион обеспечивает растение необходимыми легкоусвояемыми аминокислотами и пептидами, обладает отличной совместимостью с пестицидами (за исключением препаратов на основе меди), а также характеризуется быстрой абсорбцией и системным передвижением в растении.

Во ВНИИ фитопатологии первая серия экспериментов по изучению влияния Изабиона на растения картофеля была проведена в 2009-2011 гг. (Кузнецова М.А. и др., 2011).

В 2012-2014 гг. опыты были продолжены с целью изучения влияния препарата Изабион на степень пораженности растений картофеля фитофторозом и альтернариозом, а также на урожайность и качество клубней.

Материалы и методы

Исследования проводили на экспериментальном поле ВНИИФ «Раменская Горка», расположенном в Одинцовском районе Московской области.

Для исследований был использован восприимчивый к фитофторозу и альтернариозу сорт Ред Скарлетт.

Опытные делянки были рендомизированно размещены в массиве картофеля. Размер каждой делянки – 40 м², повторность – 4х-кратная.

Агротехнические мероприятия по уходу за опытными растениями включали: зяблевую вспашку, весновспашку, предпосадочную нарезку борозд.

Под предшественик вносили 60 т/га органических удобрений и перед посадкой

картофеля – минеральные удобрения в дозе от 50 до 80 кг/га по д.в., проводили предвсходовую обработку гербицидами на основе метрибузина (300 г/га) + римсульфуона (20 г/га).

Изабион в дозе 2 л/га применяли в баковой смеси с фунгицидами: первую обработку Изабионом проводили при высоте растений картофеля 15 см, вторую – в период цветения картофеля, третью – через 10-14 дней после второй.

Схемы обработок, проведенных в 2012-2014 гг. приведены в таблице ниже.

Таблица 1

Схемы применения Изабиона, ВР и фунгицидов, ВНИИФ, 2012-2014 гг.

Вариант, №	№ обработки растений				
	1	2	3	4	5
2012 г.					
1	Ширлан, СК – 0,4 л/га	Ридомил Голд МЦ, ВДГ – 2,5 кг/га	Ревус Топ, СК – 0,6 л/га	Ревус, СК – 0,6 л/га	Ширлан, СК – 0,4 л/га
2	Ширлан, СК – 0,4 л/га + Изабион, ВР – 2 л/га	Ридомил Голд МЦ, ВДГ – 2,5 кг/га + Изабион, ВР – 2 л/га	Ревус Топ, СК – 0,6 л/га	Ревус, СК – 0,6 л/га + Изабион, ВР – 2 л/га	Ширлан, СК – 0,4 л/га
3	Контроль (без обработки)				
2013 г.					
1	Ридомил Голд МЦ, ВДГ – 2,5 кг/га	Ридомил Голд МЦ, ВДГ – 2,5 кг/га	Ревус Топ, СК – 0,6 л/га	Ревус Топ, СК – 0,6 л/га	Ширлан, СК – 0,4 л/га
2	Ридомил Голд МЦ, ВДГ – 2,5 кг/га + Изабион, ВР – 2 л/га	Ридомил Голд МЦ, ВДГ – 2,5 кг/га + Изабион, ВР – 2 л/га	Ревус Топ, СК – 0,6 л/га	Ревус Топ, СК – 0,6 л/га + Изабион, ВР – 2 л/га	Ширлан, СК – 0,4 л/га
3	Контроль (без обработки)				
2014 г.					
1	Ширлан, СК – 0,4 л/га	Ридомил Голд МЦ, ВДГ – 2,5 кг/га	Ридомил Голд МЦ, ВДГ – 2,5 кг/га	Ревус Топ, СК – 0,6 л/га	Ширлан, СК – 0,4 л/га
2	Ширлан, СК – 0,4 л/га + Изабион 2 л/га	Ридомил Голд МЦ, ВДГ – 2,5 кг/га + Изабион 2 л/га	Ридомил Голд МЦ, ВДГ – 2,5 кг/га	Ревус Топ, СК – 0,6 л/га + Изабион 2 л/га	Ширлан, СК – 0,4 л/га
3	Контроль (без обработки)				

Учеты пораженности растений картофеля фитофторозом и альтернариозом проводили от даты проявления болезней до отмирания листьев через каждые 7-10 дней по шкале Британского микологического общества (James W.C., 1972). На основе учетов пораженности ботвы в поле вычисляли потери урожая. Площадь под кривой вычисляли с помощью компьютерной программы «Потери» (Кузнецова М.А., 2000); при уборке урожая оценивали урожайность и товарность клубней. Полученный экспериментальный материал подвергался математической обработке

методом статистического анализа при 95% уровне достоверности (Доспехов Б.А., 1985).

Результаты

В 2012 г. погодные условия в Московской области способствовали эпифитотийному развитию фитофтороза. Поражение растений альтернариозом в этот год было слабым, не превышало 1 %. В этой связи именно поражение фитофторозом оказывало наибольшее влияние на урожай и качество клубней картофеля. Первые фитофторозные пятна были отмечены в контроле 29 июня; в варианте 1, где растения были защищены фунгицидами, за-

держка проявления болезни составила 7 дней, в варианте 2, где применяли баковую смесь фунгицида с препаратом Изабион, ВР – 12 дней. В дальнейшем наблюдалось также некоторое сдерживающее влияние баковой смеси на развитие фитофтороза, по сравнению с применением только фунгицидов (вар. 1). Интегральный показатель развития болезни – площадь под кривой, был достоверно ниже, чем в варианте 1, где растения защищали только фунгицидами (рис. 2). Прибавка урожая составила 35 ц/га, товарность клубней повышена на 13%. При сравнении с незащищенным контролем (вар. 3), было отмечено увеличение урожайности на 141 ц/га, товарность клубней – на 40% (рис. 3).

В 2013 году погодные условия в Московской области были благоприятными для проявления и дальнейшего развития фитофтороза и альтернариоза картофеля. Наблюдалось достаточно раннее появление фитофтороза (первая декада июля). Альтернариозные пятна на контрольных растениях были обнаружены в первой декаде августа. Резкое нарастание пораженности ботвы болезнями по времени совпало с интенсивным ростом клубней. Во второй декаде августа степень пораженности растений на необработанных делянках составила 100% (рис. 4). При таком характере развития болезней применение баковой смеси фунгицид+Изабион (вар. 2) в большей степени сдерживало развитие фитофтороза и альтернариоза по сравнению с использованием только фунгицида (вар. 1) (рис. 4 и 5). Прибавка урожая во втором варианте опыта составила 35 ц/га, товарность клубней повышена на 7%, по сравнению с вариан-

том без Изабиона (вар. 1). При сравнении с незащищенным контролем (вар. 3), урожайность повысилась на 260 ц/га, а товарность клубней – на 42% (рис. 6).

В 2014 погодные условия складывались благоприятно для развития альтернариоза и именно это заболевание оказало наибольшее влияние на урожай и качество клубней картофеля. Применение препаратов Ридомил Голд МЦ (2 обр.) и Ревус Топ (2 обр.) в период вегетации растений в рекомендуемых дозах эффективно сдерживало развитие альтернариоза, по сравнению с контролем (без обр.). Однако наибольшая эффективность в защите посадок картофеля от альтернариоза была получена при использовании указанных фунгицидов в баковой смеси с Изабионом ВР (рис. 7). По сравнению с контролем, площадь под кривой развития болезни на ботве уменьшилась на 800 единиц (рис. 8). Прибавка урожая в варианте составила 43 ц/га (рис. 9), товарность клубней повышена на 7% (рис. 9).

Таким образом, результаты трех лет испытаний, полученные при различных погодных условиях свидетельствуют о достаточно высокой защитной активности испытываемых препаратов против фитофтороза и альтернариоза, однако, применение их в баковой смеси с Изабионом позволяет максимально долго продлить период вегетации растений, и, соответственно, обеспечить более высокий урожай картофеля, его товарность и качество. В среднем, прибавка урожая в указанном варианте составила 38 ц/га, товарность клубней повышена на 9%, по сравнению с вариантом без применения Изабион, ВР.

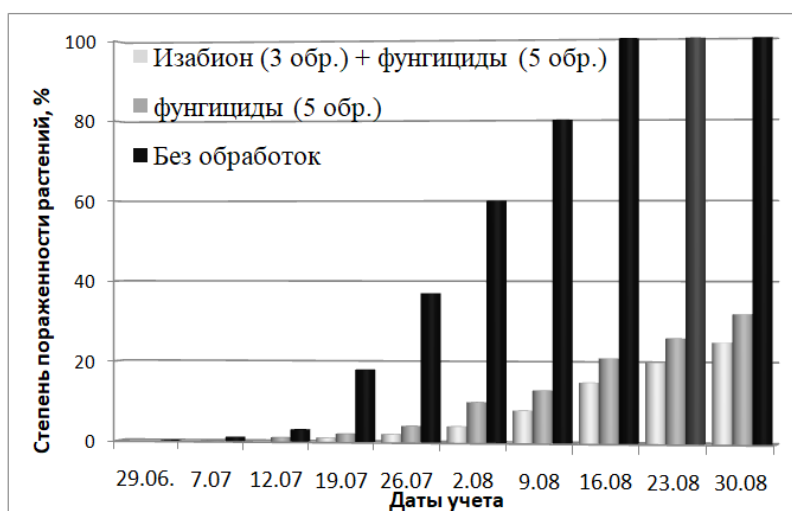


Рис. 1. Динамика фитофтороза и альтернариоза картофеля в сравниваемых вариантах опыта, сорт Ред Скарлетт, ВНИИФ, Раменская Горка, 2012 г.

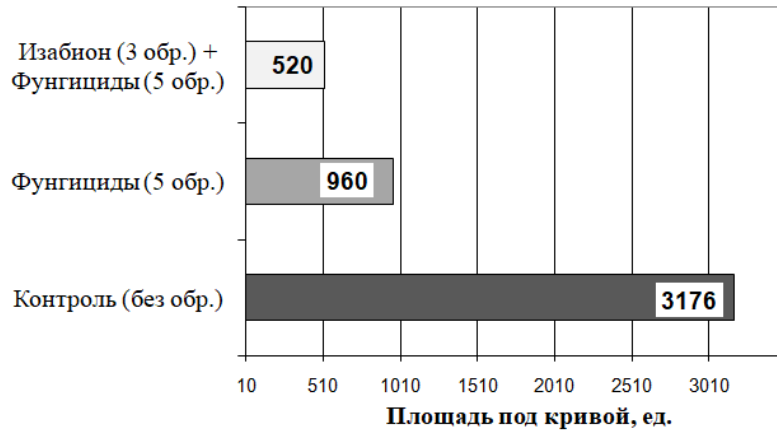


Рис. 2. Площадь под кривой, описывающей динамику развития болезни (AUDPC), (ед.) в сравниваемых вариантах опыта, сорт Ред Скарлетт, ВНИИФ, Раменская Горка, 2012г., ($НСР_{0,95}=182$.)

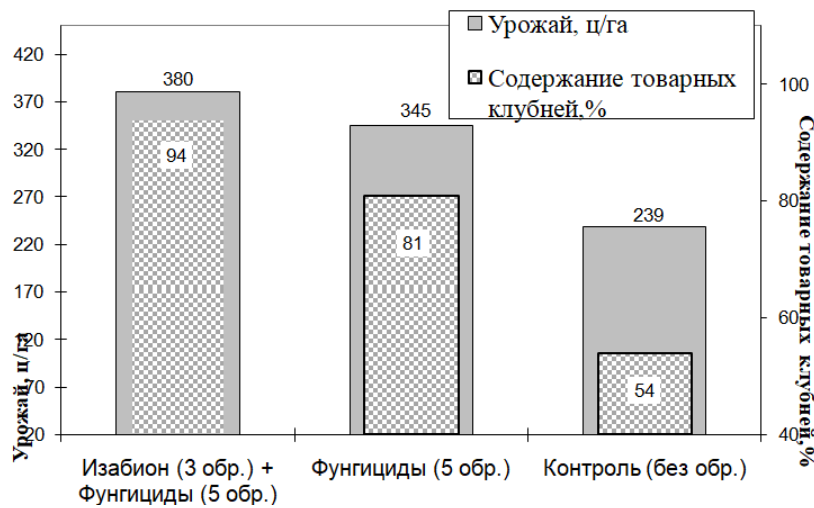


Рис. 3. Урожайность картофеля ($НСР_{0,95}=30,0$) и содержание товарных клубней в сравниваемых вариантах защиты ($НСР_{0,95}=12,0$), (сорт Ред Скарлетт, ВНИИФ, «Раменская Горка», 2012 г.)

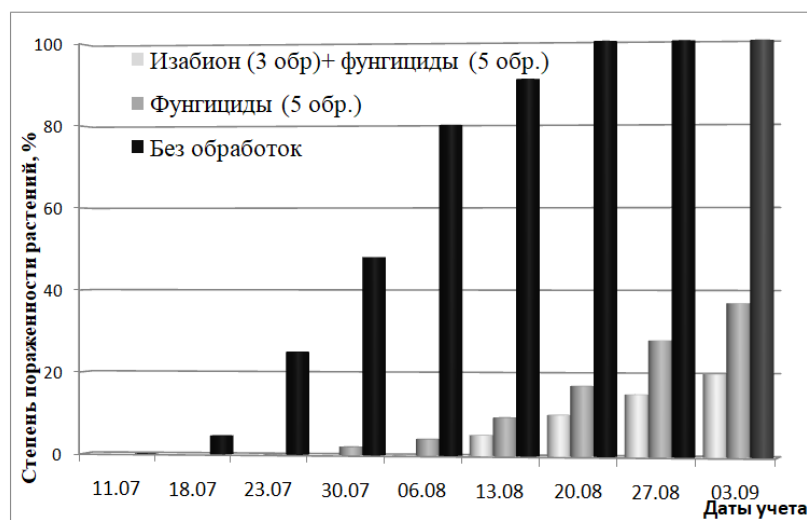


Рис. 4. Динамика фитофтороза и альтернариоза картофеля в сравниваемых вариантах опыта, сорт Ред Скарлетт, ВНИИФ, Раменская Горка, 2013 г.

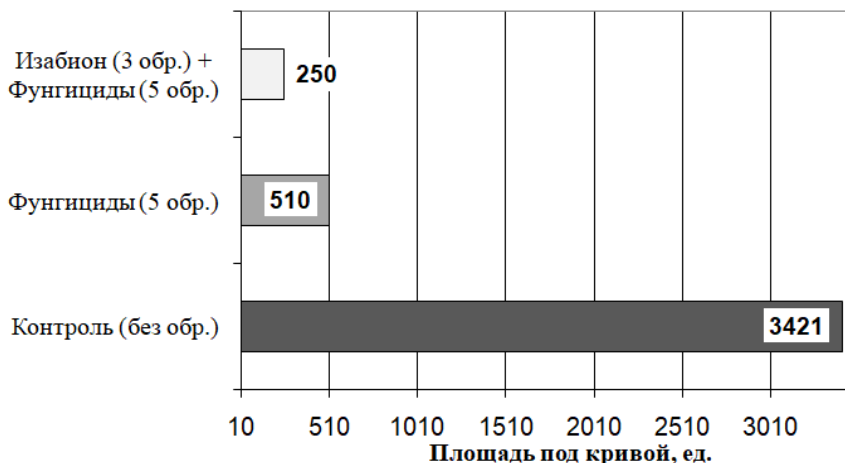


Рис. 5. Площадь под кривой, описывающей динамику развития болезни (AUDPC), (ед.) в сравниваемых вариантах опыта, сорт Ред Скарлетт, ВНИИФ, Раменская Горка, 2013г., ($НСР_{0,95}=156$.)

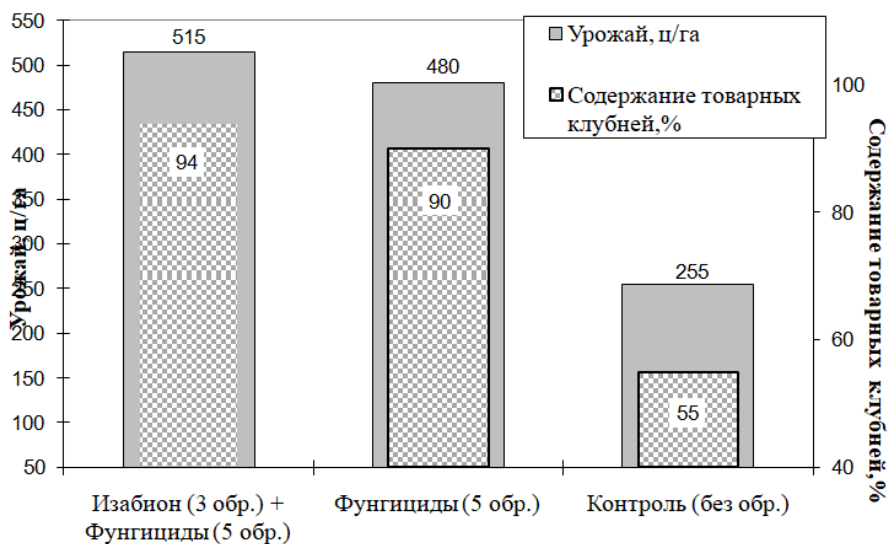


Рис. 6. Урожайность картофеля ($НСР_{0,95} = 28,9$) и содержание товарных клубней ($НСР_{0,95} = 3,0$), в сравниваемых вариантах опыта, сорт Ред Скарлетт, ВНИИФ, Раменская Горка, 2013г.,

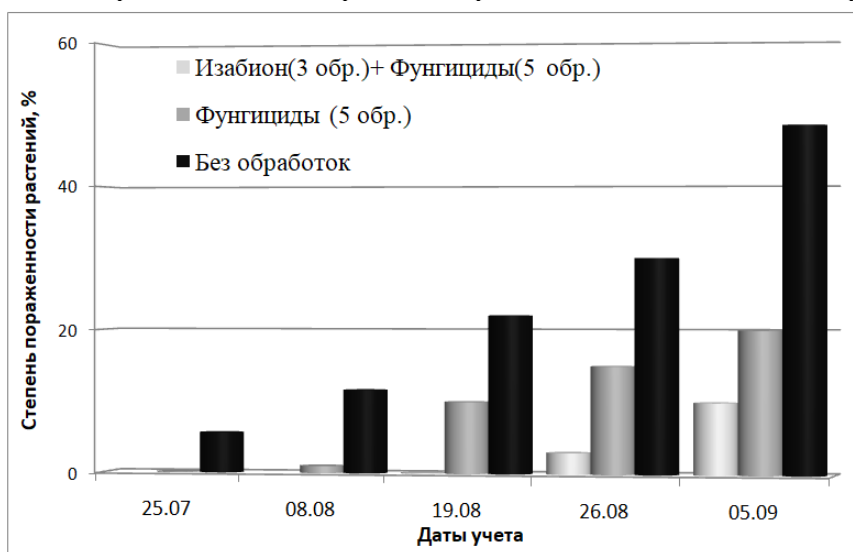


Рис. 7. Динамика альтернариоза картофеля в сравниваемых вариантах опыта, сорт Ред Скарлетт, ВНИИФ, Раменская Горка, 2014г.

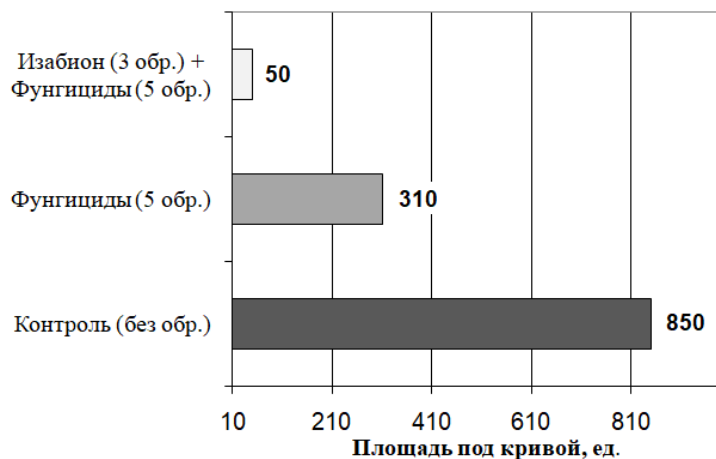


Рис. 8. Площадь под кривой, описывающей динамику развития болезни (AUDPC), (ед.) в сравниваемых вариантах опыта, сорт Ред Скарлетт, ВНИИФ, Раменская Горка, 2014г., ($HC_{0,95} = 170$)

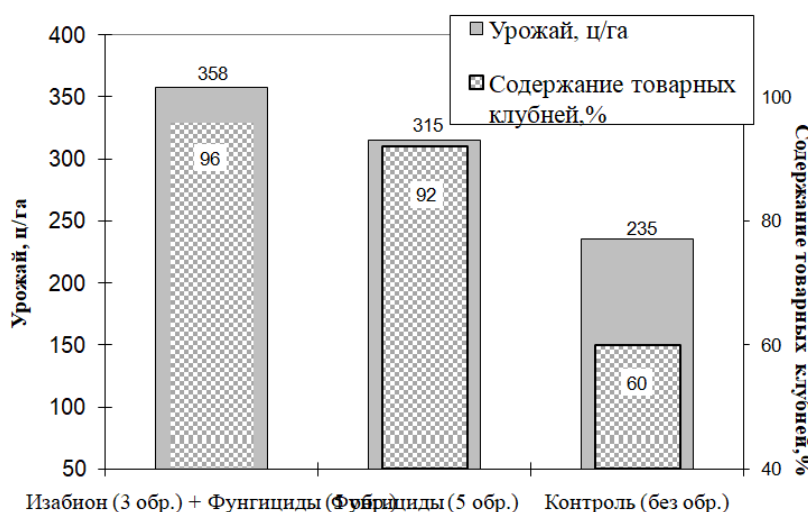


Рис. 9. Урожайность картофеля ($HC_{0,95} = 25,8$) и содержание товарных клубней ($HC_{0,95} = 3,5$) в сравниваемых вариантах защиты, сорт Ред Скарлетт, ВНИИФ, Раменская Горка, 2014г.

Заключение

Проведённые во ВНИИФ в 2012-2014 гг. исследования показали, что совместное применение Изабиона с фунгицидами в большей степени снижает поражённость растений

картофеля фитофторозом и альтернариозом, по сравнению с применением только фунгицидов, повышает урожайность картофеля и обеспечивает выравненность урожая и больший выход товарной продукции.

Литература

1. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. Изд. оригинальное. М.: Министерство сельского хозяйства Российской Федерации (Минсельхоз России), 2016. 700 с.
2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
3. Кузнецова М.А. Обоснование применения некоторых биологически активных препаратов и средств для защиты картофеля от фитофтороза: автореф. дис. канд. биол. наук: 06.01.07. Защита растений. Всерос. науч.-иссл. инст фитопатологии. М.: ВНИИФ, 2000. С. 1 – 21.
4. Применяйте на картофеле биологическое удобрение Изабион в смеси с фунгицидами / М.А. Кузнецова, А.Н. Рогожин, С.Ю. Спиглазова, Т.А. Деренко, А.В. Филиппов // Картофель и овощи. 2012. №5. С. 28 – 29.
5. Немкович А.И. Влияние комплексных минеральных удобрений Дисолвин АБЦ, Тенсо коктейль, Кристалон желтый на продуктивность и технологические качества картофеля // Белорусское сельское хозяйство (ежемес. науч.-произ. журнал для работников АПК). Минск, 2008. N1. С. 31 – 32.

6. Некорневые подкормки микроудобрениями в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур / М.В. Рак, М.Ф. Дембицкий, Г.М. Сафроновская // Земляробства і ахова раслін. Мінск, 2004. N2. С. 25 – 27.
7. Рябцева Т.В., Капичникова Н.Г. Эффективность биологических и минеральных удобрений в саду яблони // Плодоводство и ягодоводство России: сб. науч. работ. М.: ВСТИСП, 2005. Т. XII. С. 442 – 453.
8. James W.C., Shih C. S., Hodson W.A. and Callbeck L.C. The quantitative relationship between late blight of potato and loss in tuber yield. / *Phytopathology*. 1972. N62. P. 92 – 96.

References

1. Gosudarstvennyj katalog pesticidov i agrohimičatov, razreshennyh k primeneniju na territorii Rossijskoj Federacii. Izd. original'noe. М.: Ministerstvo sel'skogo hozjajstva Rossijskoj Federacii (Minsel'hoz Rossii), 2016. 700 s.
2. Dosphehov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statističeskoj obrabotki rezul'tatov issledovanij). М.: Agropromizdat, 1985. 351 s.
3. Kuznecova M.A. Obosnovanie primenenija nekotoryh biologičeski aktivnyh preparatov i sredstv dlja zashhity kartofelja ot fitoforoza: avtoref. dis. kand. biol. nauk: 06.01.07. Zashhita rastenij. Vseros. nauch.-issl. inst fitopatologii. М.: VNIIF, 2000. S. 1 – 21.
4. Primenjajte na kartofele biologičeskoe udobrenie Izabion v smesi s fungicidami / M.A. Kuznecova, A.N. Rogozhin, S.Ju. Spiglazova, T.A. Derenko, A.V. Filippov // *Kartofel' i ovoshhi*. 2012. №5. S. 28 – 29.
5. Nemkovich A.I. Vlijanie kompleksnyh mineral'nyh udobrenij Disolvin ABC, Tenso koktejl', Kristalon zheltyj na produktivnost' i tehnologičeskie kachestva kartofelja // Belorusskoe sel'skoe hozjajstvo (ezhemes. nauch.-proiz. zhurnal dlja rabotnikov APK). Minsk, 2008. N1. S. 31 – 32.
6. Nekornevye podkormki mikroudobrenijami v tehnologijah vozdeľyvanija sel'skohozjajstvennyh kul'tur / M.V. Rak, M.F. Dembičikij, G.M. Safronovskaja // *Zemljарobstva i аhova raslin*. Minsk, 2004. N2. S. 25 – 27.
7. Rjabceva T.V., Kapichnikova N.G. Jeффективност' biologičeskih i mineral'nyh udobrenij v sadu jabloni // *Plodovodstvo i jagodovodstvo Rossii: sb. nauch. rabot*. М.: VSTISP, 2005. Т. XII. S. 442 – 453.
8. James W.C., Shih C. S., Hodson W.A. and Callbeck L.C. The quantitative relationship between late blight of potato and loss in tuber yield. / *Phytopathology*. 1972. N62. P. 92 – 96.

*Kuznetsova M.A., Candidate of Biological Sciences (Ph.D.),
Rogozhin A.N., Candidate of Agricultural Sciences (Ph.D.),
Demidova V.N., Candidate of Biological Sciences (Ph.D.),
Smeranina T.I., Research Officer,
Denisenko I.A., Postgraduate,
All-Russian Research Institute of Phytopathology*

ECOLOGICAL AND ECONOMIC ASPECTS OF USING ORGANOMINERAL FERTILIZER ISABION ON POTATO

Abstract: the application of fungicides mixed with Izabion decreases the level of the early and late blight infection of potato plants comparing to the treatment of plants with fungicides only; such mixed treatment increases the yield of potato and provides more uniform yield and a larger percentage of the marketable fraction of tubers.

Keywords: potato, cultivar, late blight, early blight, Izabion, fungicides, yield, marketability of tubers

Кузьменко Н.Н., кандидат сельскохозяйственных наук,
ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт льна

МОНИТОРИНГ ГУМУСА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ РАЗНЫХ СИСТЕМ УДОБРЕНИЙ

Аннотация: в длительном стационарном опыте изучено влияние разных систем удобрений на содержание и запасы гумуса дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы, их динамику. Показано, что насыщенность севооборота удобрениями из расчета 67,5 и 135 кг д.в. на 1 га севооборотной площади не обеспечивает сохранение исходного уровня запасов гумуса в почве. Наименьшие потери органического вещества (на 24%) обеспечивала органическая система удобрения – 10 т навоза/га севооборотной площади. Применение минеральной системы удобрения без известкования приводит к наибольшим потерям гумуса (на 37%).

Ключевые слова: запасы гумуса, система удобрения, дерново-подзолистая почва

ВВЕДЕНИЕ Проблема почвенного плодородия в земледелии России в настоящее время является одной из самых острых и требует информации, необходимой для контроля и прогноза возможного изменения уровня плодородия почвы во времени и разработки комплекса мероприятий для сохранения. Оценить количественно изменения почвенных процессов, протекающих с малой скоростью, таких как трансформация углерода и азота, изменение минералогического и гранулометрического состава почвы можно только спустя десятилетия [1]. Выявить влияние факторов при одновременном воздействии природных и антропогенных воздействий возможно только при неоднократном их повторении и регулярном наблюдении за ними, что возможно только в длительных опытах.

Мониторинг плодородия дерново-подзолистой легкосуглинистой почве проводили в длительном стационарном опыте института льна, заложенном в 1948 г. на в 8-ми польном севообороте со следующим чередованием: 1. пар чистый – 2. озимая рожь с подсевом многолетних трав (клевер красный и тимофеевка) – 3. многолетние травы 1-го года пользования – 4. многолетние травы 2-го года пользования – 5. лен-долгунец – 6. картофель – 7.

ячмень – 8. овес. В настоящее время завершилось 8 ротаций севооборота. Для обсуждения результатов предложены следующие варианты: 1 – без удобрения (контроль), 2 – органическая система (навоз 5 т/га = 67,5 кг д.в./га), 3 – минеральная система (NPK67,5), эквивалентно 5 т навоза/га, 4 – органическая (навоз 10 т/га = 135 кг д.в./га), 5 – органо-минеральная система (навоз 5 т/га + NPK 67,5 кг д.в./га = 135 кг д.в./га), эквивалентно 10 т навоза/га. Дозы удобрений приведены в кг д.в. на 1 га севооборотной площади.

Данные мониторинга показали, что в результате применения разных систем удобрений (органической, минеральной, органо-минеральной), произошли существенные изменения запасов органического вещества почвы. Наибольшие изменения за 8 ротаций севооборота произошли в варианте без применения удобрений. Возделывание культур в севообороте без применения удобрений уже во 2-й ротации севооборота привело к снижению его содержания. За одну ротацию 8-польного севооборота с 1956 по 1963 гг. содержание гумуса снизилось с 1,95 до 1,71% (на 0,24% абсолютных), за период с 1956 по 2011 гг. запасы гумуса от исходного уровня уменьшились на 49% (табл. 1).

Таблица 1

**Содержание и хозяйственный баланс гумуса в почве при
длительном применении разных систем удобрений**

Период определения	Система удобрения				
	без удобрения	органическая (Н 5)	органическая (Н 10)	минеральная (NPK 67,5 экв. Н 5)	органо-минеральная (Н 5 + NPK 67,5 = экв. Н 10)
Содержание гумуса, %					
2 ротация (начало), 1956 г.	1,95	1,90	1,77	1,68	1,84
2 ротация (конец), 1963 г.	1,71	1,84	2,29	1,99	2,25
3 ротация, 1970 г.	1,44	1,55	1,56	1,26	1,54
5 ротация, 1987 г.	1,22	1,42	1,50	1,16	1,47
7 ротация, 2003 г.	1,08	1,34	1,44	1,10	1,34
8 ротация, 2011 г.	1,00	1,25	1,35	1,06	1,27

Продолжение таблицы 1

Запасы гумуса, т/га					
2 ротация (начало), 1956 г.	58,5	57,0	53,1	50,4	55,2
2 ротация (конец), 1963 г.	51,3	55,2	68,7	59,7	67,5
3 ротация, 1970 г.	43,2	46,5	46,8	37,8	46,2
5 ротация, 1987 г.	36,6	42,6	45,0	34,8	44,1
7 ротация, 2003 г.	32,4	40,2	43,2	33,0	40,2
8 ротация, 2011 г.	30,0	37,5	40,5	31,8	38,1
Изменение запасов гумуса, ± % к исходному уровню					
1956-2011 гг.	-49	-34	-24	-37	-31
Баланс, ± т/га ежегодно					
1956-1963 гг.	-1,03	-0,26	2,23	1,33	1,76
1956-1970 гг.	-1,18	-0,81	-0,49	-0,97	-0,69
1970-1987 гг.	-0,41	-0,24	-0,11	-0,19	-0,13
1987- 2011 гг.	-0,28	-0,29	-0,19	-0,13	-0,25
1956-2011 гг.	-0,52	-0,39	-0,23	-0,34	-0,31

Длительное применение удобрений при невысоких дозах (67,5 и 135 кг д.в./га) также не обеспечило сохранение исходного уровня органического вещества дерново-подзолистой почвы. Наименьшие потери – 24% за весь период проведения опыта и самое высокое содержание гумуса в 8-й ротации - 1,35% отметили при длительном применении органической системы удобрения при дозе навоза 10 т на 1 га севооборотной площади. При минеральной системе удобрения (NPK 67,5 кг д.в.) потери гумуса были наибольшие – 37%. Темпы снижения запасов гумуса в почве при органо-минеральной системе удобрения были несколько выше, чем при равной ей органической системе удобрения (Н 5 + NPK 67,5 кг д.в. = Н 10) и составили 31% (табл.).

Наибольшее снижение запасов гумуса отмечали в первых ротациях, за период 1956-1970 гг. (2-3 ротация) потери составили 0,49-0,97 т/га ежегод-

но, затем потери независимо от системы удобрения снизились и за период 1988-2011 гг. (6-8 ротация) составили 0,13-0,29 т/га. Для почв с низким содержанием гумуса, которым характеризуется почва конкретного почвенного участка и большинство почв в Нечерноземной зоне, характерно с течением времени снижение минерализации гумуса до состояния стабилизации, когда устанавливается равновесное состояние между процессом минерализации и гумификации, что и наблюдается в исследуемой почве (рис. 1).

Важным звеном для сохранения плодородия дерново-подзолистых почв является известкование, которое оказывает многосторонне положительное влияние на физико-химические и биологические свойства почвы, обеспечивая благоприятные условия для микробиологических процессов гумусообразования и способствующее снижению потерь гумуса (рис. 2).

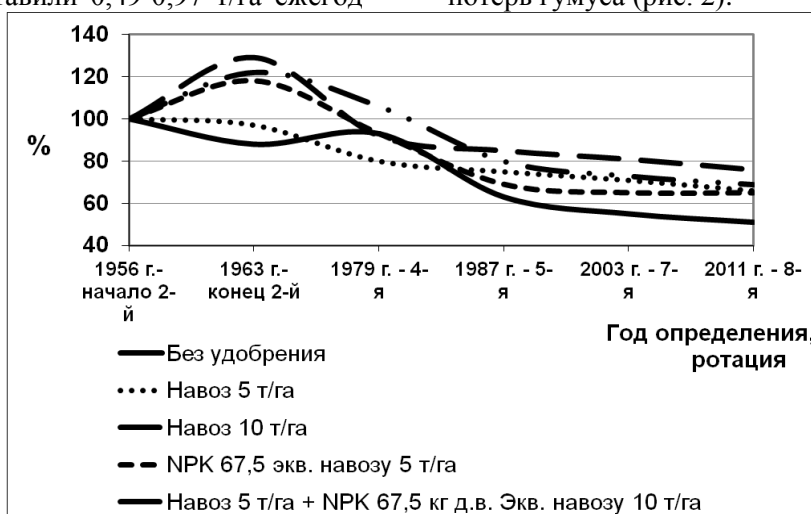


Рис. 1. Изменение запасов гумуса (т/га) в почве при длительном применении разных систем удобрений, % к уровню 1956 г.

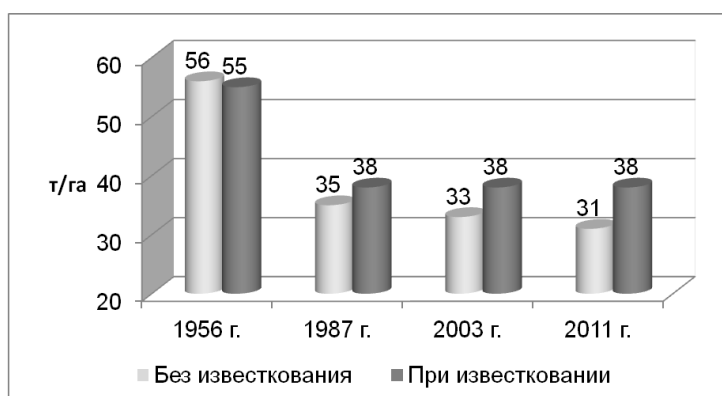


Рис. 2. Роль известкования для сохранения запасов органического вещества в почве

Важным показателем качества гумуса является соотношение гуминовых (ГК) и фульвокислот (ФК), которое является диагностическим показателем направленности изменения состояния органического вещества почвы. Низкое соотношение указывает на уменьшение в составе гумуса наиболее ценной фракции ГК. Повышение содержания ФК является признаком развития процессов деградации органического вещества и снижения уровня плодородия почвы.

Анализы по качественному составу гумуса [2] показали, что состав гумуса является типичным для дерново-подзолистых почв с ярко выраженным преобладанием фульвокислот, которые составляют 50-64% от общего углерода почвы, ГК – только 12,2%. Среди исследуемых вариантов проявляется отрицательное воздействие минеральной системы удобрения на показатели состава гумуса. Так, суммарное количество трех фракций гуминовых кислот в почве в этом варианте до известкования было самым низким – 7,3%, даже ниже, чем в контрольном варианте. Содержание фульвокислот, наоборот, самое высокое – 63,6%. Только после проведенного известкования сумма трех фракций фульвокислот в 2008 г. снизилась до 39-52%, содержание ГК составило около 16%. Преобладание фульвокислот над содержанием гуминовых кислот

определяет крайне низкое соотношение $S_{гк}/S_{фк}$, которое до известкования составляло 0,10 при минеральной системе удобрения, после известкования увеличилось до 0,26-0,50 и самое высокое было при применении навоза в дозе 10 т/га.

Выводы

1. Данные мониторинга на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве показали, что разные системы удобрения (органическая, минеральная, органо-минеральная) оказывают неодинаковое влияние на направленность процессов, протекающих в почве и изменение запасов органического вещества.

2. Применение удобрений в льняном севообороте на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве из расчета 67,5 и 135 кг д.в. на 1 га севооборотной площади не обеспечивает сохранение исходного уровня запасов гумуса в почве. Наименьшие потери органического вещества (на 24%) и улучшение качественных показателей гумуса обеспечивала органическая система удобрения – 10 т навоза/га севооборотной площади. Применение минеральной системы удобрения без известкования приводит к наибольшим потерям гумуса (на 37%).

Литература

1. Шевцова Л.К., Канзываа С.О., Романенков В.А. Гумусное состояние почв при длительном применении удобрений и их последствии // Плодородие. 2003. №6. С. 16 – 19.
2. Шевцова Л.К., Хайдуков К.П., Кузьменко Н.Н. Трансформация органического вещества легкосуглинистой дерново-подзолистой почвы при длительном применении удобрений в льняном севообороте // Агрохимия. 2012. №10. С. 3 – 12.

References

1. Shevcova L.K., Kanzyvaa S.O., Romanenkov V.A. Gumusnoe sostojanie pochv pri dlitel'nom primenenii udobrenij i ih posledejstvii // Plodorodie. 2003. №6. S. 16 – 19.
2. Shevcova L.K., Hajdukov K.P., Kuz'menko N.N. Transformacija organicheskogo veshhestva legkosuglinistoj dervno-podzolistoj pochvy pri dlitel'nom primenenii udobrenij v l'njanom sevooborote // Agrohimiya. 2012. №10. S. 3 – 12.

*Kuz'menko N.N., Candidate of Agricultural Sciences (Ph.D.),
Federal State Budgetary Scientific Institution
"All-Russian Flax Research Institute"*

MONITORING OF HUMUS OF SOD-PODZOLIC SOIL AT DIFFERENT FERTILIZER SYSTEMS

Abstract: long-term inpatient experience the influence of different fertilization systems on the humus content and reserves of sward-podzolic light loamy soil, their dynamics. It is shown that the saturation of crop rotation by fertilizers from calculation of 67.5 and 135 kg d. century on 1 hectare does not ensure the preservation of the initial level of reserves of humus in the soil. It was shown that the application of the mineral system of fertilization without liming results in greatest loss of humus (37%). The smallest loss of organic matter (24%) provided the organic fertilizer-manure 10 t/ha of crop rotation.

Keywords: humus reserves, fertilizing system, sod-podzolic soil

*Куркиев К.У., доктор биологических наук,
Дагестанская опытная станция ФГБНУ ФИЦ Всероссийский
институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова,
Гасанова В.З., соискатель,
Дагестанский государственный педагогический
университет филиал в г. Дербенте,
Таймазова Н.С., кандидат биологических наук,
Дагестанский государственный аграрный
университет им. М.М. Джамбулатова,
Гаджимагомедова М.Х.,
Дагестанская опытная станция ФГБНУ ФИЦ Всероссийский
институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова*

ПРОЯВЛЕНИЕ ПРИЗНАКОВ ПРОДУКТИВНОСТИ И ИХ СОПРЯЖЕННОСТЬ У СОРТОВ РЖИ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ В УСЛОВИЯХ ПОЧВЕННОГО ЗАСОЛЕНИЯ

Аннотация: в современных условиях, основной проблемой сельского хозяйства становится засоление почв. Стресс, который испытывают растения на засоленных почвах, ухудшает их свойства, угнетает функции и снижает урожайность на 80%. Наша работа посвящена исследованию того, как влияет засоление почвы на морфологию и продуктивность колоса. В работе было использовано девять образцов ржи, различного эколого-географического происхождения, обладающих комплексом селекционно-значимых признаков.

На засоленных почвах у сортообразцов ржи наблюдались статистически достоверные снижения длины колоса, общего числа колосков, числа недоразвитых колосков, числа незерненных цветков, числа зерен в 3-4 цветках, общего числа зерен в колосе и массы зерна с колоса, и увеличение числа недоразвитых колосков в колосе и незерненных 1-2 цветков. Однако на плотность колоса отрицательного воздействия солевого стресса не было выявлено.

В разных условиях сохраняются положительные корреляции длины колоса с числом недоразвитых колосков, общим числом колосков и плотностью колоса, общим числом зерен в колосе и массой зерна с колоса с длиной колоса.

Практически неизменными остаются отрицательные связи длины колоса и плотности колоса.

Ключевые слова: рожь, продуктивность, колос, засоление

Введение

В современном сельскохозяйственном производстве практикуется постоянный поиск новых методов хозяйствования, которые бы избавили земледельцев от химической и технической обработки, вредящей почвам. Идеальным в этом случае можно назвать нулевую обработку почвы, основанную на минимальном воздействии на природу.

В современных условиях, основной проблемой сельского хозяйства становится засоление почв. Стресс, который испытывают растения на засоленных почвах, ухудшает их свойства, угнетает функции и снижает урожайность на 80%. [1, 2].

Приспосабливаясь к постоянно меняющимся условиям внешней среды, в качестве решающего фактора организмы используют генотипическую и фенотипическую изменчивость. Совместное взаимодействие модификационной и генотипической изменчивости растения максимально приспособляются, сохраняя филогенетическую гибкость популяции [3]. Поэтому важно изучать приспособленность сортов к различным условиям существования.

Работая с новыми сортовыми культурами, селекционеры не только адаптируют их к произрастанию в определенных местностях, но и стремятся обеспечить рост урожайности [4]. При селекционной работе селекционер отбирает растения, которые обладают свойствами, обеспечивающими в комплексе в агротехническими приемами, максимально высокие урожаи культуры, при воздействии факторов среды, типичных для местности.

В условиях республики Дагестан, где почвы подвергаются не только первичному (естественному) засолению, но и в вторичному, возникающему вследствие искусственного орошения. Общая площадь посевных площадей ржи в Дагестане сократилась с 2010 года с 1,1 до 0,3 тыс. га. Это 53 место по выращиванию ржи в России. Рожь, являясь ценной фуражной и пищевой культуры, очень чувствительна к засолению. При селекционной работе необходимо обратить особое внимание на сорта, устойчивые к данному стрессу. Проведенные исследования по изучению устойчивости пшеницы и тритикале к солевому стрессу указывают на возможность нахождения ценных адаптивных генотипов [5-8].

Данная работа посвящена исследованию влияния засоленности почв на морфологические признаки и продуктивность колоса ржи и их сопряженность.

Материал и методы

Материалом исследования служили 9 сортов ржи, обладавших комплексом селекционно-значимых признаков, а также имевших различное эколого-географическое происхождение и много лет изучавшихся на Дагестанской опытной станции.

Работа была проведена по методическим рекомендациям по изучению зерновых культур ВИР [9].

Изучали сортообразцы ржи по таким признакам как: длина колоса, общее число колосков в колосе, число недоразвитых колосков в колосе, плотность колоса, число незерненных 1-2 цветков, число зерен в 3-4 цветках, число зерен в колосе, масса зерна с колоса. Для математической обработки полученных экспериментальных данных применяли описательные методы статистики: средние значения, ошибка средней, t-критерий Стьюдента [10]. Для изучения сопряженности и взаимосвязи признаков применяли корреляционный анализ. Статистическая обработка проводилась с пакетом программ MSExcel.

Опыты закладывались на орошаемых почвах следующих типов:

1. Лугово-каштановые, слабосолончаковые средне- и тяжелосуглинистые. Место залегания – центральная усадьба. Засоленность в верхнем слое (до 50 см) слабая, в нижнем слое (50-75 см) средняя.

2. Лугово-каштановые сильносолончаковые среднесолонцеватые среднесуглинистые. Место залегания – участок Хошмензиль. Засоленность сильная. Верхний слой хлоридно-сульфатное засоление. Нижний слой – сульфатно-хлоридное.

Результаты и обсуждение

Одним из признаков колоса ржи является длина. Этот признак имеет значительные вариативные границы и находится в зависимости от сортовой

принадлежности, климата, состава почв, агротехнических приемов и пр. Данный признак, а также число колосков в колосе влияют на урожайность, поэтому их изучение носит важный характер.

Среднее значение длины колоса у сортообразцов ржи на незасоленном участке оказалось достоверно выше, чем на засоленном (14,5 против 8,6 см) (табл. 1). В целом действие стресса уменьшило признак на 41%.

Общее число колосков в колосе, при выращивании без засоления также достоверно выше, чем на засолении (44,8 против 28,8 шт.). В общем уменьшение признака составило на 35,7%. По числу недоразвитых колосков наблюдается обратная картина: на незасоленном участке недоразвитых колосков значительно меньше (в 5,5 раз), чем на засоленном (0,7 против 4,7 шт.).

Средняя плотность колоса контрольном участке была ниже, чем на засолении (31,2 против 33,8). Это, видимо, связано с тем, что этот стрессовый фактор в большей степени влияет на линейные размеры, в данном случае длина колоса, чем на количество колосков.

По числу незерненных 1-х и 2-х цветков среднее значение на незасоленном участке оказалось ниже, чем на засоленном (10,7 против 21,1), при изменении признака 97,9%. Число зерен в 3-4-х цветках на незасоленном участке составило 6,3 шт, на засоленном мы вообще не наблюдали это изменение (6,3 против 0). Общее число зерен в колосе на незасоленном участке 67 шт, против 21,4 на засоленном, изменение признака составило 68,1%. Масса зерна с колоса значительно выше на незасоленном участке (2,5 против 0,5), изменение признака составило 81,5%.

В общем можно отметить, что статистические показатели признаков колоса на засоленном участке значительно ниже, чем на незасоленном. Сорта для выращивания следует подбирать таким образом, чтобы их показатели соответствовали меняющимся условиям среды, интенсивности светового дня, температуре, микрорельефу почвы, количеству почвенных микроудобрений.

Таблица 1

**Сравнительная характеристика сортообразцов ржи по признакам
колоса, выращенных в различных условиях**

Статистические показатели	Длина колоса, см	Общее число колосков, шт	Число недоразвитых колосков, шт	Плотность колоса, шт	Число незерненных 1-2-х цветков, шт	Число зерен в 3-4-х цветках, шт	Общее число зерен в колосе, шт	Масса зерна с колоса, гр
незасоленный участок								
Количество образцов	9	9	9	9	9	9	9	9
Среднее	14,5	44,8	0,7	31,2	10,7	6,3	67,0	2,5
Стандартная ошибка	0,46	1,58	0,34	0,92	0,68	0,41	2,46	0,09
Стандартное отклонение	1,39	4,73	1,03	2,76	2,03	1,23	7,38	0,26
Дисперсия выборки	1,92	22,35	1,07	7,62	4,14	1,51	54,47	0,07
Минимум	11,90	35,60	0,00	26,80	7,80	4,11	53,40	2,10
Максимум	16,38	50,40	3,00	33,93	13,40	8,00	76,20	2,90
засоленный участок								
Количество образцов	9	9	9	9	9	9	9	9
Среднее	8,6	28,8	4,7	33,8	21,1	0,0	21,4	0,5
Стандартная ошибка	0,18	0,60	0,41	0,85	0,95	0,00	1,36	0,03
Стандартное отклонение	0,53	1,80	1,23	2,55	2,86	0,00	4,09	0,10
Дисперсия выборки	0,28	3,26	1,50	6,50	8,16	0,00	16,75	0,01
Минимум	7,76	27,00	3,25	30,79	17,50	0,00	17,75	0,35
Максимум	9,52	32,30	6,25	39,45	26,25	0,00	30,75	0,68
Уменьшение признака, %	41,0	35,7	553,1	8,6	97,9	0,0	68,1	81,5
t-крит	12,02	9,49	-7,47	-2,15	-8,93	15,41	16,22	21,39
при t-крит 0,05= 2,01								

В ходе анализа коррелятивных связей у сортов ржи, выращенных в обычных условиях нами была отмечена положительная корреляция длины колоса с общим числом зерен в колосе ($r=0,77$), числом недоразвитых колосков ($r=0,63$) и массой зерна с колоса ($r=0,48$); общим числом колосков с общим числом зерен в колосе ($r=0,91$), плотностью колоса ($r=0,51$), числом незерненных в 1-2-х цветках ($r=0,66$) и числом недоразвитых колосков ($r=0,55$); плотностью колоса с числом недоразвитых колосков ($r=0,46$), числом незерненных в 1-2-х цветках

($r=0,56$) и числом зерен в 3-4-х цветках ($r=0,53$); числом незерненных 1-2-х цветков с числом зерен в 3-4-х цветках ($r=0,42$) и общим числом зерен в колосе ($r=0,40$); общее число зерен в колосе с массой зерна с колоса ($r=0,45$). Отрицательная корреляция отмечена между: длиной колоса и числом зерен в 3-4-х цветках ($r= -0,55$); массой зерна с колоса с числом недоразвитых колосков ($r= -0,53$) и плотностью колоса ($r= -0,44$); числом зерен в 3-4-х цветках с массой зерна с колоса ($r= -0,42$) (табл. 2).

Таблица 2

**Корреляционный анализ признаков колоса у сортообразцов
ржи при выращивании в обычных условиях**

Признаки	Длина колоса	Общее число колосков	Число недоразвитых колосков	Плотность колоса	Число незерненных 1-2-х цветков	Число зерен в 3-4-х цветках	Общее число зерен в колосе
Общее число колосков	0,19						
Число недоразвитых колосков	0,63	0,55					
Плотность колоса	-0,34	0,51	0,46				
Число незерненных 1-2-х цветков	0,20	0,66	0,34	0,56			
Число зерен в 3-4-х цветках	-0,55	-0,05	-0,15	0,53	0,42		
Общее число зерен в колосе	0,77	0,91	0,29	0,25	0,40	-0,33	
Масса зерна с колоса	0,48	0,10	-0,53	-0,44	-0,29	-0,42	0,45

В ходе анализа коррелятивных связей у сортов ржи, выращенных в условиях засоления нами не было отмечено сильных (более 0,6) положительных и отрицательных корреляций (табл. 3).

Положительная корреляция отмечена между плотностью колоса и общим числом колосков и ($r=0,58$) и с числом недоразвитых колосков ($r=0,58$); массой зерна с колоса с числом неозер-

ненных 1-2-х цветков ($r=0,41$) и общим числом колосков ($r=0,52$)

Отрицательная корреляция отмечена между: длиной колоса с плотностью колоса ($r= -0,57$), общим числом колосков ($r= -0,46$) и числом неозерненных 1-2-х цветков ($r= -0,52$); общим числом колосков с числом неозерненных 1-2-х цветков ($r= -0,43$).

Таблица 3

Корреляционный анализ признаков колоса у сортообразцов ржи при выращивании в условиях засоления

Признаки	Длина колоса	Общее число колосков	Число недоразвитых колосков	Плотность колоса	Число неозерненных 1-2-х цветков	Число зерен в 3-4-х цветках	Общее число зерен в колосе
Общее число колосков	-0,46						
Число недоразвитых колосков	0,34	0,18					
Плотность колоса	-0,57	0,58	0,55				
Число неозерненных 1-2-х цветков	-0,52	-0,43	-0,08	0,04			
Число зерен в 3-4-х цветках	0,04	0,14	0,21	0,06	0,18		
Общее число зерен в колосе	0,03	-0,23	-0,19	-0,25	0,41		0,52

Таким образом, по результатам экспериментальных данных можно сделать следующие выводы:

- при засолении почвы у сортообразцов ржи наблюдается статистически достоверное снижение длины колоса, общего числа колосков, числа недоразвитых колосков, числа неозерненных цветков, числа зерен в 3-4 цветках, общего числа зерен в колосе и массы зерна с колоса, и увеличение числа недоразвитых колосков в колосе и неозер-

ненных 1-2 цветков. Выявлено отсутствие воздействия солевого стресса на плотность колоса.

В разных условиях сохраняются положительные корреляции длины колоса с числом недоразвитых колосков, общим числом колосков и плотностью колоса, общим числом зерен в колосе и массой зерна с колоса с длиной колоса.

Практически неизменными остаются отрицательные связи длины колоса и плотности колоса.

Литература

1. Жученко А.А. Адаптивная стратегия устойчивого развития сельского хозяйства России в XXI столетии. Теория и практика. В двух томах. М., 2009-2011. Т. 1.
2. Жученко А.А. Адаптивная стратегия устойчивого развития сельского хозяйства России в XXI столетии. Теория и практика. В двух томах. М., 2009-2011. Т. 2.
3. Flovers T.J. Improving crop salt tolerance. J. Exp. Bot., 2004, 55: 307-319.
4. Жученко А.А. Адаптивная система селекции растений (эколого-генетические основы). В 2-х тт. М., Изд-во РУДН, 2001. Т. 1. 780 с.
5. Куркиев К.У., Магомедов А.М., Куркиева М.А., Гаджимагомедова М.Х., Магомедова А.А. Агроэкологическое изучение сортообразцов пшеницы и тритикале в Республике Дагестан. Проблемы развития АПК региона, 2013, 2 (14): 18-22.
6. Куркиев К.У., Мукайлов М.Д., Джанбулатов М.М. Сравнительная характеристика сортообразцов пшеницы и тритикале при выращивании в различных агро-экологических условиях Дагестана. Проблемы развития АПК региона 2014, 2 (18): 25-28.
7. Куркиев. КУ, Алиева З.М., Хабиева Н.А., Арнаутова Г.И., Омарова. Возможность использования изменчивости параметров проростков для оценки солеустойчивости сортов тритикале. Проблемы развития АПК региона, 2014, 3 (19): 37-40.
8. Куркиев. КУ, Алиева З.М., Хабиева Н.А., Даибова Д.М. Устойчивость сортов озимой мягкой пшеницы Безостая 1, Фортуна и Васса к солевому стрессу. Проблемы развития АПК региона, 2015. 3 (23): 7-12.
9. Пополнение, сохранение в живом виде и изучение мировой коллекции пшеницы, эгилопса и тритикале. (Методические указания). СПб.: ВНИИР им. Н.И. Вавилова, 1999.

10. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат, 1985.

References

1. Zhuchenko A.A. Adaptivnaja strategija ustojchivogo razvitija sel'skogo hozjajstva Rossii v HHI stoletii. Teorija i praktika. V dvuh tomah. M., 2009-2011. T. 1.
2. Zhuchenko A.A. Adaptivnaja strategija ustojchivogo razvitija sel'skogo hozjajstva Rossii v HHI stoletii. Teorija i praktika. V dvuh tomah. M., 2009-2011. T. 2.
3. Flovers T.J. Improving crop salt tolerance. J. Exp. Bot., 2004, 55: 307-319.
4. Zhuchenko A.A. Adaptivnaja sistema selekcii rastenij (jekologo-geneticheskie osnovy). V 2-h tt. M., Izd-vo RUDN, 2001. T. 1. 780 s.
5. Kurkiev K.U., Magomedov A.M., Kurkiewa M.A., Gadzhimagomedova M.H., Magomedova A.A. Agro-jekologicheskoe izuchenie sortoobrazcov pshenicy i tritikale v Respublike Dagestan. Problemy razvitija APK regiona, 2013, 2 (14): 18-22.
6. Kurkiev K.U., Mukailov M.D., Dzhanbulatov M.M. Sravnitel'naja harakteristika sortobrazcov pshenicy i tritikale pri vyrashhivanii v razlichnyh agro-jekologicheskikh uslovijah Dagestana. Problemy razvitija APK regiona 2014, 2 (18): 25-28.
7. Kurkiev. KU, Alieva Z.M., Habieva N.A., Arnautova G.I., Omarova. Vozmozhnost' ispol'zovanija izmenchivosti parametrov prorostkov dlja ocenki soleustojchivosti sortov tritikale. Problemy razvitija APK regiona, 2014, 3 (19): 37-40.
8. Kurkiev. KU, Alieva Z.M., Habieva N.A., Daibova D.M. Ustojchivost' sortov ozimoy mjagkoj pshenicy Bezostaja 1, Fortuna i Vassa k solevomu stressu. Problemy razvitija APK regiona, 2015. 3 (23): 7-12.
9. Popolnenie, sohranenie v zhivom vide i izuchenie mirovoj kollekcii pshenicy, jegilopsa i tritikale. (Metodicheskie ukazanija). SPb.: VNIIR im. N.I. Vavilova, 1999.
10. Dospheov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovanij).M.: Aгroпromizdat, 1985.

*Kurkiev K.U., Doctor of Biological Sciences (Advanced Doctor),
Dagestan Experimental Station of the FGBNU Federal Research Center
All-Russian Institute of Genetic Resources Plants named after N.I. Vavilov,
Gasanova V.Z., Applicant,
Dagestan State Pedagogical University University branch in Derbent,
Taymazova N.S., Candidate of Biological Sciences (Ph.D.),
Dagestan State Agrarian University of M.M. Dzhabulatov,
Gadzhimagomedova M.H.,
Dagestan Experimental Station of the FGBNU
Federal Research Center of All-Russian Institute of Genetic Resources Plants named after N.I. Vavilov*

THE MANIFESTATION OF PRODUCTIVITY FEATURES AND THEIR CONTRACTION IN THE GRADE OF RYE AT GROWING IN THE CONDITIONS OF SOIL CONSUMPTION

Abstract: in modern conditions, the main problem of agriculture is the salinization of soils. Stress, which plants experience on saline soils, worsens their properties, depresses functions and reduces yield by 80%. Our work is devoted to the study of how soil salinity affects the morphology and productivity of the ear. In the work, nine samples of rye, of different ecological and geographical origin, possessing a complex of selection-significant features were used.

On saline soils in rye variety samples, statistically significant decreases in the length of the ear, the total number of spikelets, the number of underdeveloped spikelets, the number of ungrained flowers, the number of grains in 3-4 flowers, the total number of grains in the ear and the mass of grain from the ear, and an increase in the number of underdeveloped spikelets in Ear and unheated 1-2 flowers. However, the density of the spike has not been shown to have a negative effect of salt stress.

In different conditions, positive correlations of the length of the ear with the number of underdeveloped spikelets, the total number of spikelets and the density of the ear, the total number of grains in the ear and the mass of grain from the ear with a length of ear.

Keywords: rye, productivity, spike, salinity

*Куркиев К.У., доктор биологических наук,
Дагестанская опытная станция ФГБНУ ФИЦ Всероссийский
институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова,
Алимурадов Н.А., соискатель,
Дагестанский государственный аграрный
университет им. М.М. Джамбулатова,
Гаджимагомедова М.Х.,
Дагестанская опытная станция ФГБНУ ФИЦ Всероссийский
институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова*

ХАРАКТЕРИСТИКА СОРТООБРАЗЦОВ ГЕКСАПЛОИДНОГО ТРИТИКАЛЕ ПО КРУПНОСТИ ЗЕРНА

Аннотация: проведена работа по изучению одного из показателей качества – массы 1000 зерен у сортообразцов озимого тритикале различного происхождения и выявления возможных корреляционных связей данного признака с урожайностью и другими показателями качества зерна. Материалом исследования служили 17 сортообразцов гексаплоидного тритикале различного эколого-географического происхождения. Для сравнения были также изучены 2 сорта озимой мягкой пшеницы и сорт местной ржи.

В результате работы было показано, что данный признак варьирует по сортам и в зависимости от условий года. Среди изученных сортообразцов выделились Макар, Сотник, Брат (все из Краснодарского НИИСХ им П.П. Лукьяненко) и Magnat из Франции. Отмеченные тритикале также превосходят районированные сорта озимой мягкой пшеницы Батько, Таня и местную рожь.

Корреляционный анализ не выявил положительных связей между крупнозерностью и урожайностью. Отмечены отрицательные взаимосвязи со стекловидностью, выполненностью и натурой зерна, и числом стеблей с единицы площади.

Ключевые слова: тритикале, масса 1000 зерен, корреляция, качество зерна

Введение

Основным направлением в работе селекционеров является ориентация на улучшение качества зерна, в сочетании с высоким урожаем. В условиях Северного Кавказа данные показатели демонстрируют приспособляемость того, или иного сорта. Качество зерна определяется суммой его свойств: физических (натурной массой, массой 1000 зерен, стекловидностью, выравненностью), биохимических (содержанием белка и клейковины) и технологического-хлебопекарных (ИДК, силы муки, P/L и др.). Отмечается широкие вариативные изменения значений, которые зависят от сортовой принадлежности и погодных условий в период, когда формируется зерно.

Крупность зерна можно охарактеризовать по такому показателю, как масса 1000 зерен. Этот показатель коррелирует с урожайностью, что является важным фактором.

В сравнении с пшеницей, являющейся одной из самых распространенных сельскохозяйственных культур, новый злак – тритикале, более морозоустойчив и дает высокие урожаи. Тритикале имеет хороший потенциал к применению в народном хозяйстве и может использоваться не только как корм для животных и птиц, но и в хлебопечении, производстве круп, пивоварении (когда зерно тритикале придает спиртовым напитками особый аромат).

Зерно тритикале содержит повышенный процент белка, лизина и крахмала, что обеспечивает высокую питательную ценность. Количество обменной энергии, содержащейся в тритикале близко к пшенице и превышает значения для ячменя и сорго. Все это указывает на еще большие, чем у ржи и пшеницы потенциальные возможности тритикале в повышении продуктивности зерновой массы [1, 2].

На сегодняшний день у озимого тритикала имеются проблемы с качеством зерна. Исследование и поиск линий и сортов, обладающих высокими качественными характеристиками, стабильно сохраняющимся в различных условиях выращивания является весьма перспективным.

В этой связи нами проведена работа по изучению одного из показателей качества – массы 1000 зерен у сортообразцов озимого тритикале различного происхождения и выявления возможных корреляционных связей данного признака с урожайностью и другими показателями качества зерна.

Материал и методика

Материалом исследования служили 17 сортообразцов гексаплоидного тритикале различного эколого-географического происхождения и выделенные по результатам многолетнего изучения на Дагестанской опытной станции по комплексу селекционно значимых признаков. Для сравнения были также изучены 2 сорта озимой мягкой пше-

ницы и сорт местной ржи (табл. 1).

Вся работа проводилась в соответствии методическим рекомендациям по изучению зерновых культур ВИР [3]. Крупнозерность определяли по ГОСТу 12042-80 Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения массы 1000 семян.

Для изучения сопряженности и взаимосвязи крупнозерности с другими признаками применяли корреляционный анализ [4]. Статистическая обработка экспериментальных данных проведена с применением пакета статистических программ (MSExel).

Таблица 1

Сортообразцы тритикале, пшеницы и ржи, привлеченные в исследование

№ п/п	Название	Происхождение	Культура
1	Доктрина	Воронежская обл	тритикале
2	ПРАГ 511	Дагестан	тритикале
3	ПРАГ 540/1	Дагестан	тритикале
4	ПРАГ 530/1	Дагестан	тритикале
5	ПРАГ 530/2	Дагестан	тритикале
6	ПРАГ 536	Дагестан	тритикале
7	ПРАГ 540/2	Дагестан	тритикале
8	ПРАГ 530/3	Дагестан	тритикале
9	Макар	Краснодарский край	тритикале
10	Сотник	Краснодарский край	тритикале
11	Брат	Краснодарский край	тритикале
12	Ярило	Краснодарский край	тритикале
13	Wanad	Польша	тритикале
14	Трибун	Ростовская обл	тритикале
15	Magnat	Франция	тритикале
16	SG-H-242	Чехия	тритикале
17	Батько	Краснодарский край	Пшеница
18	Таня	Краснодарский край	Пшеница
19	Дербентская черноколосая	Дагестан	рожь

Результаты и обсуждение

Признак «масса 1000 зерен» характеризует крупность и выполненность зерна, связана с химическим составом и комплексом других свойств, определяющих качество производимой продукции. Кроме того, масса 1000 зёрен дополняет такой показатель качества зерна, как объёмная масса. В зависимости от генотипа масса 1000 зерен у тритикале колеблется в пределах 30-60 г и более. Большое влияние на величину семян оказывают экологические факторы.

Изученный материал отличается большим разнообразием по данному признаку. В зависимости

от сортовых особенностей масса 1000 зерен составляет 30,4-52,8 г. В нашем опыте высокая масса 1000 зерен в среднем за 3 года отмечена у сортов: Макар (50,3 г), Сотник (50,6 г), Брат (49,6 г) и Magnat (47,2 г). Самые низкие у сортообразцов ПРАГ 540/2 (31,6 г) и SG-H-242 (39,2 г) (табл. 2). В целом наилучшие показатели крупности зерна выявлены в 2016 году, это связано с относительно прохладной весной и оптимальными температурными условиями во время налива зерна.

У сортов озимой мягкой пшеницы крупнозерность в среднем не превышает 40 г. Самые низкие показатели у местной ржи.

Таблица 2

Оценка крупнозерности сортообразцов тритикале, пшеницы и ржи (2014-2016)

Название	2014	2015	2016	Средняя по годам
Доктрина	43,1	44,5	46,0	44,5
ПРАГ 511	42,5	43,9	45,2	43,9
ПРАГ 540/1	42,1	43,5	44,8	43,5
ПРАГ 530/1	44,4	45,8	47,2	45,8
ПРАГ 530/2	43,1	44,5	46,0	44,5
ПРАГ 536	42,2	43,6	45,0	43,6
ПРАГ 540/2	30,4	31,5	32,8	31,6
ПРАГ 530/3	43,0	44,4	46,0	44,5
Макар	48,8	50,2	51,8	50,3
Сотник	48,2	50,7	52,8	50,6
Брат	48,1	49,6	51,0	49,6
Ярило	38,7	40,1	41,8	40,2
Wanad	44,3	45,8	47,2	45,8
Трибун	41,7	43,2	44,6	43,2
Magnat	45,7	47,1	48,8	47,2
SG-H-242	37,1	39,6	41,0	39,2
Батько	36,3	37,4	38,6	37,4
Таня	37,6	38,2	40,6	38,8
Дербентская черноколосая	25,4	25,9	27,2	26,2
НСР	1,31	1,15	1,54	

Между крупнозерностью и продуктивностью растений по литературным данным имеется тесная прямая связь [5-8]. Кроме того изучаемый признак подвержен крайним отклонениям по годам [9-10].

По другим данным связь между морозостойкостью и массой зерна с растения, массой 1000 зерен, продуктивной кустистостью и числом зерен в колосе по слабая, что свидетельствует о возможности сочетания этих признаков в одном генотипе

[11].

В нашей работе результаты корреляционного анализа показали, что масса 1000 зерен в средней степени отрицательно коррелирует со стекловидностью ($r = -0,57$) и слабо отрицательно с выполненностью ($r = -0,43$), натурой зерна ($r = -0,41$) и числом стеблей с единицы площади ($r = -0,31$). Практически не отмечено взаимосвязи с высотой растения и урожайностью (табл. 3).

Таблица 3

Корреляционные связи крупнозерности с урожайностью и показателями качества зерна

Признаки	Высота	Число стеблей сед. площади	Масса зерна с ед. пл.	Оценка зерна	Стекловидность	Натура зерна
масса 1000 зерен	-0,11	-0,31	0,03	-0,43	-0,57	-0,41

Таким образом, изучение признака масса 1000 зерен, являющегося одним из важных показателей характеризующим качество зерна у тритикале показало, что крупность зерна варьирует по сортам и в зависимости от условий года. Среди изученных сортообразцов по данному признаку выделились Макар, Сотник, Брат (все из Краснодарского НИИСХ им П.П. Лукьяненко) и Magnat из Франции. Отмеченные тритикале также превосходят

районированные сорта озимой мягкой пшеницы Батько, Таня и местную рожь.

Корреляционный анализ не выявил положительных связей между крупнозерностью и урожайностью. Отмечены отрицательные взаимосвязи со стекловидностью, выполненностью и натурой зерна, и числом стеблей с единицы площади ($r = -0,31$).

Литература

1. Куркиев К.У., Магомедов А. М., Куркиева М.А., Гаджимагомедова М.Х., Магомедова А.А. Агро-экологическое изучение сортообразцов пшеницы и тритикале в Республике Дагестан. Проблемы развития АПК региона, 2013, 2 (14): 18-22.
2. Куркиев К.У., Мукайлов М.Д., Джанбулатов М.М. Сравнительная характеристика сортообразцов пшеницы и тритикале при выращивании в различных агро-экологических условиях Дагестана. Проблемы развития АПК региона 2014, 2 (18): 25-28.
3. Пополнение, сохранение в живом виде и изучение мировой коллекции пшеницы, эгилопса и тритикале. (Методические указания). СПб.: ВНИИР им. Н.И. Вавилова, 1999.
4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат, 1985. 416 с.
5. Неттевич Э.Д. Изучение гибридов яровой пшеницы в связи с проблемой использования гетерозиса // С. -х. биология. 1969. Т. 4. Вып. 3. С. 332 – 340.
6. Пантюхова Т.А. Создание и оценка исходного материала для селекции кормовой пшеницы в условиях южной лесостепи Сибирского Прииртышья: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.05. Омск, 1995. 17 с.
7. Власенко В.А. Наследование агробиологически ценных признаков при использовании в скрещиваниях современных сортообразцов озимой пшеницы различного географического происхождения // Интенсификация селекционного процесса зерновых культур. Мироновка, 1987. С. 58 – 64.
8. Лящева С.В. Оценка сортов и линий озимой мягкой пшеницы, различающихся по биологии, продуктивности и устойчивости к неблагоприятным факторам: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.05. Саратов, 2000. 19 с.
9. Калашник Н.А., Портянко В.А., Богачков В.И. Селекционно-генетический анализ продуктивности гибридов овса // Генетика. 1984. Т. 21. №10. С. 1722 – 1729.
10. Савицкая В.А. Корреляция между продуктивностью и важнейшими количественными признаками яровой твердой пшеницы // Сб. науч. тр. СибНИИСХ. 1971. Т. 1 (16). С. 31 – 36.
11. Уразалиев Р.А., Нурпеисов И.А. Селекционно-генетические аспекты морозостойкости озимой пшеницы // Повышение зимостойкости озимых зерновых: сб. науч. тр. М. : Колос, 1993. - С. 35 – 41.

References

1. Kurkiev K.U., Magomedov A. M., Kurkieva M.A., Gadzhimagomedova M.H., Magomedova A.A. Agro-jekologicheskoe izuchenie sortoobrazcov pshenicy i tritikale v Respublike Dagestan. Problemy razvitija APK regiona, 2013, 2 (14): 18-22.
2. Kurkiev K.U., Mukailov M.D., Dzhanbulatov M.M. Sravnitel'naja harakteristika sortobrazcov pshenicy i tritikale pri vyrashhivanii v razlichnyh agro-jekologicheskikh uslovijah Dagestana. Problemy razvitija APK regiona 2014, 2 (18): 25-28.
3. Popolnenie, sohranenie v zhivom vide i izuchenie mirovoj kollekcii pshenicy, jegilopsa i tritikale. (Metodicheskie ukazanija). SPb.: VNIIR im. N.I. Vavilova, 1999.
4. Dospheov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovanij). M.: Agropromizdat, 1985. 416 s.
5. Nettevich Je.D. Izuchenie gibridov jarovoj pshenicy v svyazi s problemoj ispol'zovanija geterozisa // S. -h. biologija. 1969. T. 4. Vyp. 3. S. 332 – 340.
6. Pantjuhova T.A. Sozdanie i ocenka ishodnogo materiala dlja selekcii kormovoj pshenicy v uslovijah juzhnoj lesostepi Sibirskogo Priirtysh'ja: avtoref. dis. ... kand. s.-h. nauk : 06.01.05. Omsk, 1995. 17 s.
7. Vlasenko V.A. Nasledovanie agrobiologicheski cennyh priznakov pri ispol'zovanii v skreshhivanijah sovremennyh sortoobrazcov ozimoj pshenicy razlichnogo geograficheskogo proishozhdenija // Intensifikacija selekcionnogo processa zernovyh kul'tur. Mironovka, 1987. S. 58 – 64.
8. Ljashheva S.V. Ocenka sortov i linij ozimoj mjagkoj pshenicy, razlichajushhihsja po biologii, produktivnosti i ustojchivosti k neblagoprijatnym faktoram: avtoref. dis. ... kand. s.-h. nauk: 06.01.05. Saratov, 2000. 19 s.
9. Kalashnik N.A., Portjanko V.A., Bogachkov V.I. Selekcionno-geneticheskij analiz produktivnosti gibridov ovsa // Genetika. 1984. T. 21. №10. S. 1722 – 1729.
10. Savickaja V.A. Korreljacija mezhdru produktivnost'ju i vazhnejshimi kolichestvennymi priznakami jarovoj tvrdoj pshenicy // Sb. nauch. tr. SibNIISH. 1971. T. 1 (16). S. 31 – 36.
11. Urazaliev R.A., Nurpeisov I.A. Selekcionno-geneticheskie aspekty morozostojkosti ozimoj pshenicy // Povyshenie zimostojkosti ozimyh zernovyh: sb. nauch. tr. M. : Kolos, 1993. - S. 35 – 41.

*Kurkiev K.U., Doctor of Biological Sciences (Advanced Doctor),
Dagestan Experimental Station of the FGBNU Federal Research Center
All-Russian Institute of Genetic Resources Plants named after N.I. Vavilov,
Alimuradov N.A., Applicant,
Dagestan State Agrarian University of M.M. Dzhambulatov,
Gadzhimagomedova M.H.,
Dagestan Experimental Station of the FGBNU Federal Research Center
All-Russian Institute of Genetic Resources Plants named after N.I. Vavilov*

CHARACTERISTICS OF HEXAPLOID TRITIC TICS SORTS FOR LARGE GRAIN

Abstract: work has been carried out to study one of the quality indicators - the mass of 1000 grains in the varieties of winter triticale of various origin and to identify possible correlation links of this feature with yield and other indicators of grain quality. The material of the study was 17 sorts of hexaploid triticale of various environmental geographic origin. For comparison, 2 varieties of winter soft wheat and a variety of local rye were also studied.

As a result of the work it was shown that this feature varies according to grades and depending on the conditions of the year. Among studied varieties were Makar, Sotnik, Brother (all from the Krasnodar Research Institute of Petrochemicals named after PP Lukyanenko) and Magnat from France. The noted triticale also excel the regionalized varieties of winter soft wheat, Batko, Tanya and local rye.

Correlation analysis did not reveal positive links between coarse-grain and yield. Negative relationships with the vitreousity, fulfillment and nature of the grain, and the number of stems from the area unit were noted.

Keywords: triticale, mass of 1000 grains, correlation, grain quality