

АГРО



№ 4–6 2010

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Индекс в каталоге «Почта России» 10852

Свидетельство о регистрации № 015954 от 15.04.1997 г.

Редакционная коллегия: Г.И. Баздырев, В.М. Баутин, В.Г. Безуглов, А.Н. Березкин, В.И. Глазко, И.В. Горбачев, В.И. Долженко (главный редактор), Г.А. Жариков, Ю.П. Жуков, А.А. Жученко, А.А. Завалин, В.Г. Заец, И.В. Зарева, А.В. Захаренко, А.В. Зелятров (зам. главного редактора), М.М. Левитин, М.И. Лунев, А.М. Медведев, О.А. Монастырский, С.Я. Попов, М.С. Раскин (зам. главного редактора), Б.И. Сандухадзе, А.И. Силаев, М.С. Соколов (зам. главного редактора), С.П. Старостин (председатель консультационного совета), В.И. Черкашин, В.А. Шкаликов

Ответственный за выпуск: кандидат биологических наук,
профессор О.А. Монастырский

Верстка: Л.В. Самарченко

Корректор: Л.А. Киселева

Научно-практический журнал
«Агро XXI»

включен в перечень периодических научных
и научно-технических изданий,
в которых рекомендуется публикация
основных результатов диссертаций
на соискание степени доктора наук

С электронной версией журнала можно ознакомиться на сайте www.agroxxi.ru

Адрес редакции:

119590, Москва, ул. Минская, 1 Г, корп. 2

Телефон: (495) 780-87-65

Факс: (495) 780-87-66

E-mail: info@agroxxi.ru <http://www.agroxxi.ru>

Тираж 2000 экз.

СОДЕРЖАНИЕ

О.А. Монастырский Задачи и перспективы биологической защиты сельскохозяйственных растений	3
ЭКОНОМИКА	
Д.Д. Бабаджанов Обоснование экономической целесообразности формирования органического земледелия в Таджикистане	5
СЕЛЕКЦИЯ	
О.Б. Батакова, В.И. Хорева, О.Н. Ковалева, И.Г. Лоскутов Источники скороспелости и качества зерна ярового ячменя для условий европейского севера России	7
И.И. Супрун, Е.В. Ульяновская, Я.В. Ушакова, Е.Н. Седов, Г.А. Седышева, З.М. Серова Комплексный подход к созданию устойчивых к парше сортов яблони с использованием молекулярно-генетических методов	10
В.И. Филин, Н.И. Тихонов Влияние агрометеорологических и технологических факторов на структуру урожая сортов озимого ячменя при возделывании на пивоваренные цели	12
Ю.И. Чевердин, А.Н. Рябцев, Н.Г. Мухин Продуктивность сои в зависимости от изменяющихся условий произрастания	15
АГРОПОЧВОВЕДЕНИЕ	
В.С. Юргина Роль минерального азота и ассоциативных ризобактерий в формировании продуктивности редики масличной	17
Ю.Н. Синих Севооборот и биологизация земледелия	19
Е.В. Бирюков Влияние агроклиматических условий Тамбовской области на продуктивность сидератов	20
Ц.Д. Мангатаев, М.А. Намсараева, Л.В. Забанова Пространственная неоднородность каштановых почв склоновых ландшафтов Забайкалья по агрохимическим показателям и биопродуктивности	22
ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ	
В.Г. Чурикова, А.И. Силаев Вредители ярового рапса в Нижнем Поволжье	24
Е.Г. Климентова, Л.К. Каменек, Д.В. Каменек, А.А. Купцова, М.А. Терпиловский, О.Л. Янишевская Перспективы использования дельта-эндотоксина <i>Bacillus thuringiensis</i> как биорегулятора роста растений с фитозащитными свойствами	27
ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ	
В.А. Кудрявцев Практические рекомендации для лесоводственных уходов в елово-лиственных древостоях	29
А.А. Соломахин, Ю.В. Трунов, Т.Г.-Г. Алиев, М. Бланке Новая технология регулирования качества урожая в саду при помощи машины для механического прореживания цветов	30
Д.М. Брыксин Особенности роста и плодоношения жимолости при задернении междурядий почвопокровной культурой	33
Е.С. Лукин, Ю.В. Трунов, А.А. Новоторцев, Т.Н. Гришутина, Г.В. Логунова Применение регуляторов роста, антиоксидантов и осенней некорневой подкормки азотом для повышения устойчивости и продуктивности вишни	34
ЭКОЛОГИЯ	
С.М. Сычев, И.В. Сычева, А.В. Солдатенко Экологическая устойчивость и адаптивность сортов салата по уровню накопления радионуклидов	36
Г.Е. Ларина Экологическое состояние почвы сельскохозяйственного назначения: индикация и прогноз	39
А.В. Халецкий, А.Л. Лукин, В.В. Котов Агроэкологическая оценка сортов и гибридов подсолнечника	41
А.И. Беленков, А.А. Холод, В.П. Шачнев Агроэкологические аспекты биологизированных полевых севооборотов и системы основной обработки светло-каштановых почв нижнего Поволжья	43
В.И. Глазко Нанобиотехнологии — основа новой научно-технической революции	45

УДК 632.4 : 08 : 633.11

ЗАДАЧИ И ПЕРСПЕКТИВЫ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ

PROBLEMS AND PROSPECTS OF BIOLOGICAL PLANT PROTECTION

О.А. Монастырский, Всероссийский НИИ биологической защиты растений, 350039, Россия, Краснодар-39, ВНИИБЗР, тел.: (821) 228-17-70, e-mail: omon36@mail.ru

O.A. Monastyrsky, All-Russian Research Institute of Biological Plant Protection, 350039, Russian Federation, Krasnodar-39, VNIIBZR, tel.: (821) 228-17-70, e-mail: omon36@mail.ru

Главной задачей института признано научное обоснование и практическая реализация стратегии и тактики экологизированной защиты сельскохозяйственных растений и урожая. Задача решается выполнением трех блоков исследований. Приведены основные результаты этих исследований и обозначены перспективы их развития.

Ключевые слова: биологическая защита растений, биоагенты, биопрепараты, зональные системы биозащиты, экологический фингерпринт, мониторинг фитосанитарного состояния агроэкосистем.

The main task of the Institute is considered to be the scientific substantiation and practical realization of the strategy and tactics of ecologized protection of agricultural crops and yield. The task is being solved by conducting three research lines. The main results of this research are given and the perspectives of their development are identified.

Key words: biological plant protection, bioagents, biopreparations, zonal systems of biological protection, ecological peptide mapping, monitoring of phytosanitary condition of agroecosystems.

С 1950-х гг. в мире быстро увеличивается научный и практический интерес к разработке и производственному использованию защитных биопрепаратов как в качестве самостоятельных средств, так и в системах интегрированной защиты растений. Разработка средств и методов биологической защиты определены Правительством РФ в качестве приоритетных направлений исследований государственных Академий наук. Особую значимость биологическая защита растений и продуктов урожая приобретает в связи с предстоящим вступлением России в ВТО, генеральные соглашения которой, а также Соглашение по сельскому хозяйству жестко определяют торговую деятельность, направленную на контроль качества и безопасности сельскохозяйственного сырья, пищевых продуктов и кормов, в т.ч. введение экологической пошлины на эти товары. Поэтому исследования биоагентов, биопестицидов, биопрепаратов и технологий их применения интенсивно проводятся в США, странах ЕС и других развитых и развивающихся странах.

Около 90% производимых в мире средств биозащиты составляют биопрепараты — биопестициды для борьбы с вредителями и возбудителями болезней растений. Наибольший удельный вес занимают биопрепараты для борьбы с вредителями вегетирующих растений. Среди занимающих второе место биопрепаратов-биофунгицидов преобладают биопрепараты для защиты вегетирующих растений и хранящихся продуктов урожая злаковых культур от поражения грибными возбудителями болезней, особенно видами токсикообразующих грибов фузариев, аспергиллов, пенициллов, альтернарии и мукора. В последние 10 лет развиваются исследования и практические разработки по биологической борьбе с сорняками.

В плане практического использования биологической защиты растений особую трудность представляет то, что зарегистрированные биопрепараты и биоагенты нарабатываются небольшими фирмами, лабораториями и цехами опорных пунктов научно-исследовательских институтов.

Важные задачи по разработке средств и методов биологической защиты сельскохозяйственных растений решает Всероссийский научно-исследовательский институт биологической защиты растений, которому в этом году исполняется 50 лет.

Главной задачей института признано научное обоснование и практическая реализация стратегии и тактики экологизированной защиты вегетирующих растений и урожая в условиях интенсивного растениеводства, основывающегося на рациональном использовании природных ресурсов агроценозов и направленном увеличении потенциала их биологической продуктивности. При решении этой задачи важное значение имеет стабилизация и повышение биораз-

нообразия населяющих их полезных видов организмов и контроль возбудителей болезней и вредителей. Это возможно только при проведении масштабного мониторинга фитосанитарного состояния в целом агроландшафтов, агроценозов и отдельных хозяйств разных форм собственности. В результате мониторинга выявляются актуальные виды вредных и полезных организмов, их распространение на обследуемых территориях и объектах. С учетом этих данных разрабатываются и применяются защитные мероприятия с преимущественным использованием биологических средств контроля вредных организмов как самостоятельно, так и в системах интегрированной защиты. Результаты мониторинга используются также и для биологического оздоровления обедненных агроценозов путем заселения полезными микроорганизмами, насекомыми и растениями.

Отдельной частью задачи, решаемой институтом, является картирование распространения адвентивных сорных растений, создание и практическое применение средств их биологического подавления. С этой целью используются аборигенные виды насекомых полифагов и интродуцированные виды фитофагов, например, амброзиевый листоед и амброзиевая совка.

При решении всех задач находят применение исследуемые нетоксичные и малотоксичные вещества синтетического и природного происхождения, обладающие рострегулирующей и иммуномодулирующей способностью.

Главная задача института решается выполнением трех основных блоков исследований, охватывающих основные направления биологической защиты растений.

Первый блок включает разработку зональных систем биологизированной защиты основных зерновых, овощных и плодовых культур от доминирующих в агроценозах вредителей. С этой целью разрабатываются современные методы массового разведения насекомых-фитофагов для выращивания на них энтомофагов, получения биологического материала в качестве субстрата для отбора и искусственной наработки высоковирулентных штаммов энтомопатогенных вирусов и создание на их основе вирусных биопрепаратов. В качестве биоагентов исследуются и используются в защите растений энтомопатогенные нематоды и гербифаги. Проводится усовершенствование технологии фитосанитарного оздоровления виноградников, садов семечковых и косточковых культур на основе оптимизации систем защиты от основных вредителей. Эти системы основываются на методах подавления размножения вредителей с помощью феромонов, бактериальных и вирусных защитных биопрепаратов и биологически активных веществ. Так, апробированная в хозяйствах схема

биологической защиты яблони от вредителей позволила предотвращать вспыхивания размножения вредных видов и сократить в 2—3 раза число обработок химическими пестицидами.

Большое внимание уделяется исследованию межвидовой и внутривидовой химической коммуникации членистоногих, процессам биологического контроля вредных видов на основе нарушения их репродуктивных функций, идентификации и синтезу феромонов и технологиям их практического применения для мониторинга вредных видов насекомых и клещей, их дезориентации и десиминации.

В институте созданы и постоянно пополняются коллекции живых культур различных видов энтомофагов, гербицидов, микроорганизмов-антагонистов и супрессоров возбудителей заболеваний растений, а также бактерий и вирусов — возбудителей болезней насекомых-вредителей.

Второй блок исследовательских и опытно-производственных работ направлен на обеспечение биологической защиты посевов и хранящегося зерна злаковых культур от поражения возбудителями грибных болезней, особенно видами токсинообразующих грибов. Конечной целью этих работ является создание рецептур и опытно-промышленных регламентов производства эффективных защитных биопрепаратов и основанных на них защитных биотехнологий. Актуальность этих исследований определяется тем, что в настоящее время в среднем ежегодно более 30% всходов поражено корневыми гнилями, около 20—22% посевов поражено видами токсинообразующих грибов, более 60% исследованных образцов хранящегося зерна заражено патоконкомплексом видов токсинообразующих грибов и 8—8,5% загрязнено опасными микотоксинами.

В качестве теоретической основы для разработки защитных биопрепаратов исследуются факторы эволюции и закономерности природной биорегуляции в агроценозах популяций видов токсиногенных грибов и бактерий, специфичности и уровней образования ими токсинов при поражении посевов и хранящегося зерна, находящихся в производстве сортов злаковых культур. Проводится системный мониторинг пораженности токсиногенными микроорганизмами и загрязнения микотоксинами сельскохозяйственного пищевого сырья и кормов. Осуществляется скрининг большого числа видов природных биоагентов. Ведется их селекция в направлении повышения конкурентоспособности с патогенной микрофлорой, в т.ч. путем синтеза метаболитов, способных дезорганизовывать процессы жизнедеятельности фитопатогенов, в частности, процессы токсинообразования.

С использованием данных этих исследований были созданы рецептуры и разработаны опытно-промышленные регламенты производства защитных биопрепаратов дизофунгина, дизофунгина плюс, батана и пролама. Рецептуры этих биопрепаратов и способы их применения для защиты посевов и хранящегося зерна злаковых культур запатентованы. Биопрепараты проходят широкие производственные предрегистрационные испытания. Биопрепарат пролам зарегистрирован и производится фирмой БиоТехАгро.

При разработке рецептур защитных биопрепаратов начинают использоваться нанотехнологии в части использования наночастиц кремния, фуллеренов и дендримеров. Их применение позволяет биологически активным метаболитам биоагентов биопрепаратов активно воздействовать на мембраны клеток защищаемых растений, проникать в клетки и взаимодействовать с ферментами и молекулами нуклеиновых кислот. Это взаимодействие вызывает в клетках каскад физиологических и биохимических процессов, выражающихся в проявлении интегральной устойчивости к фитопатогенам и их токсичным метаболитам. Наночастицы усиливают взаимодействие на молекулярном уровне метаболитов биоагентов с органеллами инфекционных структур грибов, адресно доставляя к ним защитные действующие вещества биопрепаратов. Это взаимодействие приводит к эффективному ингибированию развития и ток-

синогенеза грибов, а также проникновения и накопления микотоксинов в клетках вегетирующих растений и зерне. Начаты работы по использованию некоторых классов наночастиц для повышения защитных свойств биопрепаратов дизофунгина и батана.

Самостоятельным серьезным направлением работ института является создание агробиотехнологий для реализации задач биологизации защиты растений и развития биологической промышленности, производящей защитные биопрепараты.

Учитывая, что в настоящее время в мире нет приоритетных исследований по технологиям наработки биоагентов, мало информации о потенциальных видах бактерий, вирусов, грибов и биоконтролирующих агентов для создания новых биопрепаратов-биопестицидов, в институте активно решаются эти проблемы.

Фактором, сдерживающим поступательное развитие экологизации защиты растений, может стать отсутствие стандартных методов экономического анализа эффективности создания, производства и применения защитных биопрепаратов на всех стадиях производства сельскохозяйственной продукции. В основе этих методов должен лежать экологический фингерпринт, позволяющий оценивать разные биопрепараты системой одинаковых параметров. В данное время в их число включены: затраты на изготовление, объект применения (культура или вид продукции), биологическая эффективность защиты от целевых и сопутствующих патогенов, характеристика потенциальной и фактической безвредности, степень риска проявления вредного действия на биоту, возможность менеджмента рисков, сочетаемость с другими биопрепаратами и химическими пестицидами, видо- и сортоспецифичность защитного действия, способность снижать темпы генетической изменчивости целевых патогенов и ограничивать их генетическую дивергенцию, приводящую к образованию филогеографической структуры полевых популяций; способность к возникновению резистентности фитопатогенов к биопрепаратам, стандартизация биоагентов по показателям генетической паспортизации и биохимическому составу их действующих метаболитов, способности биоагентов рецептур биопрепаратов выживать в стрессовых условиях (климатических, погодных, хозяйственных), в которых могут быть защищаемые растения или продукты урожая; способность метаболитов биоагентов рецептур вызывать индукцию защитных реакций растений и зерна, а также детоксицировать токсичные метаболиты патогенов. Создание защитных биопрепаратов, способных детоксицировать вредные продукты жизнедеятельности фитопатогенных микроорганизмов, особенно микотоксины, становится одним из ведущих направлений исследований института.

В процессе создания и производственных испытаний биопрепаратов предполагается высокая степень доступности и применимости их в хозяйствах всех форм собственности, включая крестьянско-фермерские и личные подсобные хозяйства, учитывая, что в настоящее время в стране практическое применение защитных биопрепаратов составляет около 2% от общего применения пестицидов и нет технологий, необходимых для реализации полномасштабных задач биологизации защиты растений.

Третий блок научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ сконцентрирован на изучении тенденций и закономерностей изменения фитосанитарного состояния агроэкосистем в растениеводческих хозяйствах различных форм собственности. С этой целью систематически проводится фитосанитарный мониторинг посевов и хранящихся продуктов урожая, направленный на выявление и контроль распространения опасных видов вредителей и возбудителей болезней. При проведении мониторинга используются и постоянно совершенствуются компьютерные технологии, включающие создание компьютерных баз данных наземного и дистанционного (спутникового) зондирования сельскохозяйственных

территорий. Начата работа по созданию географической информационной системы, позволяющей получать оптимальные решения для сбора, хранения, анализа и графической визуализации фитосанитарной информации о распространении наиболее важных видов вредителей и возбудителей болезней.

Техническую базу мониторинга создают работы по созданию приборов для дистанционного наземного обнаружения вредителей и возбудителей болезней и регистрации параметров среды, определяющих вероятность возникновения и развития заболеваний растений. Разрабатывается оригинальное оборудование для технологий разведения полезных насекомых, наработки инокулюма

ряда возбудителей грибных заболеваний зерновых культур в целях его использования для тестирования устойчивости испытываемых сортов и линий пшеницы и кукурузы.

Сегодня институт обладает необходимыми высококвалифицированными кадрами исследователей, сельскохозяйственными угодьями и еще работоспособным научным оборудованием. Поступательное развитие института как ведущего научного учреждения страны в области биологической защиты растений будет определяться введением государственных механизмов трансформации научных разработок в конкретные рыночные продукты и технологии и использования их в промышленном растениеводстве. ■

УДК 333.72

ОБОСНОВАНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ В ТАДЖИКИСТАНЕ

SUBSTANTIATE OF ECONOMIC EXPEDIENCY OF FORMING OF ORGANIC AGRICULTURE IN TAJIKISTAN

Д.Д. Бабаджанов, Таджикский государственный университет права, бизнеса и политики, 735700, Республика Таджикистан, г. Худжанд, ул. Жуковского 26а, Тел. (992-3422) 6-17-05, (92) 773-46-46.
D.D. Babadzhanov, The Tadjik State University of Right, Business and Policy, 735700, Republic of Tajikistan, Khojend, Zhukovsky st., 26a, tel.: (992-3422) 6-17-05, (92) 773-46-46.

В статье рассмотрены вопросы целесообразности формирования органического сектора земледелия в сельском хозяйстве Таджикистана. Определена специфика природных ресурсов. Рассмотрены особенности нынешнего состояния сельской экономики, предпосылки и цели, достигаемые при введении органического земледелия, круг решаемых им задач и его значение в использовании внутренних ресурсов. Показаны пути формирования органического земледелия на основе анализа возможностей различных зон республики и отраслей в производстве экологически чистой продукции.

Ключевые слова: органическое земледелие, Таджикистан, сельская экономика, экологически чистая продукция.

The questions of expediency of forming of organic sector of agriculture in Tajikistan were regarded in the article. Specification of nature resources is determined. Peculiarities of today's agro-economic condition, prerequisites and aims, which we will reach after introduction of organic agriculture, tasks and its importance in using of internal resources were determined in this article. The ways of forming organic agriculture on the base of analyze opportunities in different zones of the republic and branches in production of ecological pure production were shown in the article.

Key words: organic agriculture, Tajikistan, rural economy, non-polluting production.

Сектор органического земледелия как научно обоснованная система ведения сельского хозяйства Таджикистана в XXI веке должен рассматриваться как теоретико-практическая база ведения сельского хозяйства для получения экологической сельскохозяйственной продукции и предотвращения загрязнения окружающей среды.

Исследование показывает, что нынешнее положение аграрной отрасли, где происходит падение производства, утрата достигнутых преимуществ в технологии и организации производства вследствие усиления эрозии почв, ухудшения мелиоративного состояния земель, распространения болезней животных и вредителей сельскохозяйственных культур, восстановление природных ресурсов, становится основной проблемой.

Важно подчеркнуть, что ситуация в сельском хозяйстве республики постоянно меняется. Сложившееся положение требует обоснования отдельных положений системы ведения сельской экономики, разработки и внедрения механизма формирования направлений совершенствования его развития. Для формирования научно обоснованной системы органического земледелия использование имеющихся природно-климатических условий и традиций таджикского двора может сыграть важное значение в ведении отрасли.

На относительно сложной географической территории Таджикистана, рассматриваемой с точки зрения пригодности для ведения сельскохозяйственного производства, где горы занимают более 93%, специалистами выделяется 10 почвенно-климатических зон. (Для сравнения: в Швейцарии, очень близкой по многим параметрам, их всего четыре). Процессы, происходящие в социально-экономической жизни Таджикистана за последние 10–15 лет, с одной стороны, многократно упростили, а с другой, значительно увеличили многообразие условий жизни, расширили масштабы аграрного труда, что создает условия для внесения изменений в систему ведения сельского хозяйства.

Сельское хозяйство в силу его места в развитии национальной экономики республики и в перспективе будет служить исходной основой достижения социально-экономических перемен. Именно выбор новых направлений ее развития и предоставление прав и возможностей любой форме хозяйствования может обеспечить устойчивый рост сельскохозяйственного производства. Несомненно, формирование и развитие органических систем земледелия,

на наш взгляд, серьезно изменит механизм функционирования отрасли в условиях рынка.

Общеизвестно, что условия для ведения сельского хозяйства в «горных» и «долинных» зонах республики неодинаковы и разнообразны. При этом природное качество сырья и продуктов сельского хозяйства, произведенных в разных регионах республики, также неодинаковы, поэтому неравнозначна и денежная стоимость получаемых полезных компонентов. Однако практика показывает, что почти во всех регионах очень высоко влияние человеческого фактора на производство продукции сельского хозяйства. Этот фактор указывает на изменения направления развития аграрной экономики в условиях рынка.

Конкретные формы влияния человеческого фактора разнообразны, но они могут иметь решающее значение при определении полезности того или иного произведенного продукта. Сама жизненная практика и интересы страны определяют потребности в использовании имеющегося производственного потенциала отдельных отраслей растениеводства и животноводства. В условиях Таджикистана дальнейшее развитие должны получить садоводство, овощеводство, картофелеводство «пригородного», «богарного» и «горного» типов органического земледелия. Решение этой проблемы позволит реально учитывать возможные пути, формы и методы продовольственного обеспечения республики и продукцией отечественного производства и наращивать объем ее экспорта.

Разработка научно обоснованной системы ведения органического земледелия как части общенациональной модели развития страны позволит размещать производство по регионам в соответствии с природными, социально-демографическими и политическими условиями.

Исходя из этого положения, рассмотрим условия и перспективы формирования и развития органического земледелия в Таджикистане.

1. Особенности сельской экономики Таджикистана

Сельское хозяйство республики — обширная и жизненно необходимая отрасль, которой принадлежит важнейшее значение в осуществлении стратегической цели государства — достижении продовольственной безопасности страны. Этой отрасли, наряду с развитием энергетической и транспортной отраслей, отведено основное место для создания базы развития национальной экономики и обеспечения подъема материального и культурного уровня

жизни народа. В сельской местности проживает более 70% населения, и почти 60 процентов экономически активного населения работает в этой отрасли. Все орошаемые земли в основном используются для сельскохозяйственных целей. Основная часть продуктов питания, потребляемых населением страны, и сырье для перерабатывающей и легкой промышленности производится в сельском хозяйстве. Доля сельского хозяйства в ВВП республики в 2007 г. составила 19,8% [5].

Северная и восточная части республики отличаются суровыми и продолжительными зимами. На полезных территориях среди гор и межгорий успешно выращиваются картофель и зерновые культуры. Лесное хозяйство и садоводческая отрасль расположены на высоте до 2,5—3 тыс. м над уровнем моря. Предгорные и горные зоны используются для пастбищного отгонного животноводства. На незначительной территории республики отмечается более 300 солнечных дней, позволяющих эффективно использовать продолжительность светового времени для получения 2—3 урожаев сельскохозяйственных культур (овощей, картофеля и др.).

2. Объективная необходимость формирования

Уникальные природно-климатические условия позволяют переходить к новой форме ведения сельского хозяйства для успешного решения проблем аграрной экономики в XXI в., сохраняя при этом традицию, образ жизни и психологию населения. Экономическую основу в национальной экономике будет составлять органическая система как заметный фактор предотвращения ухудшения экологической ситуации, позволяющий не только поддержать сельскую местность, но и создать условия для несельскохозяйственной занятости в селах.

Новая система ведения сельского хозяйства, на наш взгляд, позволяет решать и 4 общенациональные цели, которые составляют основу экономической политики государства:

- а) построение общественных отношений с присущим им социально ориентированным направлением, с развитым аграрным сектором;
- б) достижение реальной занятости населения и выравнивание доходов путем поддержки менее благоприятных для аграрного производства регионов, т.е. предгорных и горных зон, которые характеризуются низкопродуктивными землями;
- в) обеспечение продовольственной безопасности республики на основе стимулирования дехканских (фермерских) хозяйств, в применении различных форм хозяйствования и использования технологии, ведущей к сохранению природной среды и увеличению производства экологически чистой продукции, так как наблюдается острая нехватка энергоносителей, которые завозятся в республику по высоким мировым ценам;
- г) выделение гидроэнергетических ресурсов в качестве ключевых проблем развития национальной экономики и применение их как основы формирования органического земледелия.

3. Решаемые задачи при переходе к органическому земледелию

Исследование показывает, что объективная необходимость перехода к модели развития аграрной экономики с основами органического земледелия в Таджикистане будет способствовать решению следующих задач:

- а) укреплению веры всех слоев населения в правильность экономической политики правительства республики относительно избранного пути развития, что в условиях глобализации является основой в укреплении позиции республики;
- б) обеспечению необходимого уровня благосостояния населения на основе формирования новой формы хозяйствования, способного на саморазвитие;
- в) возрождению и укреплению семейных устоев, национальных традиций и образа жизни, возрождению аграрной

отрасли как составной части национальной экономики на основе лучшего использования природных, трудовых, земельно-водных ресурсов, географических и демографических особенностей республики;

г) внесению ясности и существенных изменений в социально-экономическую структуру аграрного сектора путем коренной реконструкции сельскохозяйственного производства и совершенствования экономических взаимоотношений;

д) созданию реальных возможностей для разумного использования природно-климатических ресурсов и развития международной торговли;

е) расширению межхозяйственных и мирохозяйственных связей Таджикистана и определению его места в мировой экономике.

4. Обеспечение продовольственной безопасности

В условиях рыночных отношений аграрная экономика должна быть способна к устойчивому обеспечению продовольственной безопасности страны. При формировании органического земледелия она будет достигнута путем использования в основном имеющихся внутренних ресурсов на основе:

- а) реального перехода к научно обоснованной системе — модели ведения сельского хозяйства путем развития различных форм организации труда и производства, построения высокоэффективной многоукладной сельской экономики;
 - б) проведения новой политики для сохранения генетического разнообразия, использование биологических циклов для увеличения производства экологически чистой продукции;
 - в) применения эффективных технологий выращивания сельскохозяйственных культур органического земледелия;
 - г) государственной поддержки формирования органического земледелия с прозрачной, более адресной и эффективной политикой для достижения устойчивого развития и функционирования различных форм собственности и типов хозяйства;
 - д) совершенствования материального и морального стимулирования специалистов, глубоко знающих перспективы развития аграрной экономики, методы и пути укрепления ее позиций в национальной экономике.
- Все перечисленные цели вытекают из необходимости рационального использования природно-ресурсного потенциала, опыта населения республики в ведении не только традиционного, но и органического земледелия в горных и пригородных зонах республики. В Раштской долине, ГБАО, районах республиканского подчинения (Файзабадском, Гиссарском, Турсунзадевском) и горной зоне Согдийской области в значительном объеме производится экологически чистая продукция, полученная без применения минеральных удобрений и пестицидов (фрукты, овощи).

5. Пути формирования

Сельское хозяйство республики характеризуется наличием большого количества однотипных товаропроизводителей, что создает условия для конкурентоспособной среды на рынке сельхозпродукции. Большинство из них производят несколько видов товарной продукции, развивая одновременно растениеводство и животноводство. Такое ведение производства позволяет использовать побочную продукцию в различных отраслях, а также земельные ресурсы, непригодные для расширения посевов основных культур, для возделывания других культур и закладки садов. Эти условия открывают большие возможности для перехода к органическому земледелию.

В настоящее время способом организации производства в сельском хозяйстве республики выступают: частный сектор, который представляют приусадебные участки населения, индивидуальные и семейные дехканские (фермерские) хозяйства, подсобное хозяйство населения, а

также госхозы (плодопитомники, сортоиспытательные участки), сельскохозяйственные производственные кооперативы, сельскохозяйственный потребительский кооператив, коллективное хозяйство (сельскохозяйственная артель), акционерные общества и другие формы предпринимательской деятельности. В последние годы широкое развитие получили такие характерные для таджикского двора отрасли, как козоводство, яководство, коневодство, пчеловодство и различные виды ремесел.

Особое место в новой системе ведения сельского хозяйства республики может занять производство винограда, овощей и фруктов, цитрусовых, субтропических и орехоплодных культур, продукции пчеловодства, шелководства, рыбоводства, птицеводства, кролиководства, мясо- и молочного горного козоводства и яководства как перспективной отрасли национальной экономики для производства экологически чистой продукции.

При государственной поддержке создание рыночных структур (продовольственных бирж, маркетинговых центров, консультативной службы) и, главное, разработка программ ведения различных отраслей с учетом их особенностей по принципам органического земледелия позволит каждой форме хозяйствования выбрать ту отрасль, которая в наибольшей степени будет соответствовать ее интересам и возможностям.

На наш взгляд, широкая информированность населения о природно-климатическом потенциале республики для формирования органического сельского хозяйства является основной предпосылкой дальнейшего его развития. Для достижения этой цели необходимо повысить социальную активность сельского населения и развивать

у него инициативу и предприимчивость на основе традиций таджикского народа по ведению экологически чистого производства.

Таким образом, природно-ресурсный потенциал Таджикистана и его регионов должен быть использован не только как общенациональное достояние, но и как база для развития сельского хозяйства и национальной экономики в целом. Заметим, что только использование энергии рек и озер путем строительства малых ГЭС превратит аграрную экономику республики в надежный фактор обеспечения продовольственной безопасности страны.

Органическое земледелие при его полном формировании и функционировании приведет к созданию многофункциональной аграрной экономики. Она будет способствовать организации и размещению дехканских (фермерских) хозяйств, малых, средних и совместных предприятий и других объектов в зависимости от особенностей территорий, природно-ресурсного и трудового потенциала, перспективности сел и деревень, зон и регионов республики. Такой подход обогатит содержание и понятие органической системы ведения сельского хозяйства рыночного типа и позволит достичь устойчивого развития и эффективного использования полезных территорий на отдаленную перспективу. С учетом особенностей регионов и местных традиций появится возможность освоения систем земледелия, основой которых будут выступать применение разноглубинной обработки почвы, применение органических удобрений, низкзатратных технологий возделывания сельскохозяйственных культур и биологических методов ведения сельского хозяйства путем постепенного отказа от минеральных удобрений и химических средств защиты растений. ■

Литература

1. Браун Л., Флавин К. Новая экономика для нового века. Офис международных информационных программ. Госдепартамент США. — 1999.
2. Гордеев А., Черняков Б. Некоторые аспекты продовольственной проблемы мира // Вопросы экономики. 2001, №6.
3. Горчаков Я.В., Дурманов Д.Н. Мировое органическое земледелие XXI века. М., 2002.
4. Ладонин В.Ф. Стратегия земледелия России в XXI веке. — М.: Агроконсалт, 1999.
5. Сельское хозяйство Республики Таджикистан. Статистический сборник. Душанбе, 2008.

УДК 633.16:631.52

ИСТОЧНИКИ СКОРОСПЕЛОСТИ И КАЧЕСТВА ЗЕРНА ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ ДЛЯ УСЛОВИЙ ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРА РОССИИ

THE SOURCES OF EARLINESS AND QUALITY OF GRAIN OF SPRING BARLEY FOR EUROPEAN NORTH OF RUSSIA CONDITION

О.Б. Батакова, Котласская семеноводческая опытная станция, 165390, Россия, Архангельская область, Котласский район, д. Курцево, ул. Центральная, 36, тел.: (81837) 7-08-31, e-mail: ksoch00@mail.ru

В.И. Хорева, О.Н. Ковалева, И.Г. Лоскутов, ВИР им. Н.И. Вавилова, 190000, Россия, С-Петербург, ул. Большая Морская, 44, тел. (812) 571-93-88, e-mail: o.kovaleva@vir.nw.ru, i.loskutov@vir.nw.ru

О.В. Batakova, Kotlas seed production field station, 165390, Russian Federation, Arkhangel'sk region, Kotlas district, Kurtcevo, Central'naya st., 36, tel.: (81837) 7-08-31, e-mail: ksoch00@mail.ru

V.I. Khoreva, O.N. Kovaleva, I.G. Loskutov, N.I. Vavilov Institute of Plant industry, 190000, Russian Federation, St-Petersburg, Bol'shaya Morskaya st., 44, tel.: (812) 571-93-88, e-mail: o.kovaleva@vir.nw.ru, i.loskutov@vir.nw.ru

На опытной станции Архангельского НИИСХ (г. Котлас) изучено 310 образцов скороспелого ярового ячменя различного эколого-географического происхождения из коллекции ВИР. Цель изучения — выделить новый исходный материал для селекции ярового ячменя кормового направления в условиях Европейского Севера России. В результате изучения выделены источники высокой урожайности и скороспелости, источники высокого содержания белка в зерне с константным проявлением признака.

Ключевые слова: ячмень, сорт, белок, крахмал, качество, сбор.

310 early accessions of spring barley differing of ecological geographical origin from VIR collection were evaluated on the field station of Arkhangel'sk Agricultural Research Institute during 2002—2004. The main aim of the evaluation was to select the new initial material for feed barley breeding under European North of Russia condition. The sources of high productivity and earliness, constant high protein content in the grain were selected.

Key words: barley, resources, earliness, productivity, quality, protein content.

Животноводство на северо-западе России является ведущей отраслью АПК. В создании кормовой базы важная роль принадлежит зерновым фуражным культурам, среди которых преобладает ячмень. Яровой ячмень является главной скороспелой зернофуражной культурой не только для северо-запада России. Около 60% ячменя, производимого в Российской Федерации, идет на фуражные цели, так как это хороший корм для скота и птицы, содержащий необходимые питательные вещества. Биохимический состав зерна ячменя может значительно изменяться в зависимости от места выращивания. По данным экологического изучения ВИР, содержание белка у сортов ячменя колеблется от 7,9 до 27,7%, а крахмала в пределах 44,7—69,7% [1, 8].

Изменчивость химического состава наблюдается также в каждом пункте в разные годы в зависимости от метеорологических условий. Установлено, что засуха способствует большему накоплению в зерне белка при одновременном снижении урожайности, при этом различия между сортами в известной мере нивелируются. Во многих исследованиях показано, что содержание белка в зерне уменьшается при продвижении культуры с юга на север и с востока на запад [12].

Степень изменчивости биохимических показателей качества во многом определяется генотипом сорта: чем больше сорт приспособлен к стрессовым условиям, тем в большей мере снижается зерновая продуктивность растений по сравнению с устойчивыми формами, но одновременно увеличивается содержание белка в зерне [8].

Насущной проблемой растениеводства в условиях Северного и Северо-Западного регионов РФ является создание скороспелых, высокоурожайных сортов ярового ячменя кормового назначения, имеющих стабильно высокие показатели качества зерна [6]. В связи с этим в задачу нашего исследования входило выделение и создание источников высокого качества зерна и скороспелости на основе изучения набора образцов из коллекции ВНИИР им. Н.И.Вавилова и полученного нами гибридного материала.

Закладка полевых опытов осуществлялась на базе Котласской сельскохозяйственной опытной станции Архангельского НИИСХ в 2002—2004 гг. в селекционном семипольном севообороте с использованием методики ВИР [7]. Объект изучения — 310 скороспелых образцов ярового ячменя различного эколого-географического про-

исхождения. Стандартом служили сорта ярового ячменя, рекомендованные для возделывания в Северном регионе РФ — двурядный сорт Дина селекции НИИСХ Северо-Востока и многорядный сорт Варде норвежской селекции. Содержание белка и крахмала в зерне определялись в соответствии с методическими указаниями [3].

Погодные условия в годы опытов были различными: сравнительно благоприятными для роста и развития растений ячменя в 2003 г. и неблагоприятными в 2002 и 2004 гг.

Низкие температуры и избыток влаги в мае и июне привели в неблагоприятные годы к задержке в развитии растений, а засушливая, жаркая погода в июле — к формированию щуплого зерна.

Результаты анализа данных по содержанию белка в зерне у изучаемых образцов за период 2002—2004 гг. показывают, что в годы с количеством осадков больше нормы содержание белка заметно снижалось.

Самое высокое содержание белка было получено в 2002 г., когда количество осадков, выпавших за вегетацию, составило 70% от годовой нормы. У многорядных ячменей содержание белка составило в среднем 14,8%, а у двурядных — 13,7%, при этом у некоторых изученных сортов этот показатель превышал 16% — Светик (Россия), Агра (Латвия), Lo-06/64 42/20 и Sjak (Норвегия), Kenate (Германия), Potra (Финляндия), KM-1474-1186 (Чехия), S-002 (Мексика), Namoi (Австралия) и даже 18% — Сложный гибрид (Мексика) и Hazer (США) (таблица 1). Наименьшее количество белка в зерне (в среднем 13%) отмечено в 2003 г., когда количество осадков и сумма активных температур были в пределах нормы.

По трехгодичным данным, среди изученного набора нами выделены образцы с высоким содержанием белка. Образцы двурядных ячменей с содержанием белка выше 15% представлены в таблице 1. Среди них самые высокие показатели имеет сорт Namoi (Австралия) — 16,4%, что превышает стандартный сорт Дина на 2,6%. При этом наивысший сбор белка с единицы площади, по расчетным данным, получен у сорта Olve (Норвегия) — 260 кг/га, что выше стандарта на 10 кг/га. Большинство образцов, представленных в таблице 1, по скороспелости были на уровне стандарта и только два образца из Австралии Namoi и Karutar созревали раньше его на 3 дня.

По содержанию крахмала высокобелковые образцы уступали стандарту — сорту Дина на 3,7—6,6%.

Таблица 1. Сорты двурядного и многорядного ячменя, выделившиеся при изучении на Европейском Севере РФ в 2002–2004 гг. по показателю «высокое содержание белка»

№ по каталогу ВИР	Сорт	Происхождение	Содержание белка, %	Отклонение от St.	Сбор, кг/га	Содержание крахмала, %	Веget. период, дней	Урожайность, т/га ²	Масса 1000 зерен, г
Двурядные сорта									
21216	Дина — St.	Киров. обл.	12,8	—	259	59,0	79	20,2	47,3
26338	Дружба	Украина	15,4	+2,6	173	55,2	77	11,3	51,5
29203	3170 ½ 7524	Москов. обл.	15,3	+1,5	206	52,5	79	13,5	49,5
30616	KM-1474-1186	Чехия	16,3	+2,5	206	54,9	79	12,7	48
23898	Olve	Норвегия	15,5	+1,7	260	52,4	81	16,8	45,8
26773	Sold	Норвегия	15,5	+1,7	173	53,5	81	11,1	50,7
28010	Jo 1352	Финляндия	15,2	+1,4	216	54,1	79	14,2	52,5
19381	Weibulls puke	Швеция	16,1	+2,3	210	54,5	78	13,1	46,4
19381	Pure	Швеция	15,2	+1,4	226	53,7	80	14,9	48,5
30284	Namoi	Австралия	16,4	+2,6	119	55,3	76	7,2	43,3
30285	Kaputar	Австралия	15,1	+1,3	197	55,3	76	13,1	46,4
		НСР ₀₅	1,4			2,1	1,6	5,4	4,3
Многорядные сорта									
17013	Варде — St.	Норвегия	13,8	-	164	55,5	75	19,1	38,9
29836	Гандвиг	Арханг. обл.	14,8	+1,0	230	55,5	75	15,6	39,5
29009	Светик	Арханг. обл.	15,0	+1,2	311	56,5	79	20,7	44,7
17016	Herse	Норвегия	15,2	+1,4	141	54,9	78	9,3	45,7
19360	Paano	Финляндия	15,3	+1,5	142	54,7	77	9,3	45,3
26209	Potra	Финляндия	15,2	+1,4	263	56,6	77	17,3	51,4
29347	Jo 1507	Финляндия	15,8	+2,0	136	53,0	78	8,6	44,4
29425	Jo 1465	Финляндия	15,4	+1,6	296	56,6	78	19,2	41,3
19141	Kenate	Германия	15,7	+1,9	214	53,0	78	13,6	53,2
8720	Parkland	Германия	15,9	+2,1	206	53,9	77	12,9	56,0
29377	Hazer	США	16,9	+3,1	268	51,5	78	15,7	43,3
28824	Сл. Гибр.	Мексика	15,2	+1,4	225	54,7	78	14,8	48,3
22401	Celagy	Мексика	15,9	+2,1	246	54,2	77	15,5	38,9
22402	Zoopila	Мексика	15,0	+1,2	233	53,8	79	15,5	39,0
28409	S-002	Мексика	16,1	+2,3	203	53,5	77	12,6	42,3
		НСР ₀₅	1,8			2,2	1,8	5,4	1,2

Наибольшую ценность для селекции и производства представляют сорта, стабильно сохраняющие высокое качество зерна в различных погодных и агротехнических условиях. Среди изученных двурядных ячменей к таким сортам можно отнести Jo 1352 (14,8—15,8%), Karri (14,6—14,9%) (Финляндия), Weibulls puke (Швеция) (15,3—16,8%), Одесский 100 (Украина) (13,4—14,4%). Эти сорта нами включены в программу скрещиваний для создания высокобелковых сортов кормового назначения, адаптированных к условиям Европейского Севера.

Среди многорядных ячменей самое высокое содержание белка имел сорт Hazer (США) — 16,9%, что на 3,1% выше стандарта Варде. Стабильным содержанием белка по годам изучения характеризовались сорта Гандвиг (Архангельская обл.) (13,4—14,6%), Herse (Норвегия) (14,9—15,4%), Jo 1465 (14,5—14,8%) и Hja 80164 (Финляндия) (12,5—13,6%), Klondike (14,3—14,5%) и Brock (Канада) (14,1—14,3%), Parkland (Германия) (15,8—15,9%).

Наивысший сбор белка с единицы площади получен у сорта Светик (Архангельская обл.) — 311 кг/га, что выше стандарта на 144 кг/га. Достаточно высокий сбор белка по сравнению со стандартным сортом Варде обеспечивали также сорта Jo 1465 (Финляндия) (+132 кг/га), Hazer (США) (+104 кг/га) и Potra (Финляндия) (+99 кг/га).

Согласно полученным нами экспериментальным данным, у большинства высокобелковых сортов многорядного ячменя урожайность зерна оказалась значительно ниже урожайности стандарта и варьировала от 105 г/м² у сорта

Jo 1507) до 18 г/м² у сорта Potra. Только у высокобелкового сорта Светик (Архангельская обл.) в среднем за годы испытаний урожайность составила 207 г/м², превысив тем самым стандарт Варде на 16 г/м². Результаты наших исследований подтверждают выявленную ранее закономерность о существовании отрицательной зависимости между содержанием белка и урожайностью зерна [2, 4, 5, 8, 9, 10, 11], которая в наших экспериментах характеризовалась отрицательным коэффициентом корреляции (r = -0,23).

Большинство представленных в таблице 2 образцов по длине вегетационного периода уступали стандарту на 2—4 дня, т. е. характеризовались более поздними сроками созревания.

Одной из отличительных черт высокобелковых форм ячменя является мелкое зерно с невысокой массой 1000 зерен. В процессе изучения коллекции ВИР нам удалось выделить крупнозерные высокобелковые формы ячменя. Среди двурядных ячменей это сорта Jo 1352 (Финляндия), Дружба (Украина) и Sold (Норвегия), которые достоверно превышали стандартный сорт Дина по массе 1000 зерен на 5,2—3,4 г (табл. 1).

Среди многорядных ячменей большинство выделенных сортов по массе 1000 зерен превышали стандартный сорт Варде. Наиболее крупное зерно имели сорта Parkland и Kenate из Германии, а также Potra (Финляндия) и Сложный гибрид (Мексика).

С целью использования в селекции перспективного исходного материала с высокими качественными характеристиками нами в течение трех лет была проанализирована коллекция сортов ячменя на содержание крахмала в зерне. Среднее содержание крахмала в зерне двурядных сортов ячменя в годы изучения составляло 58,5%, а многорядных соответственно 56,8%. Высокими показателями крахмала в зерне (выше 60%) характеризовались образцы ячменя, выращенные в относительно благоприятных условиях 2003 г.

В таблице 3 представлены сорта двурядного и многорядного ячменей, выделившиеся в процессе изучения по признаку высокое содержание крахмала в зерне. Среди них — сорта Лель (Кировская обл.) — 63,9%, Абава (Латвия) — 63,7%, Деусе (Канада) — 62,8%, Карина (Франция) — 62,2%. Установлено также, что высокобелковые образцы двурядного ячменя имели более низкую крахмалистость зерна и по этому признаку значительно уступали стандарту — сорту Дина (на 3,7—6,6%). Высокобелковые образцы многорядного ячменя по содержанию крахмала находились на уровне стандарта — сорта Варде.

Результаты наших исследований подтверждают имеющиеся литературные сведения о том, что высокобелковые сорта ячменя имеют низкое содержание крахмала в зерне и, наоборот, высококрахмалистые формы — низкое

содержание белка. Было установлено, что, как правило, все формы с высоким содержанием белка имеют короткий вегетационный период [8]. При этом коэффициент корреляции у двурядных сортов ячменя составил $r = -0,14$, многорядных соответственно — $r = -0,87$. Сорта с высоким содержанием крахмала имели более продолжительный период вегетации, однако корреляционная связь у изучаемых сортов была различна: у двурядных ячменей эта зависимость характеризовалась отрицательным коэффициентом корреляции $r = -0,14$, а у многорядных сортов ячменя коэффициент корреляции был положительный и составил — $r = +0,85$. Следует отметить, что корреляционная связь между признаками была, в большинстве случаев, более тесной в группе многорядных форм, по сравнению с двурядными сортами.

На основании проведенных исследований можно предположить, что в условиях Архангельской области

увеличение содержания крахмала в зерне связано с увеличением длины вегетационного периода, урожайностью зерна и массой 1000 зерен. Данные закономерности важно учитывать в селекционной работе при создании новых сортов ячменя для условий Европейского Севера РФ.

В результате трехлетнего изучения на Котласской сельскохозяйственной опытной станции Архангельского НИИ-ИСХ нами выделены источники высокой урожайности и скороспелости ячменя, а также источники с константным проявлением повышенного содержания белка и крахмала в зерне. Полученные экспериментальные данные представляют научный и практический интерес в качестве исходного материала для включения в селекционный процесс по созданию для условий Европейского Севера РФ новых скороспелых и высококачественных сортов ячменя зернофуражного направления. 

Литература

1. Борисоник З.Б. Ячмень яровой. — М.: «Колос», 1974. — 83 с.
2. Гриб О.Н. О селекции ярового ячменя на качество // Селекция и семеноводство. — 1990. — № 2. — С. 20—24.
3. Ермаков А. И., Арасимович В. В., Смирнова-Иконникова М. И., Мурри И. К. Методы биохимического исследования растений. М.-Л.: Сельхозгиз, 1987. — 520 с.
4. Колоскина М.Я. Селекция ячменя и овса на улучшение кормовой ценности зерна. — М., 1979. С. 10—23.
5. Козлова Г.Я. Оценка исходного и селекционного материала по качеству зерна. // Селекция сельскохозяйственных культур на на качество. — Новосибирск, 2001. — С. 82—85.
6. Лоскутов И.Г., Кобылянский В. Д., Ковалева О. Н Итоги и перспективы исследований мировой коллекции овса, ржи и ячменя. Труды по прикл. бот., ген. и сел. С-П., т. 164, 2007. — С.80—100.
7. Лукьянова М.В., Родионова Н.А., Трофимовская А.Я. Методические указания по изучению мировой коллекции ячменя и овса. — Л., 1973.
8. Лукьянова М.В., Трофимовская А.Я. и др. Культурная флора СССР: т. II, ч. 2, Ячмень // Агропромиздат, 1990. — 427 с.
9. Неттевич Э.Д., Денисова Л.В., Рыжков Г.Ф., Смолин В.П. Повышение кормовой ценности зерна ячменя в Нечерноземной зоне РСФСР селекционным путем. // Доклад ВАСХНИЛ, 1981, II. — С.2—4.
10. Сурин Н.А. Селекция зерновых культур на качество и пути ее решения в Восточной Сибири // Селекция с/х культур на качество. Новосибирск, 2001. — С. 14—19.
11. Тимина М.А. Исходный материал для селекции на качество в Красноярском крае // Селекция и семеноводство зернофуражных культур в Сибири и на Дальнем Востоке. Новосибирск, 1990. — С. 66—73.
12. Трофимовская А.Я., Лукьянова М.В. Проблемы селекции ячменя // Бюллетень ВИР. 1974. — № 44—45. — С. 56—57.

УДК 634.11:632.4:57.088

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К СОЗДАНИЮ УСТОЙЧИВЫХ К ПАРШЕ СОРТОВ ЯБЛОНИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ*

THE COMPLEX APPROACH FOR DEVELOPMENT OF SCAB RESISTANCE APPLE VARIETIES USING MOLECULAR GENETIC METHODS

И.И. Супрун, Е.В. Ульяновская, Я.В. Ушакова, Северо-Кавказский зональный научно-исследовательский институт садоводства и виноградарства Россельхозакадемии, 350901, Россия, Краснодар, ул. 40 лет Победы, 39, тел.: (861) 252-58-65, e-mail: supruni@mail.ru
Е. Н. Седов, Г.А. Седышева, З.М. Серова, Всероссийский НИИ селекции плодовых культур Россельхозакадемии, 302530, Россия, Орел, п/о Жилина, тел.: (84862) 45-60-55, e-mail: info@vniispk.ru
I.I. Suprun, E.V. Ul'yanovskaya, J.A.V. Ushakova, North Caucasian Zone Scientific Research Institute of Gardening and Wine Growing, 350901, Russian Federation, Krasnodar, Street of 40 years of the Victory, 39, tel: (861) 252-58-65, e-mail: supruni@mail.ru
E.N.Sedov, G.A.Sedyшева, Z.M.Serova, All-Russian Scientific Research Institute of Selection of Fruit Crops, 302530, Russian Federation, Orel, Zhilin post office, tel.: (84862) 45-60-55, e-mail: info@vniispk.ru

Выполнена оценка и отбор селекционных форм и сортов яблони по комплексу хозяйственно ценных признаков. С применением молекулярно-генетических методов подтверждено наличие гена устойчивости к парше *Vf* у отобранных форм.

Ключевые слова: яблоня, устойчивость к парше, ДНК-маркерный анализ.

Estimation and selection of apple forms and varieties according to complex of agronomically valuable traits was performed. Molecular genetic methods were used for confirmation of presence of scab resistance gene *Vf*.

Key words: apple, scab resistance, DNA-markers analysis.

Одним из путей повышения экологической безопасности и экономической эффективности промышленного садоводства является создание и возделывание устойчивых к основным грибным патогенам сортов яблони. Актуальность создания устойчивых сортов обуславливается еще и тем фактором, что в последнее время отмечается потеря чувствительности грибных патогенов к фунгицидным препаратам, а также изменение биологических особенностей возбудителей заболеваний и увеличение их вредоносности.

На сегодняшний день наиболее вредоносным грибным заболеванием для яблони на юге России является парша, вызываемая грибом аскомицетом *Venturia inaequalis* (Cooke) Wint. Во всех зонах садоводства Северного Кавказа из 10 лет наблюдений отмечено до 8 эпифитотий [1]. Потери урожая яблок от этой болезни не менее 40%, а в годы массового распространения — теряется почти весь урожай [2, 3].

По причине высокой вредоносности данного заболевания селекция на устойчивость к парше является наиболее важным направлением как в отечественной, так и в мировой селекционной практике яблони. Создание сортов, несущих два и более главных гена устойчивости, дает возможность получать эффект длительной устойчивости к данному заболеванию [4].

Следует, однако, отметить, что при иммунологической оценке на искусственном инфекционном фоне по фенотипу возможно получение неверных результатов по причине перекрывания спектров устойчивости в случае присутствия нескольких генов устойчивости в исследуемом генотипе.

Решением данной проблемы может являться применение технологии так называемой маркерной селекции (маркер-опосредованной селекции).

Маркерная селекция возникла благодаря развитию методов молекулярного ДНК-маркирования и основана на использовании ДНК-маркеров для идентификации генов, интересующих селекционера.

Одно из неоспоримых преимуществ маркерной селекции в том, что наличие гена определяется напрямую по генотипу, а не через его фенотипическое проявление. Кроме того, использование ДНК-маркирования позволяет проводить оценку практически на всех этапах вегетационного развития растения [5].

Среди генов устойчивости яблони к парше одним из наиболее изученных является *Vf*, расположенный на первой хромосоме. Ген *Vf* обладает наиболее широким спектром устойчивости к патогену. Для данного гена идентифицирован сонаследуемый SCAR ДНК-маркер [6]. Это дает возможность использовать технологию ДНК-маркирования для его идентификации при ведении селекционных программ на устойчивость к парше.

Сорта, создаваемые для условий современного промышленного садоводства помимо устойчивости к патогенам должны обладать всем комплексом хозяйственно ценных признаков. Поэтому для создания высокопродуктивных, устойчивых сортов яблони наиболее перспективно использование в качестве родительских форм комплексных доноров ценных признаков.

В связи с этим в задачи наших исследований входит комплексная оценка и отбор селекционных форм для дальнейшей селекционной работы, а также выполнение молекулярно-генетической идентификации гена устойчивости к парше *Vf* у выделенных форм и сортов яблони.

Объектами исследования послужили отечественные сорта и формы яблони, в том числе и устойчивые к парше, обладающие комплексом хозяйственно ценных признаков.

Исследования по оценке селекционного материала проводили согласно следующим принятым программам: «Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур» [7], «Программа и методика селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур» [8], «Программа селекционных работ по плодовым, ягодным, цветочно-декоративным культурам и винограду Союза селекционеров Северного Кавказа на период до 2010 г.» [9].

Молекулярную идентификацию гена *Vf* осуществляли методом полимеразной цепной реакции (ПЦР) с последующим электрофоретическим разделением продуктов ПЦР в 2% агарозном геле. В работе использовали внутригенный ДНК-маркер гена *Vf*, созданный на основе полиморфизма его нуклеотидной последовательности [2]. ПЦР проводили по стандартным методикам. При постановке реакции использовали стандартный набор реактивов с Taq-ДНК полимеразой фирмы «Сибензим».

Для создания новых генотипов яблони, устойчивых к парше и обладающих набором ценных признаков, нами

* Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ и региональных инвесторов: проект № 09-04-99139-р_офи

Таблица 1. Доноры иммунитета к парше, обладающие комплексом хозяйственно ценных признаков

Сорта и элитные формы	Комплекс хозяйственно ценных признаков
12/1-21-61; 12/1-21-74; 28-42-32; 12/1-20-39	Слаборослость, скороплодность, высокие темпы нарастания продуктивности, устойчивость к мучнистой росе, морозоустойчивость, засухоустойчивость, крупноплодность, высокие вкусовые качества плодов
12/1-21-62	Слаборослость, скороплодность, поздний срок цветения, высокие темпы нарастания продуктивности, крупные плоды кандилевидной формы, равномерной желтой окраски, высоких вкусовых достоинств, зимнего срока созревания
Амулет; 44-30-48-з; 12/2-21-4	Слаборослость, скороплодность, высокие темпы нарастания продуктивности, яркая окраска и высокие вкусовые качества плодов
Талисман; 44-24-41-ю; 12/1-21-33	Слаборослость, скороплодность, высокие темпы нарастания продуктивности, устойчивость к мучнистой росе, крупноплодность, высокие вкусовые качества плодов
Купава; 12/3-21-17; 44-29-30-з; 44-24-38-с; 44-29-8-в; 12/2-21-59	Слаборослость, скороплодность, высокие темпы нарастания продуктивности, устойчивость к мучнистой росе, морозоустойчивость, засухоустойчивость, высокие вкусовые качества плодов
Василиса	Слаборослость, скороплодность, высокие темпы нарастания продуктивности, морозоустойчивость, засухоустойчивость, крупноплодность, высокие вкусовые качества плодов, ценный биохимический состав
12/3-21-9; 12/3-20-15; 44-30-45-в; 44-27-79-в; 44-27-75-з	Скороплодность, высокие темпы нарастания продуктивности, устойчивость к мучнистой росе, морозоустойчивость, засухоустойчивость, крупноплодность, высокие вкусовые качества плодов
12/2-20-20; 12/2-20-53	Скороплодность, высокая продуктивность, засухоустойчивость, крупные плоды зимнего срока созревания, высоких вкусовых достоинств
12/1-21-68; 12/1-21-43	Поздний срок цветения, скороплодность, высокая продуктивность, засухоустойчивость, устойчивость к мучнистой росе, крупные плоды зимнего срока созревания, высоких вкусовых достоинств
Красный янтарь, Рассвет	Раннелетний срок созревания, скороплодность, высокие темпы нарастания продуктивности, устойчивость к мучнистой росе, морозоустойчивость, засухоустойчивость, яркая окраска и высокие вкусовые качества плодов

предложен комплексный подход, основанный на использовании как новых (молекулярно-генетических) методов, так и классических, таких как отдаленная гибридизация, полиплоидия, гибридизация с использованием географически и экологически отдаленных пар, повторная гибридизация. При этом молекулярно-генетическая идентификация генов проводится у селекционных образцов, выделенных в отборные и элитные формы. В результате работы в Северо-Кавказском зональном НИИ садоводства и виноградарства совместно с Всероссийским НИИ селекции плодовых культур выделены доноры иммунитета к парше (прошли отбор на искусственном инфекционном фоне во ВНИИСПК) — сорта и элитные формы яблони, обладающие комплексом ценных агробиологических признаков (табл. 1).

Литература

1. Смольякова В.М. Роль биотических факторов в управлении патосистемами садовых агроценозов // Системообразующие экологические факторы и критерии зон устойчивого развития плодового хозяйства на Северном Кавказе. — Краснодар, 2001. — С. 94—140.
2. Седов Е.Н. Устойчивость яблони к парше / Седов, Е.Н., Жданов, В.В. — Орел, 1983. — 113с.
3. Седов Е.Н. Селекция семечковых культур на устойчивость к парше и мучнистой росе — приоритетное направление науки // Садоводство и виноградарство. — 1992. — №1. — С. 11—14.
4. Программа и методика селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур. — Орел, 1995. — 503 с.
5. Tanksley S.D. Molecular markers in plant breeding // Plant. Mol. Biol. Rep.— 1983.— V. 1.— P. 3—8.

Для подтверждения наличия гена устойчивости Vf на заключительных этапах селекции использовали ДНК-маркирование локуса данного гена. В ходе работы была проведена идентификация доминантной аллели целевого гена у ряда отобранных в ходе предварительной оценки форм яблони.

ДНК-анализ дал возможность четко идентифицировать аллели гена устойчивости яблони к парше Vf (см. рисунок).

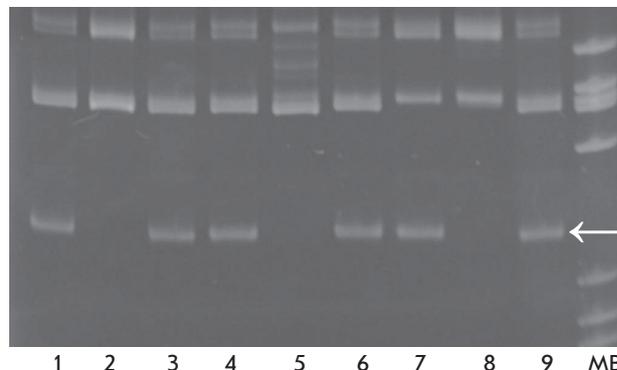


Рис. 1. Электрофоретический анализ ПЦР продуктов ДНК маркера гена Vf.

1 — 12/2-21-4, 2 — 12/2-20-1, 3 — 12/1-21-68, 4 — Василиса, 5 — Первинка, 6 — Солнышко, 7 — Рассвет, 8 — Орловский пионер, 9 — Прима, MB — маркер молекулярного веса ДНК.

Из рисунка видно, что у образцов 1, 3, 4, 6, 7, 9 синтезируется продукт, специфичный только для них (отмечен стрелкой). Данный продукт с молекулярной массой 286 пар оснований синтезируется с участка доминантной аллели гена Vf. В данном случае сортом-стандартом наличия гена Vf являлся сорт Прима, который в настоящее время наиболее часто используется как сорт-донор этого гена в селекционных программах яблони [6]. Образцы 1, 3, 4, 6, 7, так же как и сорт Прима, имеют указанный ПЦР-фрагмент. Это свидетельствует о наличии у них доминантной аллели искомого гена.

В ходе проведения исследований по молекулярной идентификации гена Vf были подтверждены данные фитопатологического тестирования о наличии гена у выделенных по комплексу ценных агробиологических признаков образцов: 12/1-21-74, 12/1-21-62, 12/2-21-4, 12/3-21-17, 12/3-21-9, 12/3-20-15, 12/2-20-20, 12/2-20-53, 12/1-21-68, 12/1-21-43, что свидетельствует об эффективности применения ДНК-маркирования для идентификации данного гена.

В дальнейшем нами планируется продолжить исследование по ДНК-идентификации гена Vf в селекционном материале яблони, совмещающем устойчивость к парше (по данным фитопатологического теста) с комплексом ценных признаков. Предложенный комплексный подход к оценке селекционных форм позволит эффективно отбирать наиболее ценные генотипы, обладающие набором ценных признаков в сочетании с иммунитетом к парше. Привлечение в селекционный процесс ДНК-маркерного анализа дает возможность с высокой степенью точности идентифицировать наличие целевого гена устойчивости в изучаемых селекционных образцах. ■

6. Afunian M. R., Goodwin P. H., Hunter D. M. Linkage Vfa4 in *Malus × domestica* and *Malus floribunda* with Vf resistance to the apple scab pathogen *Venturia inaequalis* // *Plant Pathology* 2004, 53: 461—467.
7. Программа и методика селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур. — Орел, 1995. — 503 с.
8. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. — Орел, 1999. — 606 с.
9. Программа селекционных работ по плодовым, ягодным, цветочно-декоративным культурам и винограду Союза селекционеров Северного Кавказа на период до 2010 г. — Краснодар, 2005. — 343 с.

УДК: 633.162 «324»: [631.53.04: 631.8: 631.559]

ВЛИЯНИЕ АГРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА СТРУКТУРУ УРОЖАЯ СОРТОВ ОЗИМОГО ЯЧМЕНЯ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ НА ПИВОВАРЕННЫЕ ЦЕЛИ

AGROMETEOROLOGICAL AND TECHNOLOGICAL FACTORS INFLUENCE ON HARVEST STRUCTURE OF WINTER BARLEY VARIETIES DURING CULTIVATING FOR BREWING AIMS

В.И.Филин, Н.И.Тихонов, Волгоградская государственная сельскохозяйственная академия, 400002, Россия, Волгоград, Университетский пр., 26, тел.: (8442) 41-17-84, 41-10-94, e-mail: vgsxa@avtlg.ru
V.I.Filin, N.I.Tikhonov, Volgograd State Agricultural Academy, 400002, Russian Federation, Volgograd, Universitetsky av., 26, tel.: (8442) 41-17-84, 41-10-94, e-mail: vgsxa@avtlg.ru

В степной зоне черноземных почв Волгоградской области впервые начато изучение технологии возделывания пивоваренного ячменя озимых сортов. Одной из главных задач исследований являлось изучение влияния сроков сева, минерального питания и агрометеорологических условий на формирование элементов структуры урожая сортов озимого ячменя Самсон и Зимур.

Ключевые слова: элементы структуры урожая, выживаемость посевов, продуктивный стеблестой, длина колоса, количество зерен в колосе, вес зерна в колосе, масса 1000 зерен.

In the Volgograd region steppe black soils zone winter barley varieties brewing grain cultivating technology research has begun for the first time. One of the main research tasks was seeding time, mineral feeding, agrometeorological conditions influence on harvest elements structure of winter barley Samson and Zimur varieties.

Key words: elements of crop structure, survival rate of crops, productive stem growing, length of an ear, quantity of grains an ear, grain weight in an ear, weight of 1000 grains.

В современных условиях многие регионы России, в том числе и Волгоградская область, налаживают собственное производство пивоваренного ячменя для удовлетворения потребностей пивоваренной промышленности в сырье. Такой подход позволит постепенно снизить, а в дальнейшем вообще исключить его завоз из других регионов России и из других государств ближнего и дальнего зарубежья. Так, в 2006 г. в Россию было импортировано в пересчете на пивоваренный ячмень 282,61 тыс. т сырья, тогда как в 2007 г. этот объем возрос до 439,11 тыс. т. Поставщиками пивоваренного сырья в виде солода и ячменя являются: Финляндия, Швеция, Германия, Китай, Дания, Чехия, Литва и Великобритания [1]. Темпы роста производства пива в России в 2007 г. возросли в 3,48 раза по сравнению с 1990 г. и составили 1159,7 млн декалитров [2]. Показатель обеспеченности собственным сырьем предприятий пивоваренной промышленности в России составил 85%. В Волгоградской области его производство составило свыше 24,9 млн декалитров и на это производство расходуется около 52 тыс. т пивоваренного ячменя.

Однако производственный потенциал в рыночных условиях хозяйствами АПК используется не в полной мере. К примеру, на рынке семян появились новые сорта озимого ячменя отечественной селекции, которые имеют очень большую потенциальную урожайность, выдерживают низкие температуры в узле кущения ниже 17°C, а узел кущения закладывается на глубине 3,8 см, качество при соблюдении технологии может быть пивоваренным. Надо использовать пример европейских коллег, которые успешно выращивают пивоваренное зерно из сортов озимого ячменя с предварительным изучением технологии его возделывания для каждой почвенно-климатической зоны [3].

Цели исследований. В степной зоне черноземных почв Волгоградской области с 2006 г. начаты исследования по изучению влияния срока посева и минеральных удобрений на урожайность и качество зерна ячменя озимых сортов Зимур и Самсон селекции Краснодарского НИИСХ имени П.П. Лукьяненко. Необходимо отметить, что особую актуальность в решении проблемы приобретают исследования, которые дают возможность установить зависимость в формировании элементов структуры урожая от изучаемых факторов, так как этот показатель является одним из главных в получении урожайности и качества зерна озимого ячменя.

Элементы структуры урожая сортов озимого ячменя и их производные по характеру участия в формировании

зерновой продуктивности посевов можно условно объединить в следующие основные группы:

— основные элементы, непосредственно влияющие на биологическую урожайность: число растений на единице площади посева к уборке; продуктивная кустистость; число колосков в колосе; число зерен в колосе и масса 1000 зерен при стандартной влажности;

— элементы, формирующие число растений на единице площади посева к уборке урожая: норма высева, полевая всхожесть семян, выживаемость растений;

— элементы, определяющие продуктивный стеблестой на единице площади посева к уборке урожая: число растений на разных этапах их роста и развития к уборке урожая, общая кустистость, продуктивная кустистость, выживаемость продуктивных стеблей, густота продуктивного стеблестоя.

В конечном итоге урожай формируется за счет вышеперечисленных элементов структуры, но степень выраженности их участия в разные годы может быть различной. Установлено, что слабое развитие одного из элементов структуры урожая в посеве может быть компенсировано за счет более мощного развития других элементов. Обусловлено это тем, что различные элементы структуры урожая формируются на разных этапах органогенеза, то есть в разное время, и лучшее развитие получают те из них, для которых сложились оптимальные природно-климатические и агротехнические условия [4].

Методика исследований. Опыты размещались по предшественнику — черныи пар. Посев производили сеялками СЗС-3,6, рядовым способом, в два срока: 1 и 10 сентября. Норма посева — 3,5 млн всхожих семян на гектар с глубиной заделки семян 5—6 см. Для посева использовались кондиционные семена, которые предварительно протравливали фунгицидом Дивиденд стар с нормой расхода 1,5 л/га + 8,5 л/т воды. Исследования проводились на двух фонах: контроль (без удобрений) — вариант 1 и полное минеральное удобрение — $N_{30}P_{45}K_{45}$ + Кристалон коричневый — вариант 2. Минеральные удобрения в дозе $N_{30}P_{45}K_{45}$ вносили в два срока: первый — $P_{45}K_{45}$ (двойной суперфосфат и хлористый калий) под предпосевную культивацию и второй — N_{30} (аммонийная селитра) весной, при возобновлении вегетации озимого ячменя. Кристалон коричневый вносили в виде некорневой подкормки посевов ячменя в фазы кущения — 2 кг/га и колошения — 5 кг/га с общим объемом рабочего раствора 200—250 л/га. Первую обработку Кристалоном коричневым совмещали с опрыскиванием посевов

гербицидом Гранстар в дозе 15 г/га + 150 г/га Тренд по зимующим сорнякам: ярутка полевая, пастушья сумка, подмаренник цепкий и ромашка непахучая.

Закладка опыта проводилась в соответствии с методиками Государственной комиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур [5] и полевого опыта [6]. Поверхность опытного поля ровная. Размер делянок 155 м кв., повторность трехкратная, размещение делянок систематическое. Почвы опытного поля — южные черноземы, тяжелосуглинистые по механическому составу, реакция почвенного раствора — pH — 6,9 и содержание гумуса — 5,1%. Содержание подвижных форм фосфора — 3,15 и обменного калия — 43 мг/кг абсолютно сухой почвы, а микроэлементов: S — 3,3, Mn — 9,2, Zn — 0,49, Cu — 0,05 и Co — 0,04 мг/кг почвы. Технология в опытах общепринятая в данной зоне за исключением изучаемых факторов.

Результаты. Всходы озимого ячменя при первом сроке посева были получены на 8 день, а при втором — на 11 день со среднесуточной температурой 19,2 и 13,1°C в 2006 г.; на 7 и 10 день со среднесуточной температурой 17,1 и 13,5°C в 2007 г. и на 8 и 12 день в 2008 г. со среднесуточной температурой 17,1 и 11,3°C соответственно. Запасы доступной влаги в слое 0—0,1 м на момент посева составляли: в 2006 г. 11,6 и 15,2 мм с выпадением осадков в период посев-всходы 16,8 и 27,2 мм; в 2007 г. 13,2 и 13 мм перед посевом и выпало осадков 18,7 и 72,4 мм; в 2008 г. перед посевом 8,1 и 10,8 мм, выпало осадков — 12 и 18,2 мм соответственно. Наибольшая величина полевой всхожести отмечается на сорте озимого ячменя Самсон, так как семена были крупнее — с массой 1000 зерен 37,5—43,4 г, чем у сорта Зимур 34,8—38,6 г, а также на втором сроке посева в 2007 и 2008 гг., а в 2006 г., наоборот, при первом сроке. Минеральные удобрения незначительно оказывали влияние на повышение данного показателя. Таким образом, на результаты полевой всхожести оказывали влияние погодные условия и изучаемые факторы.

Посевы озимого ячменя с осени хорошо раскустились и получили сумму положительных температур при первом сроке посева 769,4°C и при втором — 608°C в 2006 г.; в 2007 г. при первом сроке — 739,8°C и при втором — 569,1°C; в 2008 г. при первом сроке — 709°C и при втором — 510,9°C. Растения озимого ячменя на момент прекращения осенней вегетации имели разную высоту в зависимости от года исследования: в 2006 г. при первом сроке посева 23—25 см, при втором сроке посева 17—19 см; в 2007 г. при первом 19—21 см и втором 15—16 см, а в 2008 г. при первом 13,8—15,3 см и при втором 11—14 см.

Перезимовка растений озимого ячменя изучаемых сортов в зимний период 2006—2007 гг. проходила гладко. Регистрировалась в узле кущения отрицательная температура от 4 до 10,5°C, но 23—24 февраля 2007 г. после резкого похолодания до минус 28°C в узле кущения (на глубине закладки у сорта Зимур 3,5 см, а у Самсон 3,8 см) наблюдалось понижение температуры до минус 14,6°C. Запасы снежного покрова составляли 12—16 см.

В период перезимовки в 2007—2008 гг. в посевах озимого ячменя отмечалась критическая температура в ночное время в узле кущения — минус 17,1°C при наличии снежного покрова 7—12 см в январе месяца 2008 г. Среднесуточные температуры колебались от минус 23,3 и до 27,7°C в период с 7 по 12 января, а ночное время понижались до минус 31°C. Критические температуры были отмечены 9—11 января в ночное время, что отрицательно сказалось на состоянии перезимовки посевов. В таблице 1 приведены показатели выживаемости озимого ячменя после выхода из зимовки в годы исследования в зависимости от срока сева, минерального питания и сорта.

Таблица 1. Весенняя выживаемость посевов озимого ячменя в годы исследования, %

Срок посева	Сорт	Варианты			
		Контроль		N ₃₀ P ₄₅ K ₄₅ + Кристалон коричневый	
		Выживаемость, %	Гибель, %	Выживаемость, %	Гибель, %
2006—2007 гг.					
Первый	Зимур	96,4	3,6	98,9	1,1
Первый	Самсон	97,5	2,5	98,7	1,3
Второй	Зимур	95,2	4,8	98,8	1,2
Второй	Самсон	97,2	2,8	98,7	1,3
2007—2008 гг.					
Первый	Зимур	63,4	36,6	71,5	28,5
Первый	Самсон	81,4	18,6	88,2	11,8
Второй	Зимур	74,4	25,6	79,2	20,8
Второй	Самсон	86,5	13,5	92,2	7,8

Из имеющихся данных следует, что изучаемые сорта при мягкой зиме хорошо выходят из состояния покоя, с высокой выживаемостью растений — 95,2—98,9%.

Посевы озимого ячменя в зимний период 2007—2008 гг. показали, что их состояние угнеталось под действием критических температур в узле кущения и отмечается частичная их гибель, величина которой различалась по изучаемым сортам.

Более устойчивым к критическим температурам оказался сорт озимого ячменя Самсон. Выживаемость сорта Самсон составила при первом сроке посева на контроле — 81,4%, на варианте с внесением полного минерального удобрения — 88,2%; при втором сроке эти показатели значительно выше — 86,5 и 92,2% соответственно. У сорта Зимур была отмечена гибель растений от 20,8 до 36,6%, где ее максимальное значение было на раннем сроке посева и на фоне контроль (без удобрений) и уменьшалась при более позднем посеве и на варианте с внесением полного удобрения. Следовательно, выживаемость растений сортов озимого ячменя находилась в прямой зависимости от метеоусловий и изучаемых факторов.

В то же время показатель выживаемости растений озимого ячменя на опытных делянках в период «весеннее возобновление вегетации — уборка» в годы исследования был высок и составлял в 2007 г. на контроле 96,4—97,5% и варианте N₃₀P₄₅K₄₅ + Кристалон коричневый 98,6—98,9% с гидротермическим коэффициентом (ГТК) — 0,88—0,99; в 2008 г. 97,6—99,6% на контроле и 97,5—100% на минеральном фоне с ГТК — 1,38—1,44.

Таблица 2. Продуктивный стеблестой и коэффициент продуктивной кустистости (K_п) к началу уборки урожая, шт/м² и %

Год	Срок посева	Сорт	Варианты			
			Контроль (без удобрений)		N ₃₀ P ₄₅ K ₄₅ + Кристалон коричневый	
			Продукт. стеблей, шт/м ²	K _п	Продукт. стеблей, шт/м ²	K _п
2007	Первый	Зимур	378	1,45	478	1,78
	Первый	Самсон	349	1,29	428	1,50
	Второй	Зимур	379	1,51	520	1,97
	Второй	Самсон	367	1,37	472	1,68
2008	Первый	Зимур	239	1,29	332	1,51
	Первый	Самсон	379	1,49	521	1,81
	Второй	Зимур	319	1,41	408	1,62
	Второй	Самсон	403	1,48	567	1,95

В таблице 2 приведены показатели продуктивного стеблестоя и коэффициента продуктивной кустистости к моменту уборки урожая в годы исследования.

Показатели таблицы 2 свидетельствуют, что сорт озимого ячменя Зимур формирует густоту стояния продуктивного стеблестоя неравномерно по годам исследования по сравнению с сортом Самсон и этот показатель находится в прямой зависимости от погодных условий. При втором сроке посева в 2007 г. сорт Зимур на контроле сохраняет количество продуктивных стеблей на квадратный метр по сравнению с первым сроком, а на минеральном фоне увеличивает, а у сорта Самсон этот показатель стабильно увеличивается на обоих вариантах. В 2008 г. (в неблагоприятный год для перезимовки растений озимого ячменя) по изучаемым сортам отмечается рост густоты при втором сроке посева по сравнению с первым, но у сорта Самсон этот показатель доминирует над сортом Зимур на контроле на 83 и на минеральном фоне на 159 продуктивных стеблей/м² соответственно.

Коэффициент продуктивной кустистости (Кп) одного растения ячменя на сорте Зимур в 2007 г. был выше, чем на сорте Самсон, а в 2008 г. это превышение наблюдалось только у сорта Самсон. Этот показатель также зависел от изучаемых факторов и погодных условий.

В таблице 3 приведены результаты исследований по формированию элементов структуры урожая в зависимости от изучаемых факторов в степной зоне черноземных почв Волгоградской области.

В 2007 г. лучшие показатели по структуре урожая отмечались у сорта Самсон, а сорт Зимур по всем показателям уступал. В 2008 г., из-за изреженности посевов сорта Зимур, наблюдалось увеличение длины колоса, количества зерен и вес зерна в колосе, в то же время по массе 1000 зерен он уступал сорту Самсон. Наилучшие показатели элементов структуры урожая на изучаемых сортах отмечались на фоне полного минерального удобрения — N₃₀P₄₅K₄₅ + Кристалон коричневый и при более поздних сроках посева. Учитывая то, что сорт Самсон имел наибольшую массу 1000 зерен во все годы исследования, урожайность его была выше, чем у сорта Зимур.

Литература

1. Тихонов Н.И. Конкурентоспособность пивоваренного ячменя — главное условие современного рынка /Н.И. Тихонов //Поле деятельности, 2008. — №10. — С.23—24.
2. Белокурова Е.С. Повышение конкурентоспособности отечественного пивоварения / Е.С. Белокурова //Пиво и напитки, 2008. — №3. — С.8—9.
3. Райнер Л. Озимый ячмень /Л. Райнер, И. Штаинберг, У. Дееке. — М.: Изд-во «Колос», 1980. — С. 3—5.
4. Филин В.И. Справочная книга по растениеводству с основами программирования урожая / В.И. Филин. — Волгоград, 1994. — 266 с.
5. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. — Вып.1; 2. — М.: Изд-во «Колос», 1972. — 248 с; 240 с.
6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. — М.: Изд-во «Колос», 1979. — 416 с.

Таблица 3. Элементы структуры урожая озимого ячменя в зависимости от сроков посева, минерального питания и сорта в годы исследования

Год исследования	Срок сева	Сорт	Вариант	Элементы структуры урожая			
				Длина колоса, см	Кол-во зерен в колосе, шт.	Вес зерна в колосе, г	Масса 1000 зерен, г
2007	1	Зимур	Контроль	4,6	27	0,83	30,74
		Самсон		4,9	28,3	0,94	33,21
		Зимур	N ₃₀ P ₄₅ K ₄₅	5,2	30,8	0,93	30,19
		Самсон	Кристал. коричнев.	5,7	30,7	1,10	35,83
	2	Зимур	Контроль	4,8	20	0,89	30,69
		Самсон		5,5	30	0,98	32,67
		Зимур	N ₃₀ P ₄₅ K ₄₅	5,0	31,4	0,96	30,57
		Самсон	Кристал. коричнев.	6,1	32	1,17	36,56
2008	1	Зимур	Контроль	3,8	36	1,22	33,89
		Самсон		3,7	35	1,23	35,14
		Зимур	N ₃₀ P ₄₅ K ₄₅	4,2	39,3	1,30	33,08
		Самсон	Кристал. коричнев.	4,1	37,5	1,20	32,00
	2	Зимур	Контроль	4,0	36,9	1,28	34,69
		Самсон		3,9	36,4	1,27	34,89
		Зимур	N ₃₀ P ₄₅ K ₄₅	4,19	39,2	1,26	32,14
		Самсон	Кристал. коричнев.	4,15	38,0	1,24	32,63

Следовательно, для того чтобы добиться значительного улучшения в формировании элементов зерновой продуктивности колоса озимого ячменя, что в конечном счете влияет на получение урожайности, в подзоне южных черноземов необходимо своевременно улучшать питательный режим посевов до того, как начинается дифференциация соцветий. А именно, минеральные удобрения в дозе N₃₀P₄₅K₄₅ вносить: фосфор и калий под посев, азот в виде локальной подкормки при возобновлении весенней вегетации, а Кристалон коричневый в виде некорневой подкормки в фазу кущения 2 кг/га и в фазу колошения 5 кг/га. Оптимальным сроком посева озимого ячменя является 10 сентября. Более зимостойким и морозостойким является сорт озимого ячменя Самсон.

Результаты исследования элементов структуры урожая в посевах испытываемых сортов озимого ячменя, полученные в полевых опытах в достоверной степени согласуются с данными по фактической урожайности. ■

УДК 633.4:631.5

ПРОДУКТИВНОСТЬ СОИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИЗМЕНЯЮЩИХСЯ УСЛОВИЙ ПРОИЗРАСТАНИЯ PRODUCTIVITY OF A SOYA IN DEPENDENCE ON CHANGED CONDITIONS OF GROWTH

Ю.И. Чевердин, А.Н. Рябцев, Н.Г. Мухин, НИИ сельского хозяйства Центрально-Черноземной полосы им. В.В. Докучаева, 397463, Россия, Воронежская обл., Таловский р-н, Институт им. Докучаева, уч. 2, тел.: (47352) 4-53-39, e-mail: cheverdin@box.vsi.ru

J.I. Cheverdin, A.N. Ryabtsev, N.G. Muhin, Scientific Research Institute of Agriculture of the Central Black Earth Strip named after V.V. Dokuchayev; 397463, Russian Federation, Voronezh region, Talovsky district, Dokuchayev Institute, 2, tel.: (47352) 4-53-39, e-mail: cheverdin@box.vsi.ru

В условиях Центрального Черноземья изучены основные элементы технологии возделывания сои. Определены оптимальные нормы и способы посева в зависимости от условий увлажнения. Установлены реакции растений сои на различные уровни минерального питания.

Ключевые слова: соя, минеральные удобрения, способы посева, норма высева.

In conditions of the Central Chernozem region basic elements of soya cultivation technology were investigated. Optimal norms and ways of crop in dependence on conditions of humidifying were specific. It fixed reactions of plants of a soya to various levels of a mineral nutrition.

Key words: soya, fertilizers, ways of crop, seeding rate.

Введение. Для решения продовольственной проблемы необходимо существенное увеличение производства растительного белка как основного компонента научно обоснованных рационов кормления сельскохозяйственных животных. Вместе с тем, первоочередное значение имеет обеспечение предпрятий пищевой промышленности высокобелковым сырьем, сбалансированным по основным незаменимым аминокислотам. Значительно увеличить производство полноценного растительного белка в настоящее время возможно путем расширения посевных площадей под зернобобовыми культурами, и в том числе за счет расширения посевов сои.

На решение этой задачи, направленной на разработку основных элементов технологии возделывания сои в условиях юго-востока ЦЧЗ, и были направлены настоящие исследования. Исследования проводились в ГНУ НИИСХ ЦЧП им. В.В. Докучаева РАСХН в 1990—1994 гг. В силу ряда объективных причин результаты полевых опытов не были опубликованы в полном объеме и в настоящей публикации излагаются основные результаты проведенных исследований.

Объекты и методика исследований. Объектом исследований являлась соя сорта Лучезарная. В задачу исследований входило изучить отзывчивость сои на уровни минерального питания при различных нормах и способах посева. Изучение элементов технологии проводилось в двух полевых опытах — на орошении и без орошения.

Почва опытного участка — чернозем обыкновенный тяжелого гранулометрического состава, глубина вспашки — 60 см. Содержание гумуса в пахотном слое — 7,3%, общего азота — 0,27%, общего фосфора — 0,12%, общего калия — 1,7%, гидролизующего азота — 60 мг/кг. Сумма поглощенных оснований составляет 50 мг-экв/100 г почвы, реакция почвенного раствора нейтральная (рН — 7,0).

Предшественником сои на орошении являлась гречиха, без орошения — озимая пшеница. Основная обработка почвы складывалась из послеуборочного дискового лущения и вспашки на глубину 20—22 см. Весной проводилось боронование зяби в два следа и две культивации. Одна из них предпосевная для каждого срока посева.

Учет урожая проводился со всей учетной площади прямым комбайнированием (комбайном Сампо — 500) при 90—95% побурения бобов. Размер посевной деланки 72 м², учетной — 50 м², повторность четырехкратная, опыт заложен по четырехфакторной схеме.

Первый фактор — дозы минеральных удобрений. При орошении использовали две дозы удобрений — рекомендованная доза удобрений N₃₀P₆₀K₄₀ и расчетная доза по выносу элементов питания на 3 т/га без учета K_nK_y

— N₃₀P₅₀K₉₀; без орошения 4 уровня удобренности — без удобрений, N₃₀P₃₀K₃₀, P₃₀ и расчетная доза с учетом K_nK_y — N₅₃P₅K₃. Второй фактор — способ посева: обычный рядовой с междурядьем 15 см и широкорядный с междурядьем 45 см. Третий фактор — норма высева семян (млн шт/га всхожих семян: 0,5; 0,6; 0,7; 0,8). И в условиях орошения был заложен четвертый фактор — срок посева. Первый срок посева одновременно с посевом кукурузы при температуре почвы на глубине заделки семян +10... +12°C. Второй срок одновременно с посевом проса при температуре почвы на глубине заделки семян +13... +15°C.

Результаты исследований. Гидротермические условия вегетационных периодов во время проведения опытов были разные и, в основном, неблагоприятные для роста и развития сои. Если начало весны 1990, 1991 и 1992 гг. было засушливым, то конец вегетации — дождливым и более прохладным, чем обычно. В эти годы полив сои проводился по 2 раза за вегетацию при поливной норме 400 м³/га. В 1993 году из-за обилия осадков полив сои не проводился. В связи с неравномерностью осадков в весенне-летний период и большим естественным увлажнением в период цветения-бобообразования вегетационный период в этот год составил 130—153 дня.

Нормы высева семян сои, способы посева и дозы удобрений существенно не влияли на стабильность фаз развития растений. Межфазные периоды на деланках с разными сроками посева в начале развития на 8—10 дней различались, но к уборке сглаживались, но все же разрыв по созреванию составил 3—5 дней.

Проведенные исследования показали, что в условиях Центрально-Черноземной зоны на почвах с высоким обеспечением основными элементами питания применение под основную обработку минеральных удобрений не способствует росту продуктивности растений сои как в условиях орошения, так и на богаре. В условиях орошения урожайность сои, как на рекомендованной дозе, так и на расчетной, была близка между собой и различия не выходила за пределы ошибки опыта (табл. 1—2).

В естественных условиях увлажнения наивысшая урожайность семян сои получена на безудобренном фоне — 13,4—17,1 ц/га. В большинстве случаев наблюдалась тенденция снижения продуктивности растений под влиянием минеральных удобрений, а в отдельные годы (1993 г.) негативное влияние минеральных удобрений математически доказуемо. Используемый в исследованиях расчетный метод определения доз удобрений не оказал положительного влияния на рост урожайности сои. Низкая эффективность минеральных удобрений, по-видимому,

связана с тем, что в условиях активного симбиоза клубеньковых бактерий с растениями сои при среднем и высоком содержании питательных веществ в пахотном слое почвы растения полностью были обеспечены основными элементами питания.

Таблица 1. Реакция растений сои на уровни минерального питания в зависимости от норм и способов посева при различных сроках посева в условиях орошения, 1990—1993 гг.

Норма посева	N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀		N ₃₀ P ₅₀ K ₉₀		Среднее
	Сплошной рядовой	широкорядный	Сплошной рядовой	широкорядный	
1 срок сева					
0,5	17,2	16,9	17,8	17,1	17,2
0,6	18,8	17,8	19,4	18,8	18,7
0,7	20,3	19,6	21,2	20,7	20,4
0,8	20,4	19,4	19,9	19,6	19,8
среднее	19,2	18,4	19,6	19,0	
2 срок сева					
0,5	15,4	16,7	15,9	16,9	16,2
0,6	17,0	18,1	17,8	18,0	17,7
0,7	18,3	20,1	19,8	20,1	19,6
0,8	18,1	19,6	19,9	20,1	19,4
среднее	17,2	18,6	18,4	18,8	
N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀	18,3	сплошной рядовой	18,6		
N ₃₀ P ₅₀ K ₉₀	18,9	широкорядный	18,7		

Таблица 2. Наименьшие существенные различия для вариантов опыта при уровне значимости 0,05 (НСР_{0,05})

Сроки посева	Первый	Второй
Фактор А: удобрения	1,13 ц/га	1,18
Фактор В: способ посева	1,13 ц/га	1,18
Фактор С: нормы посева	1,59 ц/га	1,68
Взаимодействие АВ	1,59 ц/га	1,68
Взаимодействие АС	2,25 ц/га	2,38
Взаимодействие ВС	2,25 ц/га	2,38

По мнению В.Ф.Патыки (1991), минеральный азот блокирует биологическую активность клубеньковых бактерий, выключая этот источник из приходной статьи азотного баланса почвы, а фосфорные удобрения нарушают развитие микоризообразующих грибов. В связи с этим с микробиологической и экологической точек зрения крайне важно максимально использовать и интенсифицировать процессы пополнения азотного фонда почвы на основе усиления азотфиксации. Еще одной из возможных причин низкой эффективности минеральных удобрений может быть сортовая особенность возделываемого в опытах сорта сои Лучезарная.

Важным фактором регулирования продуктивности культурных растений является создание оптимальной густоты стояния растений на единице площади и форма площади питания. Соя как культура с ярко выраженной изменчивостью по продуктивности отдельных растений в зависимости от условий выращивания значительно реагирует на изменение площади питания и способов размещения растений. Результаты наших исследований при различных условиях увлажнения показали, что в условиях орошения урожайность сои не зависела от способа посева, и при различной ширине междурядий (15 и 45 см) она была практически одинаковой с незначительным колебанием по вариантам в ту или другую сторону.

В неорошаемых условиях показано преимущество обычных рядовых посевов по сравнению с широкорядными. В большинстве случаев обычный рядовой посев обеспечивал большую продуктивность растений сои. Так, на варианте без удобрений на обычном рядовом способе посева при норме 0,6 млн шт/га — 14,1 ц/га, при 0,7 — 17,1 ц/га и при 0,8 — 13,4 ц/га. На широкорядном соответственно — 12,0; 12,1 и 12,7 ц/га или на 5,5—41,3% ниже. Такая же закономерность наблюдалась и на вариантах с применением удобрений. Например, на фоне P₃₀ урожайность составила соответственно 13,3; 14,9; 16,8 ц/га и 12,0; 12,5; 12,6 ц/га (ниже на 10,8—33,3%).

По нормам высева прослеживается общая закономерность увеличения урожайности при повышении норм высева до 0,6—0,7 млн растений на гектаре. Причем в естественных условиях увлажнения рост урожайности отмечен только для рядового посева. Прибавка составила на безудобренном фоне 3,0 ц/га, при внесении N₃₀P₃₀K₃₀ — 2,3 ц/га, P₃₀ — 3,5 ц/га при урожайности на контроле 14,1 ц/га. На широкорядном посеве повышение продуктивности в этом случае не происходит. Более низкая продуктивность широкорядных посевов с междурядьями 45 см связана с изменением архитектуры посевов, значительным затенением нижних ярусов при смыкании рядков, что приводит к преждевременному пожелтению и опадению листьев и цветков нижних ярусов.

При орошении увеличение сбора зерна отмечается как на рядовом способе посева, так и на широкорядном. Так, например, при первом сроке сева на рядовом способе увеличение нормы высева от 0,5 до 0,7 млн способствовало росту продуктивности с 17,2 до 20,3 ц зерна с гектара (рекомендованная норма удобрений), на широкорядном — с 16,9 до 19,6 ц/га. Дальнейшее загущение посевов до 0,8 млн растений не способствовало дальнейшему росту урожайности сои. Таким образом, в условиях орошения складывается более сбалансированный водный режим посевов, уменьшается конкуренция культурных растений за влагу, что в конечном итоге приводит к оптимизации условий произрастания.

Одним из важных вопросов в технологии возделывания сои являются сроки посева, от которых зависит общая продолжительность вегетации как один из сдерживающих факторов расширения посевов сои в Центрально-Черноземном регионе. Проведенные исследования показали, что наиболее высокая семенная продуктивность свойственна посевам сои первого срока (вторая декада мая). Особенно отчетливо данная закономерность отмечается на обычном рядовом сроке сева. При широкорядном способе различия были минимальные. Так, в среднем за годы проведения исследований при первом сроке сева рядовым способом урожайность сои составила 19,2 ц/га, при втором 17,2 ц/га (рекомендованная доза минеральных удобрений), при расчетном способе — 19,6 и 18,4 ц/га.

Более высокая продуктивность ранних сроков посева связана с тем, что в период формирования и созревания зерна складываются более благоприятные гидротермические условия. Хотя общая продолжительность вегетации в этом случае больше, но календарные сроки созревания наступают примерно на 7—10 дней раньше.

Таким образом, подводя итоги вышеизложенному, можно сделать следующие выводы:

1. Оптимальные сроки посева сои в условиях Центрального Черноземья приходятся на первую и вторую декаду мая.

2. Сою следует высевать обычным рядовым способом с нормой 0,6 — 0,7 млн всхожих семян на гектаре. В условиях орошения сою можно высевать как рядовым, так и широкорядным способом.

3. На почвах с высокой обеспеченностью элементами питания минеральные удобрения вносить не целесообразно. ■

УДК 581.1:631.8

РОЛЬ МИНЕРАЛЬНОГО АЗОТА И АССОЦИАТИВНЫХ РИЗОБАКТЕРИЙ В ФОРМИРОВАНИИ ПРОДУКТИВНОСТИ РЕДЬКИ МАСЛИЧНОЙ ROLE OF MINERAL NITROGEN AND ASSOCIATIVE RHIZOBACTERIA IN PRODUCTIVITY FORMATION OF A RADISH OLIVE

В.С. Юргина, Российский государственный педагогический университет имени А.И. Герцена, 191186, Россия, Санкт-Петербург, Наб. р. Мойки, 48, тел.: (911) 088-83-59, e-mail: verayurgina@yandex.ru
V.S. Yurgina, Russian Herzen State Pedagogical University, 191186, Russian Federation, St.-Petersburg, quay of the Moyka river, 48, tel.: (911) 088-83-59, e-mail: verayurgina@yandex.ru

Рассматривается значение минерального азота для повышения эффективности растительно-бактериальной ассоциации и увеличения продуктивности редьки масличной. Показано, что на малогумусированной дерново-подзолистой почве с внесением фосфорных и калийных удобрений ($P_{60}K_{60}$) продуктивность растений при инокуляции штаммами ризобактерий снижалась на 13—19% по сравнению с контрольными растениями (без инокуляции). На фоне полного минерального удобрения ($N_{60}P_{60}K_{60}$) урожай у инокулированных растений увеличился на 25—29%.

Ключевые слова: ассоциативные ризобактерии, минеральный азот, редька масличная.

Mineral nitrogen significance for efficiency increase of plant-bacterial association and productivity formation of a radish olive was considered. It is shown that on poor nitric soil with entering of phosphoric and potash fertilizers ($P_{60}K_{60}$) plant productivity after seeds inoculation of rhizobacteria has decreased on 13—19% in comparison with control plants (without inoculation). On the contrary full mineral fertilizer ($N_{60}P_{60}K_{60}$) in the inoculated plants caused the crop augment on 25—29%.

Key words: associative rhizobacteria, mineral nitrogen, radish olive.

Редька масличная (*Raphanus sativus L. var. oleifera Metzg*) — малораспространенная и перспективная кормовая, лекарственная, медоносная, сидеральная и техническая культура. Повышение ее продуктивности с применением экологически чистых и энергосберегающих технологий выращивания имеет большое практическое значение.

Для увеличения урожайности небобовых культур, в том числе редьки масличной, в настоящее время пристальное внимание уделяется использованию биологических препаратов на основе отобранных штаммов ассоциативных ризобактерий. Для установления эффективных ассоциативных взаимоотношений между растениями и микроорганизмами необходимо не только тщательный подбор к каждой культуре и даже сорту соответствующего штамма, но и оптимальное обеспечение растительно-бактериальной ассоциации элементами минерального питания [3, 4].

Одним из факторов, влияющих на эффективность ассоциации, являются азотные минеральные удобрения. Установлено, что высокие дозы азота (100—150 кг/га) могут подавлять ассоциативную азотфиксацию. Однако на фоне оптимальных доз азотных удобрений для конкретной культуры азотфиксация на 30—45% выше, чем без них [3]. Известно, что для создания эффективного бобово-ризобинального симбиоза необходимо внесение при посеве небольших доз азотных удобрений порядка 30—45 кг/га [1]. Однако известны бобовые культуры, которые при обеспечении фосфором, калием и молибденом способны обеспечивать растения симбиотическим азотом без внесения удобрений. Для капустных культур, в частности редьки масличной, роль азотных удобрений в формировании продуктивности при инокуляции ассоциативными штаммами бактерий ранее не изучалась.

В соответствии с вышесказанным, нами были проведены исследования по выявлению эффективности инокуляции семян редьки масличной (сорт Радуга) ассоциативными ризобактериями на фоне полного минерального удобрения и с исключением минерального азота.

Мелкоделяночные полевые опыты были заложены в 2008—2009 гг. на биостанции РГПУ им. А.И. Герцена в поселке Вырица Гатчинского района Ленинградской области. Почвы опытных участков дерново-слабоподзолистые, супесчаные, слабокислые, со средним содержанием усвояемых форм фосфора и калия и количеством гумуса около 1,5%.

На основании ранее проведенных исследований нами было установлено, что оптимальная доза минеральных удобрений для повышения продуктивности редьки масличной составляет $N_{60}P_{60}K_{60}$ кг/га. Более высокие дозы азота увеличивают накопление нитратов, вызывают полегание и дают недостоверную прибавку урожая сырой и сухой массы [2]. В связи с этим эффективность бактериальных препаратов устанавливали на двух фонах минерального питания: 1 — $P_{60}K_{60}$ (с исключением азота), 2 — $N_{60}P_{60}K_{60}$ из расчета в кг/га.

Для предпосевной инокуляции семян использовали препарат на основе штамма 5С-2 *Variovorax paradoxus* (далее 5С-2), мизорин (*Arthrobacter myrosens*, шт. 7) и флавобактерин (*Flavobacterium sp.*, шт. Л30), которые были отобраны ранее в серии лабораторных (в чашках Петри) и вегетационных опытов как лучшие из 10. Препараты предоставлены ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии (Санкт-Петербург — Пушкин). Повторность опытов 4-кратная. Определялись основные биометрические характеристики растений, содержание общего хлорофилла фотоколориметрическим методом и продуктивность зеленой массы. Статистическая обработка производилась принятыми в такого рода исследованиях методами с использованием Microsoft Excel.

Результаты выращивания растений редьки масличной, семена которых были инокулированы при посеве бактериальными препаратами, на фоне РК (с исключением азота) представлены в таблице 1. В фазу активного цветения обработанные растения по высоте незначительно превышали контрольные (на 1—7%). Наибольший результат был получен в варианте с 5С-2 (107%). Количество листьев при уборке составляло около 4—5 шт./растение. При этом в контрольном варианте среднее количество листьев было выше, чем у опытных растений, что в конечном итоге сказалось на продуктивности растений.

У опытных растений снизилась площадь листовой поверхности. Инокуляция семян 5С-2 привела к уменьшению данного показателя на 25%. При использовании мизорина и флавобактерина также отмечено сокращение площади листьев на 21% и 14% соответственно. Содержание хлорофилла у обработанных растений оказалось ниже, чем у контрольных. При бактеризации семян 5С-2 наблюдалось снижение данного параметра на 8%, мизорином и флавобактерином — на 12%. В связи с этим продуктивность зеленой массы у опытных растений была на 13—19% ниже, чем у контрольных растений.

Таблица 1. Морфофизиологические особенности и продуктивность редьки масличной при инокуляции ассоциативными штаммами ризобактерий на разном азотном фоне

	Высота		Содержание хлорофилла		Площадь листьев 1 растения		Сырая масса растений	
	см	% к контролю	%	% к контролю	см ²	% к контролю	т/га	% к контролю
P₆₀ K₆₀								
Контроль	81,5	100	0,25	100	211,7	100	30,8	100
5С-2	87,0	107	0,23	92	158,0	75	25,3	82
Мизорин	84,2	103	0,22	88	167,6	79	26,7	87
Флаво-бактерин	82,6	101	0,22	88	181,2	86	25,1	81
НСР05	5,2		0,02		39,9		2,7	
SX0	2,1		2,8		7,4		3,3	
N₆₀ P₆₀ K₆₀								
Контроль	101,7	100	0,30	100	179,5	100	38,3	100
5С-2	108,2	106	0,38	127	242,2	135	49,3	129
Мизорин	105,3	104	0,34	113	261,6	146	48,5	127
Флаво-бактерин	104,4	103	0,40	133	216,8	121	47,5	125
НСР05	2,2		0,02		54,0		3,9	
SX0	0,6		1,8		6,9		2,4	

Таким образом, обработка семян ассоциативными штаммами бактерий на бедном азотном фоне не только не повышает накопление биомассы исследуемых растений, но и приводит к ее снижению.

Анализ данных опыта по инокуляции семян редьки масличной бактериальными препаратами на фоне полного минерального удобрений (NPK), включающего азот, выявил иные результаты.

Высота растений в фазу укосной спелости была значительно выше, чем у растений на фоне РК. При этом внесение ассоциативных штаммов обеспечило увеличение данного показателя всего на 3—6%, что практически не отличается от аналогичного показателя у растений, выросших без азота. Следовательно, прирост в высоту обеспечило только внесение азотных удобрений. Количество листьев у опытных растений также было незначительно больше, чем у контрольного варианта, и составляло в среднем 5—6 шт./растение.

Литература

1. Биопрепараты в сельском хозяйстве. (Методология и практика применения микроорганизмов в растениеводстве и кормопроизводстве). Отв. ред. И.А. Тихонович, Ю.В. Круглов. — М., 2005. — 154 с.
2. Воробейков Г.А., Царенко В.П., Юргина В.С., Киселев М.В. Влияние возрастающих доз азотных удобрений на продуктивность и качество капустных сидеральных культур // Международный агропромышленный комплекс (материалы для обсуждения). — СПб., 2009. — С. 99—100.
3. Завалин А.А. Биопрепараты, удобрения и урожай. — М.: Издательство ВНИИА, 2005. — 302 с.
4. Кожемяков А.П., Проворов Н.А., Завалин А.А., Шотт П.Р. Оценка взаимодействия сортов ячменя и пшеницы с ризосферными ростстимулирующими бактериями на различном азотном фоне // Агрохимия. — 2004. — № 3. — С. 33—40.

Однако площадь листьев у инокулированных растений значительно превышала контрольный показатель. Наилучшие результаты отмечены в варианте с мизорином (146%) и 5С-2 (135%). При этом листовая поверхность была на 67% и 60% выше, чем у соответствующих растений, выросших на бедном азотном фоне. При инокуляции семян флавобактерином на фоне полного минерального удобрения данный показатель был выше на 35% по сравнению с аналогичным вариантом на фоне РК. Таким образом, увеличение площади листьев на фоне NPK произошло не только за счет внесения минерального азота, но и в большей степени за счет ростстимулирующей деятельности используемых ризобактерий.

При обработке семян мизорином, 5С-2 и флавобактерином увеличилось содержание хлорофилла на 13%, 27% и 33% соответственно по отношению к контролю, что позволяет предположить усиление фотосинтетических процессов у опытных растений. Причем данный показатель превышал аналогичные параметры растений соответствующих вариантов на фоне РК на 25%, 35% и 45%. Следовательно, повышение содержания хлорофилла на фоне NPK также является следствием деятельности интродуцируемых бактерий.

В связи с этим урожай зеленой массы у растений на фоне полного минерального удобрения вырос на 25—29%. Инокуляция семян 5С-2 обеспечила прибавку урожая в сравнении с аналогичными вариантами, выросшими с исключением азота, — на 47%, флавобактерином — на 44%, мизорином — на 40%.

Таким образом, полученные данные показывают, что при использовании ассоциативных бактерий для повышения продуктивности редьки масличной большое значение имеет первоначальная обеспеченность растений минеральным азотом. Дефицит минерального азота в почве, вероятно, усиливает конкуренцию за него как между интродуцируемыми ризобактериями и аборигенной микрофлорой, так и между ризосферными бактериями и растениями. Кроме того, при дефиците азота в растениях затормаживается формирование листовой поверхности, снижаются фотосинтетические процессы и ослабляется экзосмос ассимилятов корневой системой, необходимых для питания бактерий и установления эффективных взаимоотношений в растительно-бактериальной ассоциации. В результате растения оказываются более слабыми в конкуренции за азот, что приводит к торможению ростовых процессов и снижению продуктивности. Наоборот, при внесении оптимальных доз минерального азота устанавливаются взаимовыгодные отношения в системе «растение-бактериальный штамм», что приводит к стимуляции ростовых процессов растений и повышению их продуктивности. 

УДК 631.153.3

СЕВООБОРОТ И БИОЛОГИЗАЦИЯ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ CROP ROTATION AND BIOLOGIZATION OF FARMING

Ю.Н. Синих, РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 142020, Россия, Московская область, Подольский р-н, пос. Шишкин Лес, 16, кв. 137

Yu. N. Sinich, The Russian State Agrarian University — Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, 142020, Russian Federation, Moscow region, Podolsk district, Shishkin Les, 16, 137

В условиях центральных областей Нечерноземной зоны России пожнивное зеленое удобрение в сочетании с севооборотом, системой минеральных удобрений и защиты растений обеспечивает высокий эффект в биологическом окультуривании дерново-подзолистой почвы, устранении отрицательных последствий зерновой специализации земледелия и увеличении выхода зерна с единицы севооборотной площади.

Ключевые слова: севооборот, окультуривание дерново-подзолистой почвы, зеленое удобрение, зерновые культуры.

In conditions of central regions of Non-chernozem zone of Russia after-crop green fertilizer together with crop rotation, system of mineral fertilizers and plant protection give a good effect in biological cultivation of turfpodzol soils, eliminating negative effects of cereal specialization of farming and increasing of cereals yield from a unit of areas under crop rotation action.

Key words: a crop rotation, amelioration of dernovo-podsolic soil, green fertilizer, grain crops.

Проведение реформ в аграрном секторе России происходит в условиях глубочайшего экономического кризиса, в результате которого резко сократилась обеспеченность сельского хозяйства всеми основными средствами производства.

Спад промышленного производства и резкое подорожание сельскохозяйственных машин, минеральных удобрений, средств защиты растений и регуляторов роста привели к резкому сокращению их использования как важных факторов интенсификации земледелия. В итоге мы наблюдаем резкое снижение культуры земледелия, переход к экстенсивному земледелию. Снижается содержание гумуса в почве, достигли огромных размеров темпы и масштабы водной и ветровой эрозии, заболачивание земель. Ухудшилась экономическая обстановка из-за загрязнения почвы, окружающей среды и всей биосферы.

Большие потери гумуса требуют постоянной его компенсации за счет внесения большого количества органических удобрений. При резком сокращении поголовья животных в последние десятилетия актуальным стало применение помимо навоза других видов органики — сидератов и соломы.

В центральных районах Нечерноземной зоны России в качестве зеленого удобрения пригодны пожнивны посевы горчицы белой и других культур. Промежуточные посевы сидератов оказывают положительное влияние на баланс органического вещества, биологическую активность почвы и другие показатели плодородия почвы, а также защищают почву от эрозии, способствуют охране окружающей среды и получению экологичной продукции.

Поэтому актуальным остается изучение сочетания пожнивной сидерации и применения в виде удобрения соломы в специализированных севооборотах, предельно до 83% насыщенных зерновыми культурами.

Исследования проводили в стационарном полевом опыте, заложенном в 1980 г. на экспериментальной базе (учхоз «Михайловское», Подольский район Московской области). Почва среднесуглинистая, слабо оподзоленная, средней степени окультуренности с мощностью пахотного слоя 0—20 см, в котором перед закладкой опыта содержание гумуса 1,94%, подвижного фосфора — 13,1 мг/100 г почвы, обменного калия — 16,4 мг/100 г почвы, рН — 5,7.

Изучались шестипольные севообороты: I. многолетние травы 1 г.п. — многолетние травы 2 г.п. — озимая пшеница — кукуруза на силос — овес — ячмень с подсевом многолетних трав (50% зерновых, первый контроль); II. клевер — озимая пшеница — овес — вика — овес на зеленый корм — озимая рожь — ячмень с подсевом клевера (67% зерновых); III. вика — овес на зеленый корм — озимая пшеница — овес, ячмень — озимая рожь — яч-

мень (83% зерновых). Последний севооборот изучался в трех вариантах опыта: III. — без пожнивного сидерата (второй контроль), IV. — с пожнивным сидератом, V. — с пожнивным сидератом и удобрением соломой. Кроме того, изучали различные варианты удобрения ячменя в бессменных посевах: 1) без удобрений, 2) NPK, 3) NPK + пожнивной сидерат, 4) NPK + пожнивной сидерат с удобрением соломой.

Пожнивную горчицу белую сорта Лунинская выращивали в севообороте III после уборки озимой пшеницы, озимой ржи и ячменя и запахивали в чистом виде или в сочетании с измельченной соломой зерновых культур. Урожайность зеленой массы пожнивной горчицы колебалась по годам исследований, но в среднем за четыре ротации севооборота при посеве после озимой пшеницы составила 18,7 т/га, после озимой ржи — 16,7 после ячменя — 8,2 т/га (табл.1). Под зерновые культуры вносили минеральные удобрения из расчета на запланированный урожай (4—5 т/га зерна). Часть азота (50 кг/га), предназначенного под последующую культуру, вносили под пожнивную горчицу.

Таблица 1. Урожайность пожнивной горчицы в зависимости от предшественника

Место возделывания	Предшественник	Урожайность зеленой массы за период 1980—2004 г.		% урожайных лет
		В среднем за урожайные годы	В среднем за 24 года	
Зерновой севооборот с 83% зерновых	Озимая пшеница	20,5	18,7	91
	Озимая рожь	19,1	16,7	87
	Яровой ячмень	11,1	8,2	74
Бессменные посевы ячменя с 1980 г.	Яровой ячмень	10,8	8,0	74

Все варианты севооборотов были развернуты полностью всеми шестью полями и вводились одновременно в первый год закладки стационарного опыта.

Результаты исследований показали, что в Центральном регионе горчица белая, при посеве сразу же после уборки озимых культур в первой декаде августа, в условиях влажной осени быстро растет, хорошо переносит ранние осенние заморозки и до наступления устойчивого похолодания (середина октября) успевает зацвести и дать в среднем 18-20 т/га зеленой массы удельно ценной ценности.

В наиболее благоприятные годы с теплой дождливой осенью посевы пожнивной горчицы давали по 30—35 т/га зеленой массы, или 4—4,5 т/га абсолютно сухого веществ.

тва. При заашке этого сидерата с 1 т/га сухого вещества поступало в среднем 386 кг углерода, 31 — азота, 11 — фосфора и 19 кг — калия.

Определение биологической активности почвы с помощью льняной ткани в наших опытах показало, что зеленая масса пожнивного сидерата повышала биологическую активность почвы в 1,3—1,5, а в отдельные годы и в два раза. При этом изменялся видовой состав почвенной микрофлоры: повышалось содержание бактерий рода *Clostridium*, а азотофиксирующая способность почвы возрастала в 6—10 раз. Одновременно возрастала ферментативная активность почвы: уреазы на 52%, протеазы на 45, инвертазы на 10, каталазы на 17%.

Ускоряя разложение растительных остатков — носителей почвенных фитопатогенов, зеленое удобрение в несколько раз повышает биологическую активность сапрофитной микрофлоры, которая является антагонистом почвенных грибов — возбудителей многих болезней культурных растений. В результате поражения ячменя корневыми гнилями снижалось в 1,5—2 раза. Ранее проведенными исследованиями было установлено, что пожнивная сидерация снижает поражение картофеля паршой обыкновенной в 2—2,4 раза, ризоктониозом в 1,7—5,3 раза. Активизацию почвенной биоты подтверждало увеличение количества дождевых червей в пахотном слое дерново-подзолистой почвы в 1,5—2 раза. Особенно заметно повысилось количество дождевых червей к концу вегетации ячменя в бессменных посевах при использовании пожнивной сидерации в сочетании с удобрением соломой. Если до посева на 1 м² в этом варианте насчитывалось 29 дождевых червей, то после уборки — 53, тогда как без удобрений — соответственно 12 и 13 шт.

Положительное влияние пожнивного сидерата на биологическую активность благоприятно сказывалось на росте, развитии и урожайности сельскохозяйственных культур, продуктивности севооборота и качестве получаемой продукции.

Длительное, в течение 24 лет (1980—2004 гг.), использование этого пожнивного сидерата на фоне минеральных удобрений в чистом виде и в сочетании с удобрением соломой снижало отрицательное влияние предельного насыщения севооборота зерновыми культурами и дало возможность получать такие же урожаи зерновых культур, как и в плодосменном севообороте: ячменя 32,8—31,2 и 31,8 ц/га, овса 31,4—32,4 и 32,2 ц/га, озимой пшеницы — 37,7—38,0 и 39,3 ц/га (табл. 2).

Таблица 2. Урожайность зерновых культур и продуктивность зерновых севооборотов

Севооборот зерновых %	Урожайность, ц/га				Выход зерна, ц/га	Общая продуктивность, ц/га корм.ед.
	Ячмень	Овес	Озимая пшеница	Озимая рожь		
Плодосменный, 50%	32,8	31,4	37,7	—	17,0	53,0
Зернотравяной, 67%	30,1	33,1	40,7	39,6	23,9	46,1
Зерновой, 83%	28,9	29,9	35,0	34,4	26,2	43,2
Зерновой, 83% + ПС	31,2	32,4	38,0	36,6	28,2	48,7
Зерновой, 83% + ПС + С	31,8	32,2	39,3	39,1	29,0	47,7

Примечание: ПС — пожнивной сидерат, С — солома

Проведенные исследования с применением пожнивного сидерата на дерново-подзолистых почвах Московской области показали, что насыщение шестипольного севооборота до 83% зерновыми культурами приводит к снижению их урожайности (табл. 2). Однако это снижение удается снять, если до 75% занимать пожнивными посевами белой горчицы на зеленое удобрение. 

УДК 631.874:581.54

ВЛИЯНИЕ АГРОКЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ТАМБОВСКОЙ ОБЛАСТИ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ СИДЕРАТОВ THE GREEN FERTILIZER IN TAMBOV REGION

Е.В. Бирюков, Мичуринский государственный аграрный университет, 392004, Россия, Тамбовская область, Тамбов-4, 13, кв. 37, тел.: (4752) 74-89-22, 8 (915) 876-48-65.

E.V. Biryukov, Michurinsk State Agrarian University, 392004, Russian Federation, Tambov region, Tambov-4, 13, ap. 37, tel.: (4752) 74-89-22, 8 (915) 876-48-65.

Зеленое удобрение, или сидераты — это культуры, которые выращивают исключительно для повышения плодородия почвы. Климат нашего региона сухой летом и холодный в зимний период. Важная задача — выбирать сидеральные культуры и разрабатывать технологии их использования в наших специфических условиях. Люпин белый и редька масличная очень популярные сидераты. Белый люпин сорта Старт растет более стабильно в наших погодных условиях, а редька масличная обладает быстрым ростом. Что лучше? Стабильность.

Ключевые слова: зеленое удобрение, вегетационный период, погодные условия, засуха, урожайность сидератов.

The green fertilizer it is a plants, which grow for increasing of the fertility of the soil solely. The climate in our region is dry in summer and cold in winter period. Also, we have heavy soil for many crops. We must choose crops and make technology for our specific conditions. White lupine and *raphanus raphanistrum* are very popular for green manuring. The white lupine start to grow more stable in our weather conditions, but the *raphanus raphanistrum* grows up faster. What is better? Stability.

Key words: green fertilizer, vegetative period, weather conditions, drought, green manuring productivity.

В связи с недостаточным внесением в почву навоза и торфонавозных компостов особое значение приобретают сидераты — экологичный и энергосберегающий способ повышения уровня плодородия почвы и урожайности зерновых культур [4].

Зеленое удобрение, как и любое другое органическое удобрение, оказывает многостороннее положительное действие на почву — повышает ее биологическую активность, разрыхляет подпахотный слой, снижает кислотность. Все это повышает продуктивность севооборотов [2, 3].

В Нечерноземной зоне России, с дерново-подзолистыми почвами, бедными гумусом и подвижными питательными веществами, а также на Дальнем Востоке применение сидератов особенно эффективно. Климатические условия здесь благоприятны для выращивания сидеральных культур. Обилие влаги (более 300 мм) и достаточная сумма активных температур (1000—2000°C) позволяют получить высокий урожай сидератов и при этом не иссушить почву, а также качественно заделывать зеленое удобрение и подготовить поле для возделывания основных продовольственных культур [2].

Тамбовская область расположена в лесостепной Центрально-Черноземной зоне России, характеризующейся теплым и засушливым летним периодом. Неравномерное выпадение осадков в период вегетации часто лимитирует развитие растений. В среднем два года из трех в области считаются засушливыми [3]. Поэтому система обработки почвы в регионе направлена на уменьшение испарения влаги с ее поверхности, а в качестве лучшего предшественника для озимой пшеницы традиционно считается чистый пар с внесением навоза [5].

Сидераты в области начали использовать сравнительно недавно, когда в условиях дефицита навоза стала очевидной необходимость использования альтернативного органического удобрения. Замена чистых паров на сидеральные позволяет остановить стремительную деградацию черноземных почв, наблюдаемую сегодня из-за катастрофической нехватки органических удобрений [4].

Известно, что эффективность сидерального пара зависит от урожайности зеленого удобрения. Продуктивность сидеральных культур определяется видом растений и агроклиматическими условиями их вегетации, а именно температурой и выпадением осадков. Выбор сидератов большой, но в производстве необходимо использовать одну или две культуры, дающие стабильные урожаи в агроклиматических условиях конкретного хозяйства.

С 2006 г. кафедра растениеводства Мичуринского государственного аграрного университета (МичГАУ)

проводит исследования сидеральных паров, где местные сорта люпина белого и редьки масличной (соответственно Старт и Тамбовчанка) выращиваются в качестве сидератов. Одной из задач исследования этих культур является изучение влияния погодных условий на их рост и развитие, а как следствие — на накопление сырой и сухой биомасс этими культурами к моменту заделки в почву.

Полевые опыты проведены на опытном поле МичГАУ в учхозе-племзаводе «Комсомолец» Мичуринского района. Почва — чернозем выщелоченный тяжелосуглинистый. Проводились фенологические наблюдения за растениями и определение урожая (середина июля). Рост культур приходился на жаркий засушливый период — май, июнь и июль (табл. 1).

Таблица 1. Характеристика погодных условий в период вегетации сидератов (от появления всходов растений до их заделки в почву)

Культура	Год	Продолжительность вегетации растений, сут.	Сумма активных температур, за период вегетации, °С	Сумма осадков, мм	ГТК периода	ГТК от нормы, %
Люпин белый	2006	54	1359,4	71,9	0,53	45,3
	2007	58	1243,2	106,8	0,86	73,5
Редька масличная	2006	54	1359,4	71,6	0,53	45,3
	2007	64	1309,3	111,6	0,85	72,6
Средние многолетние данные			1250—1450	160,6	1,17	100

Хозяйственную ценность зеленое удобрение приобретает на 54—64 день после появления всходов, когда растения накапливают значительную биомассу. Май, июнь и первая половина июля 2006 г. в целом были более жаркими, чем аналогичный период следующего года. Растения в 2006 г. до заделки получили на 116,2 и 50,1°C (соответственно люпин белый и редька масличная) тепла больше, чем в 2007 г., а осадков выпало в этот год на 33% меньше. За вегетацию сидератов осадков выпало меньше на 55,3% (2006 г.) и 33,5% (2007 г.) по сравнению с многолетними климатическими данными.

Тем не менее, продуктивность изучаемых культур зависела не только от общей обеспеченности гидротермическими условиями. Характер выпадения осадков во время

интенсивного роста культур в 2006—2007 гг. различался, что обычно для областей неустойчивого увлажнения. Так, в 2007 г., когда посевы находились в фазе всходов, наблюдалась сильная засуха. Она продержалась со второй декады мая до второй декады июня. ГТК периода от всходов до бутонизации для люпина белого был равен 0,28, а для редьки масличной — 0,3. Растения сидератов находились в фазе наиболее интенсивного развития листовой поверхности и фотосинтетического аппарата. В результате засухи в 2007 г. сильно снизились фотосинтетический потенциал и продуктивность фотосинтеза посевов (табл. 2).

Сидерат	Показатель	Год	Фаза развития			
			Всходы		Бутонизация и цветение	Плодообразование
			начало	конец		
Люпин белый	Фотосинтетический потенциал, тыс. м ² /га	2006	13,3	54,1	166,9	288,0
		2007	12,5	31,9	100,7	142,4
	Чистая продуктивность фотосинтеза, г/м ² сут.	2006	4,5	11,5	14,5	9,3
		2007	0,0	10,8	12,6	4,5
Редька масличная	Фотосинтетический потенциал, тыс. м ² /га	2006	28,1	105,2	252,4	348,2
		2007	15,2	44,5	72,7	91,9
	Чистая продуктивность фотосинтеза, г/м ² сут.	2006	7,6	8,6	6,6	4,4
		2007	13,1	6,5	5,5	13,6

Продуктивность фотосинтеза растений зависит от температуры, освещенности, наличия воды и питательных веществ. Люпин белый имеет большую продуктивность в конце фазы всходов, бутонизации и цветения (12,6—14,5 г/м² сут.) (табл. 2). Однако размеры фотосинтетического потенциала по годам различались. Так, в 2007 г. в конце фазы всходов он был ниже, чем в 2006 г., на 41%. Такое отставание сохранилось до заделки растений в почву. Редька масличная обладала высокой продуктивностью фотосинтезирующего аппарата на раннем этапе роста (7,6—13,1 г/м² сут.) до наступления засушливого периода. Сильная засуха 2007 г. снизила его продуктивность (от 8,6—6,6 до 6,5—5,5 г/м² сут.). Фотосинтетический потенциал на посевах редьки 2007 г. перед бутонизацией составил 44,5 тыс. м²/га, что на 57,7% ниже посева 2006 г. В дальнейшем эта разница увеличилась до 71,2% (цветение) и 73,6% (плодообразование).

Снижение фотосинтетического потенциала в 2007 г. отразилось в первую очередь на урожае зеленой массы сидератов. К моменту заделки в почву они накопили

различную биомассу. Существенные различия в урожае наблюдались как между культурами, так и по годам исследования (табл. 3.).

Урожайность зеленой биомассы у редьки масличной в среднем выше, чем у люпина белого на 1,9 т/га (табл. 3). В условиях достаточного увлажнения редька масличная способна дать до 60 т/га зеленой биомассы [1]. Даже в засушливых условиях 2006 г. редька накопила биомассу равную 34,8 т/га, что на 20,2% выше, чем у люпина (НСР₀₅ = 2,8 т/га). При интенсивном развитии редька масличная способна подавлять рост сорняков и оказывать противонематодное действие. Однако в качестве сидерата она обладает рядом недостатков, основной из которых — это резкое снижение урожайности при неблагоприятных условиях увлажнения. В 2007 г. ее урожайность снизилась на 11,5 т/га, в то время как у люпина всего на 3,4 т/га (НСР₀₅ = 2,5 т/га). Люпин белый оказался более стабильной культурой, что является существенным преимуществом.

Сидерат	Год	Зеленая биомасса	Сухое вещество
Люпин белый	2006	28,9	5,3
	2007	25,5	5,0
	Средняя продуктивность	27,2	5,2
Редька масличная	2006	34,8	4,7
	2007	23,3	3,6
	Средняя продуктивность	29,1	4,2

Таким образом, агроклиматические условия, сложившиеся в Тамбовской области (2006—2007 гг.) в период вегетации сидератов, были засушливыми. Сумма выпавших осадков за май, июнь и первую половину июля была в 2,2 и 1,5 раза ниже многолетней нормы. Количество осадков было лимитирующим фактором в развитии сидератов.

Урожайность люпина белого в среднем за 2 года составила 27,2 т/га сырой биомассы и 5,2 т/га сухого вещества, и ее отклонение по годам — всего 1,7 т/га от средней величины. Урожайность редьки масличной за 2 года в среднем составила 29,1 т/га сырого и 4,2 т/га сухого вещества, а отклонение по годам — 5,8 т/га (сырого вещества), что существенно выше, чем у люпина.

При выборе сидеральной культуры предпочтение следует отдавать тому виду, урожайность которого более стабильна. Использование районированных сортов так же важно при возделывании сидератов, как и при выращивании продовольственных культур. Сорта Старт и Тамбовчанка районированы в Тамбовской области, однако люпин белый дает более стабильный урожай, который возможно прогнозировать. Поэтому в хозяйствах Тамбовской области мы рекомендуем использовать люпин белый сорта Старт. 

Литература

- Дорофеев Н.В., Пешкова А.А. Возделывание редьки масличной на семена в Иркутской области // *Зерновое хозяйство*. 2007. — № 2. — С. 31—32.
- Кант Г. Зеленое удобрение. — М.: Колос, 1982. — 128 с.
- Лосев А.П. Практикум по агрометеорологическому обеспечению растениеводства. — СПб.: Гидрометеиздат, 1994. — 244 с.
- Попов П.Д., Хохлов В.И., Егоров А.А. Органические удобрения: Справочник. — М.: Агропромиздат, 1988. — 207 с.
- Федоров В.А., Юмашев В.П., Сорочкин Ю.П., Брюхова З.Я. Сидеральный пар. Рекомендации. — Тамбов: Пролетарский светоч, 2006. — 14 с.
- Шиповский А.К., Ростовцев М.А. Обработка почвы и качественная ее оценка в условиях ЦЧЗ. — Мичуринск: Изд. МичГАУ, 2000. — 48 с.

УДК 631.41:571.54

ПРОСТРАНСТВЕННАЯ НЕОДНОРОДНОСТЬ КАШТАНОВЫХ ПОЧВ СКЛОНОВЫХ ЛАНДШАФТОВ ЗАБАЙКАЛЬЯ ПО АГРОХИМИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ И БИОПРОДУКТИВНОСТИ

SPATIAL HETEROGENEITY OF CHESTNUT SOILS SKLONOVYH OF LANDSCAPES BAYKAL REGION ON AGROCHEMICAL INDICATORS AND BIOEFFICIENCY

Ц.Д. Мангатаев, Институт общей и экспериментальной биологии, 670047, Россия, Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, 6, тел.: (3012) 43-31-65, e-mail: mangataev@mail.ru

М.А. Намсараева, Л.В. Забанова, Бурятская государственная сельскохозяйственная академия им. В.Р. Филиппова, 670024, Россия, Улан-Удэ, ул. Пушкина, 8, тел.: (3012) 44-22-61

T.D. Mangataev, Institute of the General and Experimental Biology, 670047, Russian Federation, Ulan-Ude, Sakh'yanovoy st., 6, tel.: (3012) 43-31-65, e-mail: mangataev@mail.ru

M.A. Namsaraeva, L.V. Zabanova, Buryat state agricultural academy named after V.R. Filippov, 670024, Russian Federation, Ulan-Ude, Pushkin st., 8, tel.: (3012) 44-22-61

Прослеживается дифференциация почвенно-агрохимических свойств в зависимости от экспозиции склона. Выявлены количественные закономерности соотношения рельеф — свойства и рельеф — биопродуктивность почв.

Ключевые слова: агрохимия, склоновые почвы, биопродуктивность

The differentiation of soil-agrochemical properties depending on a slope exposition is traced. Quantitative laws of a parity a relief — properties and a relief — bioefficiency of soils are revealed.

Key words: agrochemistry, slope soils, bioefficiency.

Наклонные поверхности составляют 60% суши [2], а в горном Забайкалье — до 90% площади. В связи с этим аграрное землепользование приобретает здесь целый ряд особенностей и нуждается в ландшафтном адаптировании агротехнологии [4].

Склоны дифференцируются на разнокачественные ландшафтные микрозоны, в совокупности образующие парагенетические геосистемы или катены. В степных и сухостепных катенах однонаправленному графитационно-флювиальному системообразующему потоку противостоят эоловые процессы, которые в Забайкалье столь сильны, что отложение перевеянных песков происходит на склонах и плоских водоразделах. Кроме графитационного градиента, в склоновых ландшафтах активно проявляется себя экспозиционный градиент. Склоны полярных экспозиций являются наиболее экологически контрастными. Распашка почв существенно облегчает флювиальный транспорт материала, в связи с чем пространственная неоднородность почв еще больше усиливается, а на нее накладывается дефляционная сортировка материала. Все это приводит к чрезвычайной пестроте почв в ландшафтах с расчлененным рельефом, агрохимические аспекты которой сейчас формируются как агрогеохимическая организация ландшафтов [1].

Следует отметить, что изучение агрогеохимической организации территории землепользования в Забайкалье практически не ведется, хотя ее актуальность очевидна.

Объекты исследований — пахотные почвы катена южного склона Тапхарской котловины (Республика Бурятия): каштановая супесчаная (верхняя часть склона и плакор увала), легкосуглинистая (средняя часть склона, транзитная), среднесуглинистая (нижняя часть, аккумулятивная). Пахотные почвы используются как единый массив для выращивания зернофуражных культур.

Почвенные и склоновые растительные образцы отбирали из слоя 0—20 см со строгим учетом рельефа (положение на склоне и его экспозиция). Продуктивность склоновых агроландшафтов определяли по надземной биомассе овса на площадках 1х1 м в 5-кратной повторности.

Гумус определяли по Тюрину; общий азот — по Кьельдалю; обменный кальций и магний — по Гедройцу; нитратный азот — дисульфифеноловым методом; P_2O_5 и K_2O — по Мачигину; pH — потенциметрически; агрегатный состав почвы — по Саввинову; гранулометрический состав — по Качинскому.

Тапхарская котловина расположена на водораздельном участке между долинами рек Селенга и Иволга в отрогах Ганзуриного хребта [3]. Практически вся площадь земельных угодий распаханна или находится под залежью. Целинные варианты отсутствуют, лишь на верхних частях склонов останцевых гор они представлены почвами с неполноразвитым профилем, диагностируемые системой горизонтов A_1 — AC — C и выходами коренных пород. Днище котловины имеет пологоволнистый рельеф в пределах высот 511—580 м и расположено среди низких останцевых гор с диапазоном абсолютных высот 710—854 м. Засушливый климат обусловил формирование сухостепного ландшафта со сплошным распространением каштановых мучнисто-карбонатных почв.

Морфологическое строение каштановых пахотных почв характеризуется мощным профилем, с системой горизонтов A_{nax} — $A_{n/nax}$ — B_1 — B_{ca} (BC_{ca}) — C_{ca} . Мощность гумусово-аккумулятивного горизонта в зависимости от условий залегания почв в пределах котловины варьирует от 20 до 45 см. По склонам его глубина достигает 35 см. В некоторых случаях для него характерны светлые оттенки бурых тонов, что во многом предопределено смешиванием их с горизонтом B_1 и проявлением эрозийных процессов. Горизонт B_{ca} практически полностью пропитан карбонатами в виде обильных мучнистых скопелений и образует сплошное сложение в нижней части профиля. Ниже залегают рыхлые песчаные и супесчаные карбонатные породы.

Изученные каштановые почвы имеют неблагоприятное структурно-агрегатное состояние, что проявляется в высоком содержании микроагрегатных (<0,25 мм) эрозийно опасных фракций, количество которых при сухом просеивании достигает на элювиальной — 39,5%, транзитной — 33,2% и аккумулятивной частях склона — 25,4%, а при мокром соответственно — 13,5, 15,4 и 12,5%. По гранулометрическому составу каштановые почвы отличаются по микрозонам с преобладанием песчаной фракции (33,6—35,7—33,5%).

Микрозональная дифференциация проявилась на склонах ландшафтов, имеющих длительную историю использования в пашню (табл. 1).

Здесь содержание общего азота в почвах от вершины к подножию возрастает от 0,25 до 0,4%, а содержание подвижного фосфора в почвах верхнесклоновой микрозоны больше, чем в почвах средней и нижнесклоновой на 5-8 мг/кг почвы. Количество обменного калия по микрозо-

нам не имеет существенного различия (12,5—11,0—14,0 мг). Также содержание гумуса в почвах незначительно возрастает от верхнесклоновой зоны к нижнесклоновой (1,03—1,53%). Это естественное явление, вызванное как денудацией, так и улучшением в этом направлении условий увлажнения и увеличением продуктивности агроценоза. В этом направлении не наблюдается рост значений pH (6,8—7,0), хотя в некоторых котловинах происходит накопление щелочных и щелочноземельных солей [4]. Солевые выцветы на поверхности — довольно частое явление в днищах долин и балок.

Таблица 1. Пространственное распределение агрохимических показателей каштановых почв склонового ландшафта

Показатели	N _{общ} , %	N-NO ₃ , мг/кг	P ₂ O ₅ , мг/кг	K ₂ O, мг/кг
Вершина склона (элювиальная часть)				
Лимит (min—max)	0,08—0,36	0,6—17,4	17—63,5	8,3—21,7
$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	0,25±0,03	6,2±1,8	36±17,4	12,5±1,8
K _v	32	77,4	53,6	40,0
r	0,46	0,3	0,91	0,83
B _{yx}	6,9	1,9	1,4	2,1
Уравнение регрессии (У)	45+2,1x	45+11,8x	45+5,0x	45+26,2x
Середина склона (транзитная часть)				
Лимит (min—max)	0,17—0,29	1,9—24,0	14,8—61,0	7,—16,8
$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	0,3±0,08	11±1,7	31±5,6	11±0,6
K _v	23,0	56,8	65,5	21,1
r	0,15	0,26	0,38	0,15
B _{yx}	7,1	1,5	1,4	0,94
Уравнение регрессии (У)	52+6,2x	52+16,5x	52+11,8x	52+10,3x
Нижняя часть склона (аккумулятивная)				
Лимит (min—max)	0,12—0,57	1,5—3,8	12,—41,8	11,8—112,7
$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	0,4±0,08	17±0,2	28±6,6	14±6,6
K _v	18,8	58,7	52,9	22,0
r	0,06	0,8	0,5	0,2
B _{yx}	3,7	9,4	40	3,8
Уравнение регрессии (У)	66+15x	66+15x	66+15x	66+5,3x

Неоднородность склоновых почв по плодородию часто служит причиной пространственной пестроты урожайности сельскохозяйственных культур (табл. 2).

Установлено достоверное положительное влияние на урожайность овса нитратного азота, что связано с высокой динамичностью данного элемента. В естественных условиях

пространственное перераспределение азота ослаблено тем, что высвобождающийся при минерализации органического вещества нитрат быстро вовлекается в новый биокруговорот. По элементам рельефа урожайность овса увеличивается от вершины к подножию за счет изменения содержания нитратного азота и других питательных элементов. Следует отметить, что в годы исследований (1999—2001 гг.) в первом минимуме находилась почвенная влажность. По данным Куликова и др. [4], установлено, что по величине коэффициента детерминации для системы урожай — влажность видно, что урожайность овса на 50,4 определяется весенней влажностью почв, поэтому весенние мероприятия по сохранению почвенной влаги и ее продуктивному использованию для местного земледелия особенно актуальны. По величине урожайности овса в условиях опытов наиболее контрастны верхняя и нижняя части склонов, различие между которыми составляет 200 г/м² или 2 т/га. Естественно, в нижних зонах повышается урожай овса за счет роста увлажненности почвы в результате графитационного стока воды с верхних элементов рельефа.

Таблица 2. Воздушно-сухая надземная биомасса овса на различных элементах рельефа (n=5), г/м² (в среднем за 1999—2001 гг.)

Элементы рельефа	Лимиты	\bar{x}	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	V, %
Водораздел (вершина)	28—64	45,0	4,8	26,6
Средняя часть склона (транзитная)	21—85	52,0	5,7	39,4
Подножие склона (аккумулятивная)	5—80	66,0	4,8	16,2

Скелетность, слабая гумусированность и низкое плодородие почв склонов служит основанием рекомендаций применения на них органических и азотных удобрений.

Ввиду свойственной Забайкалью асимметрии склона, скаты, обращенные на юг, более крупные и активно подвергаются эрозионному разрушению. Поэтому они в первую очередь должны подвергаться противоэрозионно-мелиоративному обустройству. В связи с утяжелением гранулометрического состава и ростом обогащенности гумусом вниз по склону представляет интерес прием землеваяния грубоскелетных почв верхних частей склонов переложенным материалом подножий и низин, который следует считать приемом по восстановлению экологической справедливости.

Таким образом, ландшафтная микрозональность выражается в последовательном увеличении содержания гумуса, азотных соединений и зольных элементов в направлении от водораздела к подножию склонов. На территории с расчлененным рельефом системы землепользования должны учитывать микрозональную дифференциацию склонов и необходимость дополнительного внесения органических и минеральных удобрений на участках, расположенных на высоких элементах рельефа. ■

Литература

1. Башкин В.И. Агрогеохимия азота. — Пушино, 1987. — 270 с.
2. Демек Я. Теория систем и изучение ландшафта. — М.: Прогресс, 1977. — 223 с.
3. Ишигенов И.А. Агрономическая характеристика почв Бурятии. — Улан-Удэ: Бурят. кн. изд-во. — 1972. — 211 с.
4. Крупеников А.И., Дугаров В.И., Бадмаев Н.Б. Гидротермика склоновых почв Забайкалья // География и природные ресурсы. — 1991. — № 4. — С. 69—76.

УДК 632.7.04/.08

ВРЕДИТЕЛИ ЯРОВОГО РАПСА В НИЖНЕМ ПОВОЛЖЬЕ PESTS OF SUMMER RAPE IN THE LOWER VOLGA REGION

В.Г. Чурикова, А.И. Силаев, Саратовская научно-исследовательская лаборатория ВИЗР, 413100, Россия, Саратовская обл., Энгельс, Совхозная ул., 4, тел.: (903) 329-12-68, e-mail: salexsey@prtcom.ru
V.G. Churikova, A.I. Silaev, Saratov Research Laboratory of VIZR, 413100, Russian Federation, Saratov region, Engel's, Sovkhozная st., 4, tel.: (903) 329-12-68, e-mail: salexsey@prtcom.ru

Проведены исследования по уточнению видового состава энтомофауны ярового рапса. Изучены особенности биологии развития основных вредителей в условиях левобережной части Саратовской области в зависимости от колебания среднесуточной температуры воздуха и количества выпавших осадков.

Ключевые слова: рапс, вредители, блошки, цветоед, пилильщик, клоп, моль, скрытнохоботник, температура, личинка, яйцо, имаго.

Researches on specification of specific structure summer rape pests are carried out. Features of biology of development of the basic pests in the conditions of the Left-bank part of the Saratov region depending on fluctuation of daily average temperature of air and rainfall are studied.

Key words: rape, pests, flea beetles, weevil, sawfly, bug, moth, temperature, a larva, egg, imago.

Рапс — важное масличное растение семейства крестоцветных, культивируемое в 28 странах мира. В семенах рапса содержится от 30 до 50% масла, которое используют для приготовления маргарина, а также в различных отраслях промышленности (мыловаренной, текстильной, металлургической, химической и др.). В последние годы интерес к этой культуре возрос еще и как к возобновляемому источнику растительного сырья для целенаправленного получения биотоплива [6].

Посевные площади под этой культурой постоянно увеличиваются во многих странах, в том числе и в России. Если в 2005 г. в нашей стране рапс возделывали на площади 117—230 тыс. га, то в 2006 г. посевная площадь составляла уже 432 тыс. га, а в 2010 г. было засеяно около 700 тыс. га [1, 2].

Не является исключением и Саратовская область. По данным областного министерства сельского хозяйства, площади под рапсом планируется увеличить на 40%. Наиболее приспособленными к нашим почвенно-климатическим условиям оказались сорта Ратник, Оредеж-2. Средняя урожайность озимого рапса по области варьирует от 8 до 12 ц/га, ярового — от 4 до 9 ц/га, однако такая урожайность далека от оптимальной. Для повышения урожайности в первую очередь нужны новые, адаптированные к местным условиям сорта, следует отработать технологию уборки и первичной обработки семян, а также необходимо разработать комплекс мероприятий, обеспечивающих надежную защиту посевов рапса от вредителей, болезней и сорняков.

Рапс так же, как и другие крестоцветные культуры, подвергается нападению большого количества различных вредителей при отсутствии борьбы с которыми потери урожая могут достигнуть 20—30%.

Видовой состав вредителей этой культуры в Саратовской области в научной литературе отражен крайне слабо. Фауна вредителей еще не сформировалась полностью, что связано с ограниченными площадями возделывания культуры.

Целью наших исследований было уточнение видового состава энтомофауны ярового рапса и изучение особенностей биологии развития основных вредителей в условиях Левобережной части Саратовской области.

Исследования были выполнены в период с 2007 по 2009 гг. на полях ОПХ ФГНУ ВолжНИИГиМ Энгельсского района Саратовской области.

Яровой рапс выращивали на орошаемом участке площадью 1 га, сев проводился 27—28 апреля, агротехника общепринятая. После всхода рапса 6—9 мая, для определения начала заселения посевов вредителями проводили ежедневные маршрутные обследования. При появлении вредителей один раз в 7 дней до фазы стеблевания выполняли учет их численности методом пробных площадок. Брли 8 площадок по 0,25 м², располагая их по двум диагоналям поля. В дальнейшем, начиная с фазы стеблевания до полного созревания стручков, численность листогрызущих вредителей (личинки рапсового пилильщика, капустной моли), имаго цветоеда и семенного скрытнохоботника учитывали на 100 растениях (которые брали в пяти местах по 20 штук). Для определения видового состава энтомофауны биоценоза рапсового поля сборы насекомых проводили с использованием энтомологического сачка (кошение проводили в пяти местах по 10 взмахов) один раз в 10 дней.

Проведенные нами исследования обнаружили большое разнообразие видового состава фитофагов, способных заселять и повреждать яровой рапс в период вегетации. Хозяйственное значение отдельных видов не однозначно и изменяется в соответствии с погодными, почвенными и другими условиями. Выявлены вредители, наносящие большой вред посевам рапса ежегодно — это крестоцветные блошки и клопы, рапсовый цветоед и семенной

Таблица 1. Периоды вредоносности главных вредителей в агробиоценозе ярового рапса

Вредный объект	Фазы растений по шкале ВВСН								
	семя-доли 9—10	1—2 листа 11—12	3—6 лист 13—16	рост стебля 17—39	бутони- зация 50—59	цвете- ние 60—69	рост стручков 70—80	созре- вание 81—85	полная зрелость 86—99
Крестоцветные блошки									
Крестоцветные клопы									
Рапсовый пилильщик									
Гусеницы крестоцветной моли									
Капустная тля									
Рапсовый цветоед									
Семенной скрытнохоботник									
Стручковый комарик									

скрытнохоботник, а также периодически — капустная моль, рапсовый пилильщик, луговой мотылек, капустная тля. Кроме того, были установлены виды, которые не имеют большого хозяйственного значения. К ним относятся весенняя и летняя капустные мухи, капустная и репная белянки, капустная совка, совка-гамма, трипсы, травяной, люцерновый и свекловичный клопики, крестоцветная цветочная галлица, стручковый комарик, стеблевой и корневой скрытнохоботник.

Исследованием показана сопряженность периода максимальной вредоносности главнейших вредителей рапса с фенофазами развития этой культуры (табл. 1). С появлением семядольных листьев рапс заселяют крестоцветные блошки. В период от 3—4 настоящих листьев до созревания на растении рапса питаются крестоцветные клопы и ложногусеницы рапсового пилильщика. Гусеницы капустной моли вредят от фазы стеблевания до полного огрубения растений. Бутонами, а позже цветами питаются имаго и личинки цветоеда. В это же время на цветоносах, листьях верхнего яруса накапливаются личинки и имаго капустной тли. Семенами питаются личинки семенного скрытнохоботника и стручкового комарика.

Наибольшую опасность всходам рапса представляют крестоцветные блошки. У всех видов крестоцветных блошек зимуют жуки, которые с наступлением теплых дней заселяют дикорастущие крестоцветные культуры. С появлением всходов рапса переселяются на них. По нашим наблюдениям, заселение рапса происходит при температуре воздуха 17—18°C. В результате проведения энтомологических учетов было выявлено четыре вида крестоцветных блошек — *Phyllotreta cruciferae* Goeze; *Ph. atra* F., *Ph. undulata* Kutch., *Ph. vittula* F. Наиболее часто встречается вид *Ph. atra* (97%), тогда как *Ph. cruciferae* составляет всего 0,2% от общего количества собранных блошек.

Блошки повреждают рапс на протяжении всего вегетационного периода — от момента появления всходов до полной спелости. Наибольший вред они наносят всходам рапса, где одновременно уничтожают первые листочки и верхушечную почку, что ведет к полной гибели всходов. Вред нового поколения блошек особенно сильно проявляется на поздних посевах культуры, когда они объедают не только листья, но и бутоны, завязь, стручки и молодые стебли.

Изменение численности и вредоносности блошек зависит от температурного режима и количества осадков в этот период. Так, в 2007 г. низкие среднесуточные температуры в первой декаде мая (ниже нормы на 4,5°C) способствовали снижению численности блошек до 3 экз/м². А сухая жаркая погода в третьей декаде месяца способствовала повышению их численности до 190 экз/м² (рис. 1).

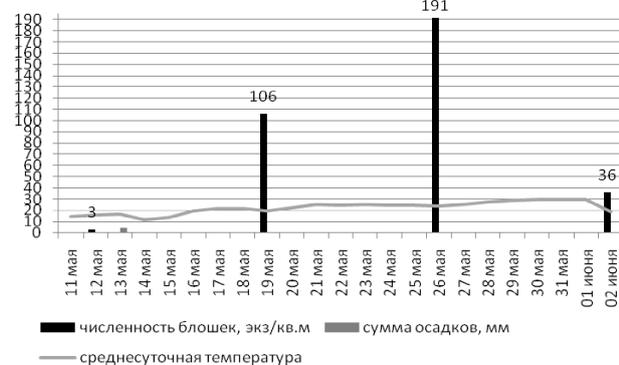


Рисунок 1. Изменение численности крестоцветных блошек в зависимости от среднесуточной температуры воздуха и суммы осадков (2007 г.)

В 2008 г. нарастание численности и вредоносности блошек на посевах рапса сдерживало выпадение обильных осадков ливневого характера. Сумма осадков за май

2008 г. была выше нормы на 49,3%, причем только за один день 28 мая выпало 179,1% осадков от декадной нормы (рис. 2).

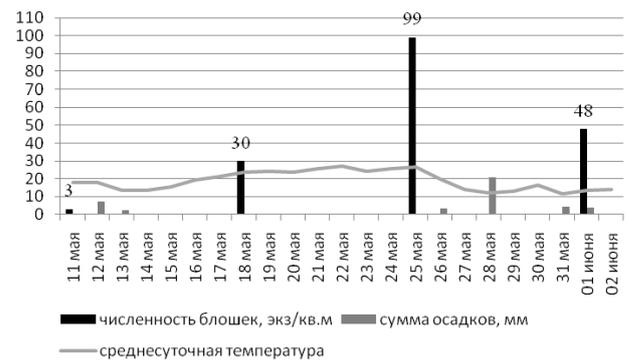


Рисунок 2. Изменение численности крестоцветных блошек в зависимости от среднесуточной температуры воздуха и суммы осадков (2008 г.)

В 2009 г. высокая температура воздуха в начале мая способствовала резкому заселению посевов рапса блошками, но в дальнейшем преобладание низких температур и выпадение обильных осадков сдерживало их развитие. Плотность вредителя начала возрастать только в конце мая, что совпало с фазой формирования четвертого — пятого листа у рапса. Вредоносность крестоцветных блошек в это время не имела большого значения для культуры (рис. 3).

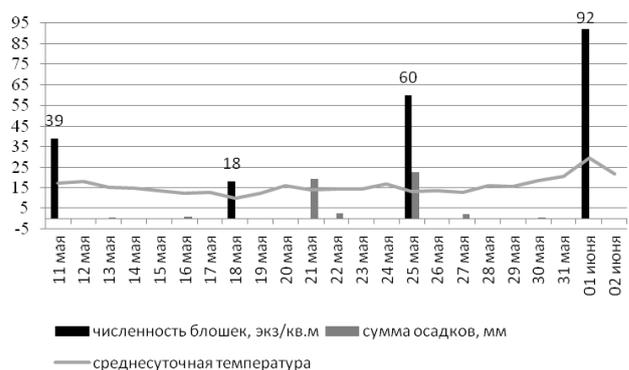


Рисунок 3. Изменение численности крестоцветных блошек в зависимости от среднесуточной температуры воздуха и суммы осадков (2009 г.)

Крестоцветные клопы в биоценозе рапсового поля были представлены следующими видами: *Dolycoris baccarum* L., *Carpocoris pudicus*, Poda, *C. fuscispinus*, Boh., *Eurydema oleraceum*, L., *Eurydema ornatum*, L., но наиболее значимыми из них являются два вида — рапсовый (*Eurydema oleraceum*, L.) и капустный разукрашенный (*Eurydema ornatum*, L.). Разукрашенный клоп появляется на посевах рапса в третьей декаде мая, что совпадает с появлением третьего настоящего листа у растений, рапсовый клоп несколько позже — в фазу стеблевания. Яйца они откладывают группами по 12 штук, располагая их строго в два ряда, по 6 в каждом ряду. Личинки проходят пять возрастов. Весь цикл развития клопа длится от 25 до 59 дней [3]. По нашим наблюдениям, очень часто заселение ими рапса бывает очажным. На рапсе развивается 2 поколения. Клопы нового поколения появляются в конце бутонизации — начале цветения культуры и вредят до полного созревания стручков. Массовые вспышки численности этого вредителя отмечены в 2007 и 2009 гг. Появление перезимовавших клопов отмечено с фазы 4 настоящего листа, а к моменту стеблевания численность их достигала 7—12 экземпляров на растение. В фазу зеленого стручка в очагах распространения вредителя на одно растение приходилось уже до 2—23 экземпляров.

В хорошую погоду клопы очень деятельны, особенно они оживлены с 4 до 6 часов вечера и в теплые тихие ночи. Повреждения растений клопами рода *Eurydema* очень характерны. В местах их питания образуются белые пятна, от которых листья скручиваются и сохнут, а поврежденные стручки дают щуплое зерно. В засушливую погоду вредоносность клопов резко возрастает.

Жуки рапсового цветоеда (*Meligethes aeneus*, F) появляются рано весной вначале на цветках многих травянистых растений. В фазу бутонизации цветоед переселяется на рапс, питаясь внутренними частями бутонов и цветков — пыльцой, тычинками, пестиками, лепестками. После периода дополнительного питания самки откладывают по 1—4 яйца внутрь еще не распустившихся бутонов. Через 4—12 дней отрождаются личинки, которые начинают питаться пыльцой, а позднее объедают и лепестки венчика. Развитие личинки продолжается 20—30 дней. Взрослые личинки окукливаются в почве в особой колыбельке. В конце июня — начале июля происходит вылет жуков нового поколения, которые также питаются на цветках других растений, а затем улетают в места зимовки. Наибольший вред рапсовый цветоед наносит в фазу бутонизации в момент питания жуков. Значимые потери урожая отмечаются в том случае, если средняя численность личинок колеблется в пределах 10—20 экземпляров на одно растение.

Семенной скрытнохоботник (*Seuthorrhynchus assimilis* Раук.) зимует в стадии имаго под растительными остатками. Весной пробуждается рано, питается на крестоцветных сорняках, а затем на культурных растениях, повреждая стебли и почки, но эти повреждения хозяйственного значения не имеют. Самка прогрызает отверстия в стручках рапса и откладывает в них яйца, а отродившиеся личинки питаются семенами. Поврежденные стручки по внешнему виду практически ничем не отличаются от неповрежденных. Закончив развитие, личинки, проделав отверстие в створке стручка, покидают его и уходят в почву на окукливание. При численности имаго в фазу бутонизации 14—16 экземпляров на 25 взмахов сачка потери урожая во время уборки достигают 13—16%. Кроме того, в поврежденные семенным скрытнохоботником стручки откладывает яйца другой опасный вредитель — стручковый комарик.

Капустная моль (*Plutella maculipennis*) является опасным вредителем не только рапса, но и других крестоцветных культур. Периодически происходит массовое размножение этого фитофага, когда при отсутствии защитных мероприятий растения повреждаются на 70—80%. Оно наблюдалось в 2007 и 2009 гг, когда при 100%-ном заселении растений на одну учетную единицу приходилось от 5 до 9 гусениц моли.

В течение лета капустная моль в зоне Нижнего Поволжья дает 3—4 поколения [3, 4]. Для рапса наиболее вредоносно первое и второе поколение. Бабочки моли первого поколения появляются во второй декаде мая,

отрождение гусениц наблюдается в первой декаде июня, что совпадает с фазой стеблевания рапса. Лет бабочек второго поколения происходит в конце июня, а гусеницы второго поколения начинают вредить с фазы цветения до созревания и повреждают как цветы, так и стручки. Из-за растянутости периода вылета бабочек, откладки яиц и отрождения личинок на посевах рапса можно одновременно наблюдать все стадии развития вредителя, начиная от яйца и заканчивая летом бабочки. Развитие одного поколения вредителя продолжается от 13 до 33 дней в зависимости от температурных условий [3, 5].

Гусеницы капустной моли не проделывают на листьях рапса сквозные отверстия, повреждая лист снизу, соскабливая нижнюю кожицу и паренхиму, но оставляя не тронутой кожицу с верхней стороны листа. Такие повреждения имеют вид окошечек, затянутых прозрачной пленкой. Чем старше гусеницы, тем больше величина проделываемых ими «окошечек». С ростом листовой пластинки пленка в окошечках прорывается и получается сквозное отверстие. Достигнув предельного возраста, гусеница моли приступает к плетению кокона, в котором и окукливается.

Рапсовый пилильщик (*Athalia rosae* L.) является специализированным и весьма опасным вредителем рапса. В условиях Левобережья Саратовской области появляется (в зависимости от температурных условий) во второй декаде мая, массовый же лет приходится на конец мая — начало июня. В сырую и прохладную погоду, а также в случае выпадения осадков лет прекращается. Наибольшая активность у пилильщика проявляется в самое теплое время суток — с 11 часов дня и до 7 часов вечера. В период лета происходит спаривание, после чего самка приступает к откладке яиц. Яйца с помощью яйцеклада откладываются в края листьев рапса и в паренхиму листа. На одном листе самка делает 1—2 прокола. По данным Н.Л. Сахарова [3], личинка пилильщика проходит шесть возрастов. Личинки первого возраста держатся обычно на нижних листьях культуры, мелко их скелетируя, не причиняя заметного вреда растениям. Главный вред личинки наносят после второй и последующих линек. Личинки этих возрастов сильно повреждают лист рапса, впоследствии оставляя от него только жилки. При вспышке размножения этого вредителя в 2008 г. растения рапса в контроле были повреждены на 80—90%. В дальнейшем они заметно отставали в росте и развитии, и, как следствие, наблюдалась большая потеря урожая. Наибольший вред наносят личинки первого поколения, т.к. их появление совпадает с образованием 3—4-го настоящего листа у рапса, т.е. с тем моментом, когда растение только набирает силу.

Таким образом, несмотря на то, что рапс является относительно новой культурой для Нижнего Поволжья, энтомологическая фауна его достаточно разнообразна. К наиболее значимым вредителям, на которых следует обратить внимание при выращивании данной культуры, относятся крестоцветные блошки, клопы, рапсовый пилильщик и капустная моль. ■

Литература

1. Горлов С.Л. Рекомендации по возделыванию ярового рапса и сурепицы / Голиков С.Л., Бушнев А.С., Пивень В.Т., Солдатова В.В., Семеренко С.А. — Краснодар, 2006. — 39 с.
2. Терехина Н.В. Агроэкологический атлас / www.agroatlas.ru.
3. Сахаров Н.Л. Вредители горчицы и борьба с ними / Сахаров Н.Л. — Саратов, 1934. — 96 с.
4. Сахаров Н.Л. Вредные насекомые Нижнего Поволжья / Сахаров Н.Л. — Саратов, 1947. — С. 35—51.
5. Щеголев В.Н. Насекомые, вредящие полевым культурам / Щеголев В.Н., Знаменский А.В., Бей-Биенко Г.Я. — Ленинград, 1937. — С. 377—403.
6. Шпаар Д. Возобновляемое растительное сырье. — СПб., Пушкин, 2006. — С. 58—212.

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДЕЛЬТА-ЭНДОТОКСИНА *BACILLUS THURINGIENSIS* КАК БИОРЕГУЛЯТОРА РОСТА РАСТЕНИЙ С ФИТОЗАЩИТНЫМИ СВОЙСТВАМИ PERSPECTIVES OF *BACILLUS THURINGIENSIS* DELTA-ENDOTOXIN USAGE AS A PLANT GROWTH BIOREGULATOR WITH PHYTOPROTECTIVE FEATURES

Е.Г. Климентова, Л.К. Каменек, Д.В. Каменек, А.А. Купцова, М.А. Терпиловский,
Ульяновский государственный университет, 432700, Россия, Ульяновск, ул. Л. Толстого, 42,
тел.: (8422) 32-84-45, e-mail: kameneklk@mail.ru

О.Л. Янишевская, РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, 127550, Россия, Москва, ул. Тимирязевская, 49, тел.:
(495) 976-29-71, e-mail okyan@list.ru

E.G. Klimentova, L.K. Kamenek, D.V. Kamenek, A.A. Kuptsova, M.A. Terpilovsky,
Ul'yanovsk State University, 432700, Russian Federation, Ul'yanovsk, L. Tolstoy st., 42,
tel.: (8422) 32-84-45, e-mail: kameneklk@mail.ru

O.L. Yanishevskaya, Russian State Agrarian University — MTAА named after K.A. Timiryazev,
127550, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya st., 49, tel.: (495) 976-29-71, e-mail okyan@list.ru

В полевых условиях установлено положительное влияние дельта-эндотоксина, продуцируемого бактерией *Bacillus thuringiensis* subsp. *kurstaki*, на всхожесть семян, укоренение рассады, рост, развитие, динамику формирования кочанов и продуктивность капусты белокочанной, а также на устойчивость проростков растений к черной корневой гнили.

Ключевые слова: дельта-эндотоксин *Bacillus thuringiensis*, ростстимулирующий и фитозащитный эффект, капуста белокочанная.

Bacillus thuringiensis subsp. *kurstaki* delta-endotoxin preparation stimulated the formation of roots; growth and development performance of cabbage-heads and crop capacity of white cabbage, reduced the damage caused by black root rot of cabbage disease.

Key words: *Bacillus thuringiensis* delta-endotoxin, growth stimulating and phytoprotective effect, white cabbage.

Интенсификация производства сельскохозяйственной продукции в настоящее время связана с необходимостью повышения экологической устойчивости агроэкосистем и адаптационной устойчивости растений к болезням, вредителям и другим неблагоприятным факторам окружающей среды.

Осуществление реализации максимальной продуктивности растений при повышении их устойчивости к абиотическим и биотическим стрессам может быть достигнуто при использовании биологических регуляторов роста растений, которые интенсифицируют физиолого-биохимические процессы в растениях и одновременно повышают их устойчивость к стрессам и болезням.

В работах, посвященных проблемам иммунитета растений, показано, что применяемые ныне биопрепараты на основе продуктов жизнедеятельности низших грибов, актиномицетов и бактерий, такие как фитобактериомицин, трихотетин, биомицин не только снижают поражаемость растений патогенами, но и стимулируют процессы роста и развития, усиливают ферментативную активность тканей, способствуют большому накоплению сухих веществ и растворимых сахаров [2].

В настоящее время в России используют более 80 регуляторов роста растений на основе 33 действующих веществ. Высокая биологическая активность регуляторов роста растений проявляется в низких концентрациях, и, как правило, они не оказывают вредного влияния на почву и окружающую среду. Входящие в эту группу соединений антибиотики, фитогормоны или их аналоги повышают продуктивность растений и улучшают качество продукции.

Эти биопрепараты можно применять в любую фазу вегетации растений как на вегетативных, так и на генеративных органах, не вызывая их повреждений и не изменяя качества продуктов урожая.

Перспективными защитными препаратами биологического происхождения могут быть бактериальные токсины. Одним из них является дельта-эндотоксин почвенной бактерии *B. thuringiensis*. При искусственном применении он безвреден для теплокровных животных, полезных насекомых и почвенной фауны, так как достаточно быстро (в течение 3—4 недель) разрушается в природных условиях.

В последнее время установлена бактериальная и фунгицидная активность дельта-эндотоксина в отношении ряда бактерий родов *Micrococcus*, *Erwinia*, *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Streptomyces* и грибов родов *Fusarium*, *Alternaria*, *Bipolaris* [5, 6, 9].

Целью нашей работы было установить действие дельта-эндотоксина *B. thuringiensis* на рост, развитие, устойчивость к болезням и биохимические показатели растений белокочанной капусты в различные периоды онтогенеза.

В качестве продуцента дельта-эндотоксина использовали культуру *B. thuringiensis* subsp. *kurstaki* (штамм Z-52) из коллекции Государственного НИИ генетики и селекции промышленных микроорганизмов (Москва). Бациллу культивировали в термостатах при температуре 27°C в чашках Петри на агаризованной питательной среде №14. Токсин выделяли после разделения спор и кристаллов в двухфазной системе: водный раствор Na_2SO_4 — хлороформ [11], при этом кристаллы переходили в водную фазу, из которой их осаждали центрифугированием. Щелочную экстракцию проводили по методу Кукса [10]. Доочистку эндотоксина осуществляли микрофильтрацией (диаметр пор фильтра 0,4 мкм). Во всех экспериментах использовали свежеприготовленные растворы кристаллов. Содержание белка определяли по методу Лоури.

Двухлетние полевые испытания проводили на землях агробиостанции Ульяновского государственного педагогического университета. Почва опытного участка: лугово-черноземная среднегумусная среднемощная легкоглинистая, pH 6,9, содержание гумуса 7,2%, содержание обменного Ca^{+2} — 41,2, обменного Mg^{+2} — 6,4 мг-экв. на 100 г почвы, гидролитическая кислотность — 2,9 мг-экв., степень насыщенности почвы основаниями — 94%.

В работе использовали семена среднеспелой капусты белокочанной сорта Слава 1305 селекции Всероссийского НИИ селекции и семеноводства овощных культур. Рассаду белокочанной капусты возраста 35 дней высаживали в поле во второй декаде мая по схеме 50×70 см, по 200 растений на каждой делянке. Учетные делянки размещали рендомизированно, повторность опытов была 3-кратной. Изучение действия бета-эндотоксина проводили при соблюдении общепринятой технологии и агротехники выращивания белокочанной капусты в Ульяновской области. Контроль — семена и растения обрабатывали водой. В опыте семена и вегетирующие растения обрабатывали растворами дельта-эндотоксина.

Все биохимические анализы по определению содержания сахаров, хлорофилла, каротиноидов, нитратов выполнены в трехкратной повторности по общепринятым методикам [3]. Содержание сухого вещества вегетативной массы рассчитывали в процентах от веса свежей

Таблица 1. Влияние дельта-эндотоксина *B. thuringiensis* на приживаемость и поражаемость рассады белокачанной капусты черной корневой гнилью и на биометрические показатели растений (средние за 2 года)*

Варианты опыта	Приживаемость рассады, %	Пораженность рассады черной корневой гнилью, %	Число листьев, шт	Завязываемость кочанов, %	Отношение массы кочана к общей массе растения, %
Контроль	85,7±4,5	26,3±4,8	12,0±1,1	77,8±4,5	54,0±4,7
Токсин 0,5 мг/мл	95,0±3,3	9,0±2,5	14,9±1,3	96,1±5,1	69,4±5,2
Токсин 0,75 мг/мл	96,2±2,8	8,7±2,2	15,2±1,0	97,8±5,5	71,1±6,3
Токсин 1,5 мг/мл	94,9±2,9	6,1±1,9	14,5±1,5	93,0±6,0	67,3±4,9
НСР _{0,5}	7,5	5,5	1,2	8,0	10,3

* Учет приживаемости рассады проводился на 7-й день после ее высадки в поле, а количество листьев — через 7 дней после опрыскивания капусты в начале фазы образования кочана.

зеленой массы растений, высушенной до постоянного веса при 105°C.

Диагностику заболеваемости рассады капусты черной корневой гнилью проводили согласно общепринятым рекомендациям по фитопатологической оценке [7].

Все результаты обрабатывали статистически, рассчитывая величину наименьшей существенной разности (НСР) с учетом соответствующего уровня значимости.

В результате проведенных исследований установлено, что обработка семян и вегетирующих растений раствором дельта-эндотоксина оказывает положительное влияние на рост, развитие, динамику формирования кочанов и продуктивность белокачанной капусты.

Наиболее существенное влияние на развитие растений оказала комплексная обработка дельта-эндотоксином в концентрации 0,75 мг / мл семян и вегетирующих растений в послерассадный период в фазах 6—7, 10—12 листьев и в начале образования кочана. При этом основные фазы наступали раньше: отмечалось ускорение появления всходов на 1—2 дня, образование 3—5 листьев — на 1—3 дня, 6—7 листьев — на 2—4 дня, 10—12 листьев — на 1—5 дней, кочанов — на 5—10 дней, наступления технической и товарной спелости — на 3—7 дней.

При обработке дельта-эндотоксином в концентрации 0,75 мг / мл приживаемость рассады составила в среднем 96,2% по сравнению с 85,7% в контрольном варианте. Также наблюдалось существенное увеличение числа листьев (15,2 по сравнению с 12 в контроле), количества завязавшихся кочанов (97,8% по сравнению с 77,8% в контроле) и соотношения массы кочана к общей массе растения (71,1% по сравнению с 54% в контроле) (табл. 1).

Обработка семян и растений капусты дельта-эндотоксином привела к снижению поражаемости рассады черной корневой гнилью, вызываемой фитопатогенным грибом *Rhizoctonia solani* J.G. Kuehn, на естественном фоне развития заболевания, что способствовало получению более качественной рассады.

Наиболее эффективное фитозащитное действие проявлялось при обработке растений токсином в концентрации 1,5 мг / мл. В этом случае число растений, пораженных заболеванием, составило 6,1% по сравнению 26,3% в контрольном варианте. Фитозащитный эффект дельта-эндотоксина меньших концентраций оказался несколько ниже и составил в среднем от 8,7 до 9,0 % пораженных растений.

Фунгистатическое действие дельта-эндотоксина *B. thuringiensis* на ряд фитопатогенных грибов, в том числе и на *R. solani*, отмечалось в работах ряда авторов [4,

8]. Был выявлен эффект подавления линейного роста мицелия микромицетов токсином в различных концентрациях на 75—100%, замедление формирования ростовой трубки у спор грибов на 1—1,5 часа, снижение количества проросших спор на 47%. Была показана стимуляция токсином всхожести семян злаковых и овощных культур, а также его ростстимулирующее и иммуноиндуцирующее действие на ювенильные растения яровой пшеницы и озимой ржи.

Можно полагать, что установленный эффект стимулирования всхожести семян, роста и развития растений, индуцирования более интенсивного формирования кочанов, увеличения соотношения массы кочана к общей массе растений под влиянием обработки семян и вегетирующих растений раствором дельта-эндотоксина связан с более активным образованием хлорофилла и каротиноидов в листьях растений, что способствует увеличению интенсивности фотосинтеза и, как следствие, более интенсивному накоплению в листьях капусты сахаров и сухих веществ (табл. 2).

Наибольший эффект наблюдался при обработке семян и растений раствором дельта-эндотоксина в концентрации 0,75 мг / мл. При этом количество хлорофилла в листьях растений увеличилось на 6,8%, каротиноидов — на 4,3%, сухих веществ на 0,7%, а сахаров — на 0,8% по сравнению с контрольным вариантом.

Таблица 2. Влияние дельта-эндотоксина *B. thuringiensis* на биохимические показатели белокачанной капусты (средние за 2 года). ПДК NO₃ = 500 мг / кг

Варианты опыта	Сухие вещества, %	N-NO ₃ , мг / кг	Сахара, %	Хлорофилл, мг %	Каротиноиды, мг %
Контроль	7,3±1,1	206,5±18,0	2,3±0,2	70,7±6,7	13,6±2,9
Токсин 0,5 мг/мл	7,9±0,8	180,4±21,7	2,8±0,3	75,2±5,4	17,4±3,7
Токсин 0,75 мг/мл	8,0±1,2	176,7±16,8	3,1±0,4	77,5±6,5	17,9±4,2
Токсин 1,5 мг/мл	7,7±1,4	179,8±12,6	2,7±0,3	76,4±5,6	16,8±4,5
НСР _{0,5}	0,3	15,4	0,2	4,8	3,1

Кроме того, при применении дельта-эндотоксина наблюдалось снижение накопления в листьях капусты нитратного азота в среднем до 176,7—180,4 мг / кг по сравнению с 206,5 мг / кг в контроле, что объясняется, видимо, наиболее полным усвоением потребляемых растениями соединений азота вследствие более интенсивного протекания биосинтетических процессов, приводящих к ускорению роста, индуцированию образования и формирования кочана и увеличению его массы.

Таким образом, обработка семян, рассады и вегетирующих растений растворами дельта-эндотоксина оказывает положительное влияние на рост, развитие, динамику формирования кочанов и продуктивность белокачанной капусты, приводит к снижению поражаемости рассады черной корневой гнилью, что способствует получению более качественной рассады. Повышение содержания сахаров и снижение накопления нитратного азота улучшает качество конечной продукции, улучшает лежкость кочанов при хранении.

В связи с этим использование выделенных и очищенных дельта-эндотоксинов *B. thuringiensis* для создания новых биопрепаратов с иммуно- и ростстимулирующим действием для растений представляет большой практический интерес. ■

Литература

1. Егоров Н.С., Юдина Т.Г., Баранов А.Ю. О корреляции между инсектицидной и антибиотической активностями параспоральных кристаллов *Bacillus thuringiensis* // Микробиология. 1990. — Т. 59. — № 3. — С. 448—452.
 2. Дорожкин Н.А., Бельская С.И., Волуевич Е.А. и др. Проблемы иммунитета сельскохозяйственных растений к болезням. — Мн.: Наука и техника. 1988. — 248 с.

3. Ермаков А.И., Арасимович В.Е., Ярош Н.П. и др. Методы биохимического исследования растений. — Л.: Агропромиздат. Ленинградское отделение, 1978.
4. Каменек Л.К., Тюльпинаева А.А., Климентова Е.Г., Демидова О.А. Дельта-эндотоксин *Bacillus thuringiensis* как агент биологического контроля растений // Тезисы V Пущинской конференции молодых ученых «Биология — наука XXI века», Пущино, 16—20 апреля 2001. — Пущино, 2001. — С. 237.
5. Каменек Л.К., Левина Т.А., Пантелеев С. В., Терехин Д.А, Миначева Л.Д. Об устойчивости растений овса к бурому бактериозу под влиянием дельта-эндотоксинов *Bacillus thuringiensis* subsp. *Kurstaki* // Сельскохозяйственная биология. 2006. — № 1. — С. 98—106.
6. Климентова Е.Г. Антимикробное действие дельта-эндотоксина *Bacillus thuringiensis* в отношении ряда фитопатогенных бактерий. Автореф. канд. дис. — М., 2001.
7. Пересыпкин В. Ф. Сельскохозяйственная фитопатология. / 4-е изд., перераб. и доп. — М.: Агропромиздат, 1989. — 480 с.
8. Тюльпинаева А.А., Климентова Е.Г. Действие дельта-эндотоксина *Bacillus thuringiensis* как экологически безопасного агента на фитопатогенные грибы // Сб. материалов IV республиканской конференции по актуальным экологическим проблемам республики Татарстан. — Казань, 2000. — С. 182.
9. Юдина Т.Г., Милько Е.С., Егоров Н.С. Чувствительность диссоциантов *Micrococcus luteus* к действию δ -эндотоксинов *Bacillus thuringiensis* // Микробиология. 1996. — Т. 65. — № 3. — С 365—369.
10. Cooksey K. E. Purification of a protein from *Bacillus thuringiensis* toxic to a larvae of *Lepidoptera* // Biochem. J. — 1968. — V.106. — P.445—454.
11. Pendleton I. R., Morrison R.B. Separation of the spores and crystals of *Bacillus thuringiensis*. Nature, 1966, V.212, pp.228—729.

УДК 630*651.72

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ЛЕСОВОДСТВЕННЫХ УХОДОВ В ЕЛОВО-ЛИСТВЕННЫХ ДРЕВОСТОЯХ PRACTICAL RECOMMENDATIONS FOR SILVICULTURE CARE IN SPRUCE-DECIDUOUS FOREST STANDS

В.А. Кудрявцев, Костромской государственной технологической университет, 156003, Россия, Кострома, ул. Сплавщиков, 5, кв. 6, тел.: (4942) 45-23-98, (910) 800-86-72, e-mail: vikedokug@mail.ru
V.A. Kudryavtsev, Kostroma State Technological University, 156003, Russian Federation, Kostroma, Splavschikov st., 5, ap. 6, tel.: (4942) 45-23-98, (910) 800-86-72, e-mail: vikedokug@mail.ru

Приводятся практические рекомендации, конкретные приемы проведения лесоводственных уходов (рубок ухода) в смешанных древостоях европейской части страны, показаны факторы, влияющие на оставленные после рубки насаждения и экологическую ситуацию в лесах.

Ключевые слова: рубки ухода, лесоводственный эффект, инструкции, правила рубок, механизация рубок, экологическая ситуация, лесная политика.

Practical recommendations, concrete receptions of carrying out forestlogos cabins are resulted (leaving cabins) in the mixed forest stands of the European part of the country, the factors influencing plantings left after cabin and an ecological situation in woods are shown.

Key words: leaving cabins, forestlogos effect, instructions, rules of cabins, mechanisation of cabins, an ecological situation, the wood policy.

При проведении лесоводственных уходов за средневозрастными, приспевающими и спелыми еловыми, елово-лиственными древостоями лесоводы обязаны соблюдать интенсивность рубки (процент выборки), установленный лесоустройством (обычно от 15 до 30%) для конкретных насаждений. Но для некоторых насаждений такая интенсивность рубки порой экономически нецелесообразна, поэтому в практической деятельности лесных предприятий этот процент значительно превышает, тем более что контролером соблюдения всех правил часто являются сами лесные предприятия. В результате этого происходит резкое снижение полноты, увеличение освещенности, увеличение скорости ветра в насаждении и другие отрицательные последствия, т. е. резкое изменение всех макро- и микрофакторов, которые управляют ростовыми процессами древостою. Стволы, оставленные для роста деревьев, подвергаются прямому действию солнечных лучей, которые через тонкую кору легко воздействуют на камбиальный слой древесины (на «живую» древесину), где в результате осмотического давления живительная влага поднимается к вершинной части деревьев. Поэтому после рубок появляется много суховершинных, больших деревьев на хорошо освещенных экспозициях и в стенах леса. При понижении полноты древостоя скорость ветра в нем прогрессирующе возрастает, и деревья с поверхностной корневой системой (особенно в свежих и влажных гиротопах) легко подвергаются ветровалу. В процессе выборочной рубки почти всем оставшимся деревьям наносятся механические повреждения и повреждение живого напочвенного покрова, что тоже сильно сказывается на состоянии оставленного после рубки лесного сообщества. Количество таких древостоев в стране очень велико и продолжает увеличиваться. Эти мероприятия влекут за собой другие рубки леса с нарушением установленных законодательством норм и правил, незаконные рубки, т. е. отнимают у государства и населения часть доходов, прибылей и т. д. Если еще учесть, что наукой, лесоустройством и производственной деятельностью на протяжении десятилетий не уделяется серьезного внимания равномерному размещению сплошных лесосек по территории объектов рубок в стране, то можно прогнозировать приближение к очень острой экологической ситуации во многих районах европейской части России.

Для устранения негативных моментов при уходе за еловыми, елово-березовыми и другими смешанными древостоями необходимо строго соблюдать лесоустроительные и лесоводственные инструкции и наставления, проверенные в течение десятилетий на практике; т. е. включать в рубку в первую очередь свежесозрелые

энтомовердителями и зараженные деревья, отстающие в росте и т. п. При принятии решения о проведении рубок ухода (Р.У.), их повторяемости и интенсивности следует учитывать экономические аспекты. Планировать выборочные рубки ухода желательно на небольших площадях и производить трелевку древесины по возможности по старым дорогам, прогалинам и естественным «просветам», причиняя минимальный экологический вред фитоценозу и лесорастительным условиям (ЛРУ) данного объекта. Интенсивность рубки не должна превышать величину, установленную лесоустройством для данного выдела.

Используя зарубежный и отечественный опыт проведения Р.У., выявленные закономерности роста и развития лесных экосистем на вырубках и в насаждениях, можно рекомендовать для производства при проведении Р.У. следующие конкретные практические мероприятия:

1. Перед назначением Р.У. надо тщательно обследовать данное насаждение (исходные таксационные характеристики, состояние и количество деревьев, подлежащих удалению, состояние молодых перспективных деревьев, за которыми ведется уход) и осуществлять более дифференцированный подход к каждому насаждению.

2. Для проведения Р.У. в возрасте «прореживания», проходной рубки и других выборочных ликвидных рубок целесообразно применять технологическую схему с трелевкой за вершину по узкопосечной технологии.

3. При выполнении рубок соблюдать их интенсивность в пределах 10—25%, что уменьшит вероятность ветровала древостоя.

4. Для увеличения надежности подроста применять на трелевке древесины легкую колесную технику.

5. Технология лесосечных работ в елово-лиственных древостоях, основанная на применении колесных тракторов с тросово-чокерной оснасткой, позволяет сохранять в среднем 70% ели нижних ярусов при повреждаемости оставляемых деревьев не более 10%.

6. При проведении работ целесообразно использовать легкие бензиномоторные пилы марки «Штиль», «Хускварна» и т.п.

7. В большинстве насаждений целесообразно производить обрезку ветвей. Ее можно рассматривать как способ формирования более ценной древесины (за счет получения более однородной бесшучковой древесины). Проводя через определенные периоды времени обрезку и выдерживая необходимое соотношение в количестве оставляемых и обрезаемых мутовок, можно выращивать древесину повышенной плотности и прочности. Это соотношение определяется главным образом количеством оставляемых мутовок (более интенсивная обрезка

приводит к длительной депрессии и нередко к гибели деревьев). Периодическое проведение работ малой интенсивности, не изменяя показателей плотности, улучшает однородность структуры древесины и снижает потери при ее выращивании.

8. Внесение минеральных удобрений будет способствовать развитию более мощных корневых систем и вызовет уменьшение их доли в общей биомассе растений. Внесение после рубок удобрений там, где ель не достигла полого лиственных, предотвращает задержку ее роста в высоту.

9. В связи с тем, что доля хвойных в насаждении после проведения Р.У. увеличивается — повышается их пожарная опасность. Поэтому необходимо предусмотреть противопожарные мероприятия.

В отечественном лесоводстве накоплен богатый опыт рубок в двухъярусных елово-лиственных насаждениях, имеющих целью ускоренное восстановление еловых лесов на их коренных местообитаниях. Перед лесоводами прошлого века стояли похожие проблемы, что и перед нынешними. Например, Д.М. Кравчинский (1915) писал: «В настоящее время большинство наших еловых лесов находятся в очень плачевном состоянии — много чистых еловых участков перешли в лиственные смешанные леса с еловым подростом вследствие сплошных рубок или пожаров, другие сильно пострадали от неправильных выборочных рубок». Поэтому весьма полезным для практики лесоводственных уходов представляется такой метод исследований, в котором будет предусмотрено сопоставление лесоводственного эффекта (выгоды) выращивания лесных пород с затратами на их создание, агротехнические и лесоводственные уходы за ними до возраста выхода главной породы в устойчивое положение верхнего яруса.

В последние десятилетия разработкой методов рубок восстановления ели в елово-лиственных насаждениях занимаются многие научно-исследовательские учреждения. Рекомендации по режиму уходов в таких древостоях отличаются большим разнообразием и зависят от экономических условий региона и целевого направления хозяйств.

Р.У. являются одними из самых трудоемких и сложных лесохозяйственных мероприятий. Поэтому их широкое применение невозможно при низком уровне механизации. В лесозаготовительной промышленности за годы последних десятилетий научно-исследовательскими и проектно-конструкторскими организациями совместно с машиностроителями разработаны и поставлены на серийное производство машины и системы (комплекты) машин, позволяющие полностью исключить тяжелый ручной труд. Системами машин должно быть предусмотрено обеспечение комплексной механизации лесозаготовительного производства и дальнейшее повышение ее уровня.

Соблюдение и выполнение правил рубок, инструкций и нормативов, т. е. нормальное ведение лесного хозяйства (даже с посредственным качеством выполнения мероприятий) невозможно без государственной вертикали управления лесами, которая в течение длительного временного интервала подвергается различным изменениям, практически ослабляющим ее. Для устойчивого управления лесами и поступательного развития всех отраслей лесного комплекса, подъема экономики, улучшения экономической и экологической ситуации необходима устойчивая государственная (национальная) лесная политика, предусматривающая укрепление вертикальной структуры управления лесами, ограничение вывоза круглого леса за рубеж, способствующая более глубокой переработке древесины, и другие подобные мероприятия. 

УДК 634.10.004.12:631.559

НОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ РЕГУЛИРОВАНИЯ КАЧЕСТВА УРОЖАЯ В САДУ ПРИ ПОМОЩИ МАШИНЫ ДЛЯ МЕХАНИЧЕСКОГО ПРОРЕЖИВАНИЯ ЦВЕТОВ A NEW TECHNOLOGY OF CROP QUALITY REGULATION IN ORCHARDS BY USING MECHANICAL FLOWER THINNING DEVICE

А.А. Соломахин, Ю.В. Трунов, Т.Г.-Г. Алиев, Всероссийский НИИ садоводства им. И.В. Мичурина, 393774, Россия, Тамбовская обл., Мичуринск-14, ул. Мичурина, 30, тел.: (07545) 2-07-61, e-mail: solom79@yandex.ru

М. Бланке, Боннский университет, 53121, Германия, Бонн, Ауф Дем Хюгель, 6, тел.: 02225/7854 (02225/10698), e-mail: MMBlanke@uni-bonn.de

A.A.Solomahin, Ju.V.Trunov, T.G.-G. Aliev, All-Russian Scientific Research Institute of Gardening named after I.V.Michurin, 393774, Russian Federation, Tambov region, Michurinsk-14, Michurin st., 30, tel.: (07545) 2-07-61, e-mail: solom79@yandex.ru

M. Blanke, Bonn University, 53121, Germany, Bonn, Auf Dem Hügel, 6, tel.: 02225/7854 (02225/10698), e-mail: MMBlanke@uni-bonn.de

Целью проекта являлась разработка технологии механического прореживания цветов без применения для этого химических в саду и минимизации повреждений деревьев для улучшения качества плодов, снижения использования ручного прореживания и преодоления периодичности плодоношения. Устройство состояло из трех регулируемых горизонтальных роторов с вертикально вращающимися щетками. Роторы были закреплены на вертикальной оси, расположенной на платформе, закрепленной спереди транспортного средства. Цветы деревьев яблони механически прореживались в середине апреля при различных комбинациях скоростей роторов и скоростей транспортного средства с оставлением ручного прореживания и непрореженных деревьев в качестве контрольных.

Использование механического прореживания привело к повышению качества плодов, то есть увеличению содержания СРВ (более сладкий вкус), антоцианов, кислотности и размера и более развитым румянцем. Сниженная урожайность в вариантах с прореживанием компенсировалась более высоким качеством плода и более высокой прибылью.

Ключевые слова: аграрная инженерия, регулирование урожая, прецизионное механическое прореживание, качество плода.

The aim of the project was to thin apple flowers mechanically without use of chemicals in orchard and minimize any tree damages to improve fruit quality, reduce hand-thinning and overcome alternate bearing. A device was constructed of three adjustable horizontal rotors with vertically rotating brushes; the horizontal rotors are attached to a vertical axis based on a platform on the front of a vehicle. Apple trees were mechanically thinned in mid April with combinations of rotor and vehicle speeds and adjacent untreated and manually-thinned trees of the same rows serving as controls.

Mechanical thinning resulted in better fruit quality via increased soluble solids (sweeter taste), acidity and size, red fruit colouration as well as anthocyanin content. Decreased yields were compensated by the higher fruit quality and income.

Key words: agricultural engineering, crop regulation, precise mechanical thinning, fruit quality.

Регулирование нагрузки урожаем является одним из основных элементов агротехники современного интенсивного сада яблони и применяется с целью повышения качества плодов и их стоимости путем оптимизации их размера, количества, увеличения площади развития румянца, обеспечения высокой интенсивности цветения на следующий год, поддержания структуры дерева, избегания периодичности плодоношения и обеспечение высокой лежкоспособности плодов. Применение обработок различными химическими веществами (регуляторами роста растений, маслами, некоторыми удобрениями) для этой цели в современной технологии зачастую не может гарантировать получения адекватного результата по причине комплексности факторов, оказывающих определяющее влияние на эффективность применения (погодные условия, сорт яблони, интенсивность цветения, фенофаза, возраст дерева и др.), и отрицательного влияния данных химических веществ на экологию сада.

Целью нашего исследования являлась оценка эффективности нового метода по механическому прореживанию цветов путем использования разработанной в Боннском университете (Германия) новой машины как экологичного средства механизации регулирования урожайности и повышения параметров качества плода, преодоления периодичности плодоношения, а также прекращения использования трудоемкого и затратного ручного прореживания.

Для эксперимента по изучению механического прореживания цветов были выбраны деревья яблони Гала на подвое М.9 в саду Кляйн-Альтендорфского исследовательского центра Боннского университета (Германия),

схемой посадки 3,5 x 1 м, сформированные в виде строеного веретена, и механически прореживались новой машиной для прореживания цветов, разработанной в Боннском университете (Германия), в фазу начала цветения (апрель) (приложение 1). Устройство закреплялось спереди трактора и состояло из вертикальной оси с тремя горизонтальными вращающимися роторами с синтетическими нитями, под воздействием которых и происходило удаление цветов. После проведения предварительных испытаний варианты опыта включали в себя следующие скорости вращения ротора со щетками (R, об/мин) и скорости трактора (T, км/ч): 300 об/мин, 5 км/ч (300R5T); 360 об/мин, 5 км/ч (360R5T); 420 об/мин, 5 км/ч (420R5T); 360 об/мин, 7,5 км/ч (360R7,5T); 420 об/мин, 7,5 км/ч (420R7,5T). Деревья без прореживания служили контрольными, прореженные вручную — эталоном. Эксперимент по механическому прореживанию цветов имел рендомизированное размещение блоков деревьев по каждому варианту опыта, каждый блок насчитывал 20 учетных деревьев с оставлением 2 деревьев с каждой стороны блока в качестве защитных. Математическую обработку экспериментальных данных проводили методом дисперсионного анализа с использованием MS EXCEL и SPSS версия 13, а также Dunnett's T3 теста.

Все плоды после съема были подвергнуты оценке качества с применением ART System (UP Produkte, Germany): йод-крахмальная проба, твердость плода, сухие растворимые вещества (СРВ, рефрактометрически — PR 32, Atago Co., Japan), содержание кислоты — титрованием, цвет кожицы плода определялся также с двух его противоположных сторон при помощи спектрометра СА-

22 (X-rite). Относительное содержание хлорофилла (индекс NDVI) и антоцианов (NAI) оценивалось в наиболее окрашенной и в наиболее зеленой точках на поверхности плода неразрушающим методом — с использованием анализатора пигментов PA1101.

По каждому варианту десять горизонтальных ветвей из середины кроны с тремя различными направлениями роста были отобраны на восточной стороне учетных деревьев как модельные ветви: перпендикулярно направлению ряда, под углом 45° к направлению ряда и под углом 135° к направлению линии ряда. Влияние механического прореживания цветов на эффективность прореживания определялись путем учета удаленных и существенно поврежденных цветов в соцветии по отношению к общему количеству соцветий, а также на целостность структурных элементов дерева: значительно поврежденных листьев (1/3 или более листовой пластинки повреждено) к общему количеству листьев на модельных ветвях; абсолютное количество выломанных машиной почек и однолетних приростов по каждой модельной ветви. Завязываемость плодов по каждой модельной ветви в варианте учитывалась после «июньского» опадения завязи и выражалась как соотношение к 100 непрореженным соцветиям.

С целью комплексной оценки эффективности механического прореживания и потенциальных повреждений, вызванных применением машины, определялся интегрированный коэффициент прореживания (ICT) для определения границ критических значений по формуле:

$$ICT = (FR/FS) * ((m * r^2 / l) / v), \text{ где}$$

ICT — интегрированный коэффициент прореживания,

FR — количество удаленных цветов в соцветии,

FS — закладка плодов,

m — масса нити щетки для прореживания (3 г),

r — скорость вращения ротора, об/мин.,

l — длина нити щетки для прореживания (30 см),

v — скорость трактора (км/ч).

Согласно полученным нами результатам, максимальный прореживающий эффект достигался в вариантах с максимальной скоростью ротора (420—480 об/мин.; табл. 1), чем при изменении скорости движения трактора что означает, что ключевым фактором, определяющим эффективность прореживания, являлась, главным образом, скорость ротора.

Однако, уровень повреждения плодового дерева, включающий в себя количество поврежденных однолетних приростов, почек и листьев, в наибольшей степени зависел от комбинации скорости движения трактора и скорости вращения роторов со щетками с увеличением количества повреждений при повышении скорости вращения роторов и снижении скорости движения трактора, то есть 420R5T и 420R7,5T, и увеличивался вдвое при увеличении скорости движения трактора (42% в случае с 420R5T, но лишь 24% при 420R7,5T; табл. 1). Отсутствие значительной разницы по степени повреждения листьев изучаемых деревьев яблони между вариантами 300R5T, 360R5T и 360R7,5T (10—20%) наблюдалось благодаря спе-

Таблица 1. Эффективность механического прореживания цветов

Вариант опыта	ICT индекс	Степень повреждения листьев [%]	Количество поврежденных однолетних приростов и почек, шт	Количество удаленных цветов в соцветии, шт	Количество плодов на 100 соцветий, шт
Контроль (без прореживания)	—	—	—	—	92,8
Эталон (ручное прореживание)	—	—	—	—	74,3
300R5T	9*	22,3*	0,77	0,44*	85,2
360R5T	17*	23,3*	0,41	0,45*	66,7*
360R7,5T	8*	10,6*	1,13*	0,37*	77,7
420R5T	61*	42,1*	1,46*	1,00*	57,8*
420R7,5T	35*	23,7*	1,10	0,94*	62,7*

* Разница существенна согласно Dunnett's T3 теста

цифической механической резистентности структурных элементов кроны плодового дерева к неблагоприятному воздействию машины для прореживания цветов. Как результирующий показатель, завязываемость плодов находилась в тесной взаимосвязи с интенсивностью прореживания по каждому варианту и снижалась при повышении последней (комбинация сниженной скорости трактора и повышенной скорости ротора). Значительно сниженное относительно количества соцветий количество плодов (58—66%), позволяющее достичь необходимую эффективность механического прореживания для получения плодов достаточного размера при съеме, было получено при использовании частоты вращения ротора 420 об/мин при обеих исследуемых скоростях трактора (5 км/ч и 7,5 км/ч), а также в варианте 360R5T по сравнению с контролем (93%) (табл. 1). Оптимальными являются значения ICT, используемого в качестве интегральной оценки механического прореживания цветов, в диапазоне 20—40, чем обеспечивалась высокая эффективность новой технологии при минимальных повреждениях деревьев.

Наблюдалась четкая выраженная тенденция по увеличению у плодов в вариантах с механическим прореживанием показателей твердости плода, содержания СРВ, степени зрелости, размера плода, а также кислотности по сравнению с непрореженным контролем и максимальной твердостью плода и содержанию СРВ (12,5%) в эталоне (ручное прореживание), что являлось несомненным повышением качественных характеристик плода при нормировании урожая (табл. 2).

Таблица 2. Влияние механического прореживания цветов на биохимические параметры плодов яблони сорта Гала

Вариант	Твердость [кг/см ²]	СРВ [%]	Распад крахмала [1—10]	Streif-Index [F/(SS*SB)]	Кислотность [%]	Сахаро-кислотный индекс	Размер плода [мм]	Урожайность [кг/дер.]
Контроль (без прореживания)	7,6	11,5	4,5	0,197	0,34	34:1	67,2	27,6
Эталон (ручное прореживание)	8,5	12,5	4,0	0,161	0,38	33:1	74,4	19,0
300R5T	8,1	11,8	4,3	0,175	0,34	35:1	71,6	20,5
360R5T	8,3	12,2	4,4	0,154	0,38	32:1	74,4	21,8
360R7,5T	8,4	12,3	4,4	0,155	0,40	31:1	70,3	24,5
420R5T	8,2	12,2	4,2	0,129	0,36	34:1	76,3	15,3
420R7,5T	8,2	11,9	4,4	0,159	0,38	31:1	77,7	17,8
НСР05	0,61	0,31	0,20	0,0131	—	—	3,21	2,49
Оптимально для съема	9,0—10,0	12,0—13,0	3—4	0,30	—	—	—	—

Наблюдающаяся по всем вариантам с прореживанием плодов, включая эталон, сниженная урожайность деревьев компенсировалась хорошо известным эффектом улучшения качества плода, что значительно повышало цену реализации урожая. Повышенное содержание СРВ в плодах с деревьев, подвергнутых механическому прореживанию, было обусловлено увеличением абсорбции ФАР (фотосинтетически активная радиация) листьями и плодами, а также улучшенной утилизации света в кроне плодового дерева, что вызывало повышенный экспорт углеводов из листа в плоды.

Использование нового механизма для механического прореживания цветов, разработанного в Боннском университете (Германия), позволяло стимулировать индукцию и интенсивность покровной окраски (румянец) плода во всех вариантах с механическим прореживанием, что происходило благодаря лучшему проникновению света во внутренние части кроны изучаемых деревьев яблони (по причине снижения интенсивности вегетативного роста), улучшению распределения ассимилятов в плодном растении, а также прямому действию падающего солнечного излучения на кожуцу плодов в данных вариантах.

Наиболее высокое относительное содержание антоцианов в кожице плода в вариантах 300R5T, 360R5T и 360R7,5T объяснялось оптимальной нагрузкой деревьев урожаем. Дополнительно, минимальные значения NAI по вариантам 420R7,5T, 420R5T и в контроле были обусловлены более глубокой затененностью от интенсивнее растущих однолетних приростов в вариантах с прореживанием (по причине сниженной урожайности из-за избыточного прореживания) либо, наоборот, избыточной нагрузкой урожаем контрольных деревьев.

Максимальное содержание хлорофилла, подразумевающее более интенсивное зеленое окрашивание кожицы плода и сниженное качество для сорта Гала, было обнаружено в вариантах с механическим прореживанием, где использовались более высокие скорости вращения ротора (420—480 об/мин.) и низкой скоростью трактора (5 км/ч), что было вызвано меньшей интенсивностью солнечного излучения, приходящегося на данные плоды по причине более сильного их затенения более интенсивно растущими однолетними приростами, и регулировалось системой фитохромов. ■

УДК 634.74: 631.526.32

ОСОБЕННОСТИ РОСТА И ПЛОДОНОШЕНИЯ ЖИМОЛОСТИ ПРИ ЗАДЕРЖЕНИИ МЕЖДУРЯДИЙ ПОЧВОПОКРОВОЙ КУЛЬТУРОЙ FEATURES OF GROWTH AND FRUCTIFICATION OF A HONEYSUCKLE AT CROP IN THE RANKS OF GALEGA ORIENTALIS LAM

Д. М. Брыксин, Всероссийский НИИ садоводства им. И. В. Мичурина, 393774, Россия, Тамбовская область, г. Мичуринск, ул. Мичурина, 30, тел.: (47545) 2-07-61, e-mail: nayka2006@rambler.ru

D. M. Bryksin, All-Russian Research Institute of Gardening named after I. V. Michurin, 393774, Russian Federation, Tambov region, Michurinsk, Michurin st., 30, tel.: (47545) 2-07-61, e-mail: nayka2006@rambler.ru

Голубая жимолость — новая ягодная культура, к настоящему времени приобрела популярность в европейской части страны. Основное преимущество голубой жимолости — раннее созревание ягод, высокая зимостойкость. В связи с этим нами изучены 2 технологии выращивания жимолости.

Ключевые слова: жимолость, урожайность, плод, масса, технология.

Blue honeysuckle a new berry plant, has currently gained a wide popularity in the European part of the country (Russia). The major advantages of blue honeysuckle are the early ripening of berries and high winter hardiness. In this connection we studied two technologies of cultivation of a honeysuckle.

Key words: honeysuckle, productivity, fruit, weight, technology.

В настоящее время жимолость известна как культура любительского садоводства. Однако существуют и промышленные регионы ее возделывания — Западная Сибирь, Урал, Алтай, северо-западная часть России.

Промышленное возделывание жимолости предполагает содержание междурядий под черным паром как наиболее простой и доступный способ сохранения почвенной влаги и элементов питания, борьбы с сорняками. В свою очередь, содержание междурядий под паром имеет ряд негативных последствий, главными из которых являются избыточное уплотнение «подпахотного» горизонта, разрушение структуры почвы и уничтожение ее полезной микрофлоры.

В опытах по смородине черной О. Ф. Якименко показана эффективность использования задернения междурядий почвопокровной культурой — козлятником восточным, что способствует получению экологичной продукции, ограничению привлечения почвообрабатывающей техники, снижению затрат на единицу продукции.

На базе отдела ягодных культур ВНИИС им. И. В. Мичурина был заложен опыт с задернением междурядий четырех сортов жимолости 5-летнего возраста (Голубое веретено, Гжелка, Камчадалка, Лазурная) козлятником восточным. Литературных данных по данной тематике найти не удалось, в связи с чем проведенные исследования представляют научную и практическую новизну.

Урожай жимолости формируется на однолетних приростах, образовавшихся в июне-сентябре предыдущего года и определяется числом почек, двучветников, плодов и общей массой урожая с 1 погонного метра годичного прироста, которые являются слагаемыми показателями потенциальной продуктивности. Исходя из этого нами изучены вышеуказанные показатели в различных вариантах опыта. Среднегодовая оценка сортов жимолости при возделывании на участке с задернением почвопокровной культурой показала резкое и достоверное снижение общего прироста надземной массы растений по всем сортам, за исключением Лазурной, на которой отмечено незначительное превышение показателя (табл. 1).

По количеству почек, двучветников и плодов большинство вариантов находилось в пределах ошибки опыта за исключением сорта Лазурная, у которого масса плода, потенциальная продуктивность и урожайность были выше (табл. 1).

Как известно, масса плодов жимолости во многом зависит от водообеспечения растения, особенно в период роста

и созревания плодов. В наших исследованиях в варианте с задернением масса плода была значительно ниже, лишь по сорту Лазурная она находилась на уровне контроля. Это явление объясняется слабым поступлением влаги в пахотный слой почвы при выпадении осадков в варианте с задернением.

Корневая система жимолости находится в верхних слоях почвы на глубине 10—40 см. С целью обоснования влияния задернения на величину и качество урожая жимолости нами проведено изучение относительной влажности почвы в динамике по фазам развития растений. За годы исследований продуктивная влага находилась в труднодоступном состоянии. Относительно высокая влажность почвы наблюдалась в фазе роста плодов, когда влага переходила в легкодоступное состояние. Однако в варианте с задернением этот показатель был на 10% ниже, что характеризовало влагу как труднодоступную для растений.

Критический период для культуры был отмечен в фазе закладки генеративных почек (III декада июля), когда относительная влажность почвы снижалась до 30% и влага переходила в недоступное для растений состояние. Однако содержание междурядий под черным паром позволило повысить показатель относительной влажности почвы до 40%.

В связи с негативным влиянием задернения междурядий сортов Голубое веретено, Гжелка и Камчадалка на длину плодоносящей древесины, количество почек, двучветников, плодов, относительную влажность почвы, которая в свою очередь привела к снижению массы плода, отмечено снижение потенциальной продуктивности и урожайности в среднем в 2 раза. Однако по сорту Лазурная отмечено

Таблица 1. Влияние задернения междурядий козлятником восточным на морфоструктурные показатели и продуктивность жимолости (в среднем за годы исследований)

Сорт	Вариант опыта	Длина годичного прироста, м/куст	Средняя масса плода, г	Количество на 1 п.м. прироста, шт.			Потенциальная продуктивность, т/га	Урожайность, т/га
				почек	двучветников	плодов		
Голубое веретено(к)	Пар	4,92	0,76	33	89	71	1,12	0,87
	Козлятник	4,12	0,71	41	59	41	0,58	0,4
Гжелка	Пар	6,73	0,74	41	76	54	1,26	0,9
	Козлятник	4,37	0,65	41	55	36	0,52	0,34
Камчадалка	Пар	6,28	0,75	41	56	41	0,88	0,64
	Козлятник	4,65	0,62	47	59	38	0,57	0,37
Лазурная	Пар	4,36	0,61	39	58	40	0,51	0,35
	Козлятник	4,96	0,63	55	132	95	1,37	0,99
НСР _{0,05}		0,24	0,02	5	31	11	0,11	0,04

совсем иное явление. При задержании междурядий как слагаемые, так и показатель продуктивности и урожайности был значительно выше.

Таблица 2. Результаты биохимической оценки плодов жимолости (в среднем за годы исследований)

Сорт	Варианты опыта	Растворимые сухие вещества, %	Общие сахара, %	Аскорбиновая кислота, мг/100 г	Кислотность, %
Голубое веретено	Пар	12,79	5,21	61,60	2,92
	Козлятник	13,60	6,55	73,04	2,68
Гжелка	Пар	12,65	5,11	33,44	2,85
	Козлятник	16,22	7,38	57,20	2,58
Камчадалка	Пар	11,92	5,51	29,04	2,88
	Козлятник	14,44	6,06	61,60	3,18
Лазурная	Пар	13,93	5,44	40,48	3,28
	Козлятник	14,92	6,71	53,68	2,51

С целью выявления влияния задержания на биохимические показатели плодов жимолости в биохимической лаборатории Мичуринского государственного аграрного университета совместно с Т.Е. Бочаровой проведены анализы плодов жимолости. Выявлено положительное влияние задержания на биохимический состав плодов изучаемых сортов (табл. 2).

Таким образом, задержание междурядий козлятником восточным не дало существенного эффекта. В ходе комплексной оценки содержания почвы в междурядьях жимолости отмечена сортовая специфика и неоднородное влияние задержания на основные показатели продуктивности культуры. Задержание оказало положительное влияние лишь на сорт Лазурная, повысив морфоструктурные компоненты и урожайность, а также на биохимические показатели плодов. Отмечено отрицательное влияние задержания на продуктивность сортов Голубое веретено, Гжелка и Камчадалка, а также на относительную влажность почвы. 

УДК 634.23:581.192.7

ПРИМЕНЕНИЕ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА, АНТИОКСИДАНТОВ И ОСЕННЕЙ НЕКОРНЕВОЙ ПОДКОРМКИ АЗОТОМ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ И ПРОДУКТИВНОСТИ ВИШНИ GROWTH REGULATORS, ANTIOXIDANTS AND FALL NITROGEN FOLIAGE APPLICATION FOR INCREASE OF SOUR CHERRY RESISTANCE AND PRODUCTIVITY

Е.С. Лукин, Ю.В. Трунов, А.А. Новоторцев, Всероссийский НИИ садоводства им. И.В. Мичурина, 393774, Россия, Тамбовская обл., Мичуринск-14, ул. Мичурина, 30, тел.: (47545) 2-07-61, 2-03-21, e-mail: alexsandr.n@mail.ru.

Т.Н. Гришутина, Г.В. Логунова, Мичуринский государственный аграрный университет, 393760, Россия, Тамбовская обл., Мичуринск, ул. Интернациональная, 101, тел.: (47545) 5-33-42.

E.S. Lukin, Yu.V. Trunov, A.A. Novotortsev, All-Russian Research Institute of Gardening named after I.V. Michurin, 393774, Russian Federation, Tambov region, Michurinsk-14, Michurin st., 30, tel.: (47545) 2-07-61, 2-03-21, e-mail: alexsandr.n@mail.ru

T.N. Grishutina, G.V. Logunova, Michurin State Agrarian University, 393760, Russian Federation, Tambov region, Michurinsk, Internatsional'naya st., 101, tel.: (47545) 5-33-42.

Дифференцированное применение регуляторов роста, антиоксидантов из группы витаминов и осенней некорневой подкормки мочевиной существенно повышало стрессоустойчивость генеративных органов и урожайность вишни.

Ключевые слова: вишня, регуляторы роста, антиоксиданты, обработка мочевиной, стрессоустойчивость, продуктивность.

Differentiated application of growth regulators, antioxidants and foliage use of urea significantly increased stress resistance of sour cherry generative organs and yield.

Key words: cherry, growth regulators, antioxidants, urea top dressing, stress resistance, productivity.

В оптимизации продукционного процесса у древесных плодовых растений большое значение придается агроприемам регулирования сбалансированности ростовых и репродуктивных процессов, углеродного и минерального питания, а также экзогенной иммунизации и повышения адаптивности растений к различным стрессовым факторам, особенно водно-термическим, в разные периоды онтогенеза и этапы органогенеза. Для этих целей наряду с традиционными агромероприятиями используются приемы некорневых обработок растений макро- и микроэлементами и различными физиологически активными соединениями: ретардантами, криопротекторами, иммуностимуляторами, антиоксидантами и др. [2, 4, 12].

В 2002—2007 гг. нами изучалась эффективность полифункционального препарата — этиленпродуцента ХЭФК (2-хлорэтилфосфоновой кислоты), ингибитора роста КАНУ (6-нафтилуксусной кислоты), кремнийорганического криопротектора крезацина (триэтаноламиновой соли крезоксиуксусной кислоты), иммуностимулятора Эпина (эпибрассинолида), антиоксидантов из группы витаминов б-токоферола и аскорбиновой кислоты в смеси с глицерином, а также осенней некорневой подкормки мочевиной [1, 8, 10, 12]. Обработки проводились, в т.ч. в сочетании с укорачивающей обрезкой, в разные периоды онтогенеза и стадии морфогенеза у неоднотипных сортов вишни в зависимости от необходимости регулирования тех или иных хозяйственно-биологических показателей (силы роста, сроков вступления в плодоношение, зимостойкости цветковых почек, холодостойкости цветков, завязывания плодов).

Установлено, что раннелетние обработки 2—3-летних растений относительно позднеспелых сортов Десертная Морозовой и Кентская комбинациями препаратов ХЭФК (0,025%), КАНУ (0,018%) и крезацин (0,015%) ингибировали рост побегов, несколько ускоряли закладку цветковых почек и вступление молодых деревьев в плодоношение (табл. 1).

У крупноплодных сортов Тургеневка и Харитоновская с недостаточным уровнем морозостойкости генеративных органов в отдельные годы (2001—2004 гг.) под влиянием позднелетних

обработок препаратом ХЭФК (0,025%) в комбинации с крезацином (0,015%), а также с осенним опрыскиванием (в 2004—2005 гг.) мочевиной (3,0%) существенно повышался процент перезимовавших цветковых почек у сортов Тургеневка и Харитоновская — в среднем в 1,3—1,5 раза в обычные годы (2001, 2002 и 2005 гг.) и в 2—2,5 раза — после неблагоприятной зимы 2002/2003 гг. Это обеспечивало получение товарных урожаев у этих сортов вишни после термических стрессов зимнего периода, за исключением аномальной зимы 2005—2006 гг. (табл. 2, 3).

В годы с обильной закладкой цветковых почек и относительно благоприятными условиями перезимовки (2007 г.) указанный эффект отсутствовал. По-видимому, положительное действие этих препаратов на морозостойкость цветковых почек обусловлено активизацией физиолого-биохимических процессов, связанных с осенне-зимним закачиванием растительных тканей (так называемой пассивной адаптации), что в полной мере проявляется в неблагоприятные годы [3, 8, 9]. В частности, ускорение накопления осмотически активных веществ, в т.ч. моно- и олигосахаров, в цветковых почках и близлежащих тканях ветвей в позднелетний период под влиянием препарата ХЭФК может быть связано со смеще-

Таблица 1. Действие раннелетней обработки регуляторами роста на закладку цветковых почек, зимостойкость и плодоношение молодых деревьев вишни (среднее за 2002—2003 гг.)

Варианты	Количество цветковых почек на дереве		Количество цветков на дереве, тыс. шт.	Завязывание плодов, %	Урожайность плодов, т/га
	всего	в т.ч. живых, %			
	шт.	%			
Десертная Морозовой (890 дер/га)					
Контроль (без обработки)	1360	74	36	2,7	15
ХЭФК (0,025%) + КАНУ (0,018%) + крезацин (0,015%)	1710	79	55	3,6	23,1
	$t_{\phi} > t_{05}$	—	$t_{\phi} > t_{05}$	—	$t_{\phi} > t_{05}$
Кентская (640 дер/га)					
Контроль (без обработки)	4890	63	88	14,0	12
ХЭФК (0,025%) + КАНУ (0,018%) + крезацин (0,015%)	6470	82	94	17,8	4,86
	$t_{\phi} > t_{05}$	—	$t_{\phi} > t_{05}$	—	$t_{\phi} > t_{05}$

нием гормонального баланса в сторону ингибиторов роста (этилен, абсцизовая кислота и др.), активизацией гидролитических ферментов и перехода более высокомолекулярных соединений в низкомолекулярные [7, 11].

Известно, что некорневая подкормка азотом снижает некоторое ингибирующее воздействие этилена на поступление азота в ткани [10]. В наших опытах содержание азота в цветковых почках в весенний период в варианте «ХЭФК + крезацин» в сочетании с осенней обработкой мочевиной было на 10—15% больше, чем в варианте без азотной подкормки. В листьях некоторое увеличение содержания азота (с 1,7 до 2,2%) отмечалось уже спустя 1,5 недели после некорневой подкормки растений. На самоплодных сортах с относительно высокой зимостойкостью цветковых почек (типа Кентской) эффект от применения мочевины (без обработки регуляторами роста) установлен лишь в отдельные годы с нормальными условиями для перекрестного опыления (2004—2005 гг.) на фоне весенней обрезки деревьев (табл. 3).

В опытах с антиоксидантами (2002—2006 гг.) нами установлено, что опрыскивание растений водным раствором б-токоферола (0,25%) и аскорбиновой кислоты (3%) с добавлением глицерина (5%) за 8—10 часов до наступления заморозка (при понижении температуры до -3,2°C) существенно повышало количество неповрежденных бутонов (в среднем с 20 до 75%) у сортов со средними сроками цветения (типа Владимирская, Жуковская, Лебедянская и др.), которые в наибольшей мере подвержены термическим стрессам весеннего периода. Менее эффективной была обработка этими антиоксидантами за 2 часа до понижения температуры и неэффективной — препаратами Эпин, Крезацин, Кристалон в период начала цветения. Ряд исследователей считают, что именно низкомолекулярные антиоксиданты (б-токоферол, аскорбат и др.) вносят основной вклад в инактивацию образующихся свободных радикалов и предотвращение перекисного окисления липидов мембран клетки на первоначальных этапах низкотемпературного стресса [5, 6]. В наших опытах (2006 г.) под влиянием обработки растений в конце мая антиоксидантами через 1,5—2 месяца существенно повышалось содержание в листьях аскорбиновой кислоты (на 20—30%), а также активность фермента — антиоксиданта каталазы (на 15—20%), что свидетельствовало о более высоком уровне антиокислительного потенциала растительных тканей и устойчивости растений.

Таким образом, дифференцированное применение физиологически активных соединений для повышения стрессоустойчивости растений в различные периоды онтогенеза у сортов вишни разного типа дает возможность более полно реализовать их биологический потенциал. Позднецветная обработка этиленпродуцирующим препаратом ХЭФК и кремнийорганическим криопротектором крезацином, в т.ч. в сочетании с осенней некорневой подкормкой мочевиной, обеспечивает значительный рост урожайности (в среднем на 50—60%) у некоторых крупноплодных самофертильных сортов в годы с неблагоприятными условиями перезимовки растений. Применение смеси препаратов ХЭФК, КАНУ и крезацин

Литература

1. Блиновский, И.К. Пути повышения эффективности и экологической безопасности применения ретардантов в плодоводстве / И.К. Блиновский, Г.Л. Соркина, Д.В. Калашников: Обзорная информация. — М.: ВНИИТЭИагропром, 1991. — 56 с.
2. Гудковский, В.А. Окислительный стресс плодовых культур (факторы, механизмы, диагностика, повышение устойчивости) / В.А. Гудковский // Научные основы устойчивого товарного садоводства в России / Докл. конф. 11—12 марта 1999. — Мичуринск: ВНИИС им. И.В. Мичурина, 1999. — С. 3—26.
3. Жученко, А.А. Адаптивный потенциал культурных растений (эколого-генетические основы) / А.А. Жученко. — Кишинев: Штиинца, 1988. — 767 с.
4. Кладь, А.А. Агробиологические основы интенсификации производства плодов яблони на юге России / А.А. Кладь. — Автореф. дисс... доктора с.-х. наук. — Краснодар, 2001. — 44 с.
5. Лукаткин, А.С. Влияние экзогенных модификаторов перекисного окисления липидов на холодовое повреждение листьев огурца / А.С. Лукаткин, Т.Е. Левина // Физиология растений. — 1997. — Т. 44. — №3. — С.397—403.
6. Меньщикова, Е.Б. Антиоксиданты и ингибиторы радикальных окислительных процессов / Е.Б. Меньщикова, Н.К. Зеньков // Успехи совр. биол. 1993. — Т. 113. — Вып. 4. — С. 442—455.

Таблица 2. Зимостойкость генеративных органов и урожайность вишни в связи с позднецветной обработкой препаратами ХЭФК + крезацин

Варианты	Перезимовало генеративных органов, %				Урожайность плодов, т/га	
	цветковых почек		зачатков цветков в почках		2002 г.	2003 г.
	2002 г.	2003 г.	2002 г.	2003 г.		
Тургеневка						
Контроль (растения без обработки)	44±5,1	21±3,9	71	38	0,89	1,34
ХЭФК (0,03%) + крезацин (0,015%)	68±7,1	56±6,4	82	64	2,49	3,47
	$t_{\phi} > t_{05}$	$t_{\phi} > t_{05}$	—	—	$t_{\phi} > t_{05}$	$t_{\phi} > t_{05}$
Харитоновская						
Контроль (растения без обработки)	50±3,2	23±4,1	63	45	2,85	0,98
ХЭФК (0,03%) + крезацин (0,015%)	71±6,0	49±5,6	76	67	4,36	3,12
	$t_{\phi} > t_{05}$	$t_{\phi} > t_{05}$	—	—	$t_{\phi} > t_{05}$	$t_{\phi} > t_{05}$

Таблица 3. Влияние осенней некорневой обработки растений мочевиной на фоне применения обрезки и регуляторов роста на урожайность вишни, т/га

Варианты	Позднецветная обработка ХЭФК (0,03%) + крезацин (0,015%)		Без обработки препаратами	
	2005 г.	2007 г.	2005 г.	2007 г.
	Тургеневка		Кентская	
Растения с обрезкой				
Контроль (без подкормки)	1,42±0,44	12,46±1,96	2,62±0,19	3,33±0,77
Осенняя некорневая подкормка мочевиной (3%)	3,03±0,89	11,39±1,78	4,86±1,41	3,2±0,38
	$t_{\phi} > t_{05}$	$t_{\phi} < t_{05}$	$t_{\phi} > t_{05}$	$t_{\phi} < t_{05}$
Растения без обрезки				
Контроль (без подкормки)	1,25±0,18	14,77±3,2	4,61±0,96	3,71±1,09
Осенняя некорневая подкормка мочевиной (3%)	1,78±0,27	13,97±3,65	5,82±1,22	4,29±0,9
	$t_{\phi} > t_{05}$	$t_{\phi} < t_{05}$	$t_{\phi} < t_{05}$	$t_{\phi} < t_{05}$

в раннецветный период на молодых растениях сильнорослых позднеплодных сортов способствует ускорению вступления их в плодоношение. Все это в сочетании с другими агроприемами является важным элементом сортовой технологии, обеспечивающей повышение коэффициента стабильности рентабельной (свыше 25—30 ц/га) урожайности вишневых насаждений по годам с 0,50—0,65 до 0,80—0,85. 

7. Острейко, С.А. Об ингибиторах роста у плодовых растений / С.А. Острейко // Доклады ВАСХНИЛ. — 1969. — Т. 3. — С. 18—20.
8. Ревякина, Н.Т. Влияние регуляторов роста на дифференциацию почек и зимостойкость вишни / Н.Т. Ревякина, С.А. Острейко, Г.А. Гоголева // Плодоводство и ягодоводство Нечерноземной полосы. — Сб. научн. работ. — М.: ВСТИСП, 1973. — Т.6. — С.146—157.
9. Соловьева, М.А. Физиологические основы формирования морозостойкости плодовых растений и защиты от зимних повреждений / М.А. Соловьева // Сельскохозяйственная биология. — 1983. — № 7. — С. 108—113.
10. Guak, S. Effects of urea and plant bioregulators (ethephon and promalin) on reserve N cold hardiness, and cropping of sweet cherry trees / S. Guak, M. Beulah, N.E. Looney // Can. J. Plant Sci., 2002. — V 82. — № 1. — P. 225.
11. Proebsting, E.L. Ethephon increases cold hardiness of sweet cherry / E.L. Proebsting, H.H. Mills // J. Amer. Soc. Hort. Sci., 1976. — V. 101. — №1 — P. 31—33.
12. Wölfel, D. Minderung frostbedingter Blütenschäden an Apfeltrieben durch Vitamin E (α -Tocopherol) in Kombination mit Glycerol oder Ethylenglykol / D. Wölfel, G. Noga // Erwerbst — Obstbau. — 1998. — Jg. 40. — №2. — S. 34—38.

УДК 635/52:539.1:631.95

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ И АДАПТИВНОСТЬ СОРТОВ САЛАТА ПО УРОВНЮ НАКОПЛЕНИЯ РАДИОНУКЛИДОВ ECOLOGICAL RESISTANCE AND ADAPTIVE CAPACITY OF LETTUCE CULTIVARS EVALUATED BY THE LEVEL OF RADIONUCLIDES BUILD-UP

С. М. Сычев, И. В. Сычева, Брянская государственная сельскохозяйственная академия, 243365, Россия, Брянская обл., Выгоничский р-н, с. Кокино, ул. Советская, 2а, тел.: (84341) 2-43-30, e-mail: agro@bgsha.com

А. В. Солдатенко, ВНИИ селекции и семеноводства овощных культур, 143080, Россия, Московская обл., Одинцовский р-н, п/о Лесной городок, тел.: (495) 599-24-42, e-mail: mail@vniissok.ru, vniissok@mail.ru

S. M. Sychev, I. V. Sycheva, Bryansk State Agricultural Academy, 243365, Russian Federation, Bryansk region, Vygonichsky district, Kokino, tel.: (84341) 2-43-30, e-mail: agro@bgsha.com

A. W. Soldatenko, All-Russian Scientific Research Institute of Selection and Seed-Growing of Vegetable Cultures, 143080, Russian Federation, Moscow region, Odintsovsky district, Lesnoy gorodok, tel.: (495) 599-24-42, e-mail: mail@vniissok.ru, vniissok@mail.ru

В условиях трех областей (Гомельская, Брянская, Московская) изучена экологическая устойчивость и адаптивность сортов салата по уровню накопления радионуклидов.

Ключевые слова: салат, экологическая устойчивость, адаптивность, сорта, стабильность, продуктивность.

Ecological resistance and adaptive capacity of lettuce cultivars evaluated by the level of radionuclides build-up and grown in Gomel, Bryansk and Moscow region was studied.

Key words: lettuce, ecological resistance, adaptive capacity, cultivars, stability, yield.

Важным свойством сортов при селекции на любую хозяйственно ценный признак является его стабильность. Это свойство, безусловно, зависит от генотипа. В то же время известны общебиологические закономерности: полигенные признаки фенотипически более изменчивы (продуктивность и др.). Относительно стабильности уровня накопления радионуклидов в овощных растениях сведений в научной литературе явно недостаточно. В связи с этим нами проанализированы данные по экологической устойчивости испытанных 6 сортов салата.

Целью наших исследований явилось экологическое обособление элементов селекционной технологии при создании сортов и гибридов салата с экологической и адаптивной способностью по уровню накопления радионуклидов.

Методика постановки полевых опытов была разработана с учетом особенностей полевого опыта в селекции и семеноводстве овощных культур ОСТИ 6 71 78 и изложенной в другой литературе. Обработка экспериментальных данных проводилась по методике Б.И. Доспехова [1].

Нами проанализированы данные, полученные в 3 пунктах (Гомель, Брянск, Москва) в 2003—2005 гг. Использовали параметры $Sq_i, \%$ — экологическая изменчивость и коэффициент регрессии b_i , характеризующий отзывчивость сорта на изменение условий выращивания, в нашем случае по схеме: пункт — год. В ходе исследований получены следующие результаты.

Согласно данному широкого экологического испытания (табл. 1), наиболее устойчив к накоплению радионуклидов сорт Изумрудный, наименее — Селекционный образец. Они различаются между собой по показателю X_{cp} (среднее содержание ^{137}Cs за три года в трех пунктах испытания) более чем в два раза (табл. 1). Остальные образцы занимают промежуточное положение. Из них сорт Новогодний ближе по уровню содержания к наибольшему накопителю радионуклидов — Селекционному образцу.

Три оставшихся образца мало дифференцированы между собой, и по параметру X_{cp} ближе к устойчивому сорту Изумрудный. В дальнейшем при изучении характера наследования признака устойчивости к накоплению радионуклидов у салата в схемы скрещиваний целесообразно включать образцы: сорт Изумрудный (минимальное значение признака), Селекционный образец (максимальное значение признака) и сорт Новогодний (среднее значение признака).

Таблица 1. Стабильность сортов салата по уровню накопления ^{137}Cs (Гомель, Брянск, Москва) 2003—2005 гг.				
Сортообразец	X_{cp} , Бк/кг	Относительная стабильность генотипа, $Sq_i, \%$	Коэффициент регрессии генотипа на среду, b_i	Селекционная ценность генотипа, $СЦГ_i$
Селекционный образец	57,41	110,89	1,95	25,65
Новогодний	36,82	102,97	1,06	17,90
Балет	29,50	103,47	0,97	14,27
Берлинский желтый	28,46	85,04	0,67	16,38
Larand	27,48	84,25	0,69	15,93
Изумрудный	23,36	114,66	0,66	9,99

Оценка стабильности уровня содержания ^{137}Cs в продукции салата проведена по параметру Sq_i (относительная стабильность генотипа). Этот показатель позволяет сравнить результаты опытов, выполненных с различным набором культур, генотипов, сред и изучаемых признаков. По существу относительная стабильность генотипа аналогична коэффициенту вариации при изучении его в ряде сред [2]. При значении Sq_i до 10 % уровень экологической изменчивости признака незначительный, от 10—20% — средний и выше 20 — значительный. Все испытанные нами сорта характеризуются значительной изменчивостью уровня содержания ^{137}Cs .

Наиболее нестабилен по данному показателю сорт Изумрудный (табл. 1). Однако нестабильность у этого сорта объясняется не повышением, а резким снижением уровня содержания ^{137}Cs в высокопродуктивной среде пункта Гомель: до 8,1 (2003 г.) и 20,5 (2004 г.) Бк/кг при средней по опыту 37,7 Бк/кг и максимальном показателе 182,8 и 150 Бк/кг у Селекционного образца (табл. 1). Следовательно, в данном случае нестабильность играет положительную роль, позволяя растениям противостоять стрессору, в данном случае — повышенному содержанию радионуклидов в окружающей среде.

Экологически неустойчивы по способности накапливать ^{137}Cs также Селекционный образец, сорта Балет и Новогодний. Их нестабильность сочетается с высоким и средним уровнем показателя, что, безусловно, снижает их

ценность как для использования при производстве продукции в загрязненных зонах, так и для селекции на стабильно низкое накопление радионуклидов. Наиболее стабилен уровень накопления радионуклидов у сортов Larand и Берлинский желтый. В высокопродуктивной среде 2003 и 2005 гг. пункта Гомель они занимали стабильные ранги по содержанию ^{137}Cs : 4 (Ларанд) и 5 (Берлинский желтый), незначительно отличаясь от наиболее устойчивого (ранг 6) сорта Изумрудный.

По экологической пластичности (табл. 2) сорта салата можно разделить на:

- неотзывчивые на изменения условий выращивания ($b_i < 1$) — Larand, Берлинский желтый, Изумрудный;
- слабо отзывчивые ($b_i = 1$) — Новогодний, Балет;
- отзывчивый на изменения условий выращивания ($b_i > 1$) — Селекционный образец (табл. 1).

Таким образом, наиболее отзывчивым на загрязненную среду оказался Селекционный образец, один из 6, т. е. это свойство не является широко распространенным в группе испытанных нами сортов. Из 6 сортов только один имеет содержание ^{137}Cs ниже среднего и коэффициент пластичности не выше единицы (Изумрудный), т. е. сочетает устойчивость к накоплению радионуклидов с низкой отзывчивостью на ухудшение условий среды.

Содержание ^{137}Cs	Коэффициент пластичности		
	$b_i > 1$	$b_i = 1$	$b_i < 1$
Ниже среднего	—	—	Изумрудный
На уровне среднего	—	Новогодний, Балет	Larand, Берлинский желтый
Выше среднего	Селекционный образец	—	—

При селекции на устойчивость к накоплению радионуклидов, тяжелых металлов и т. п. проблематично использование такого важного параметра адаптивности, как селекционная ценность генотипа (СЦГ), в обычном понимании его значения. По предложению разработчика данного параметра (Кильчевский, 1993), считается, что наивысшей селекционной ценностью обладают генотипы со стабильным проявлением достаточно высокого уровня проявления признака, с максимальным значением параметра СЦГ. В нашем случае селекция ведется на стабильно низкий уровень содержания радионуклидов в продукции. Можно предположить, что лучшим в этом случае является генотип с минимальным значением параметра СЦГ, т. е. сорт Изумрудный, а худшим — с максимальным значением СЦГ — Селекционный образец (табл. 1). Однако пока в методику определения параметров стабильности и адаптивности авторами не внесены изменения, предлагаем считать оценку по параметру СЦГ условной.

Наибольшей специфической адаптивностью характеризуется Селекционный образец (4053,3), далее в порядке убывания: Новогодний, Балет, Изумрудный, Берлинский желтый, Larand (рис. 1).

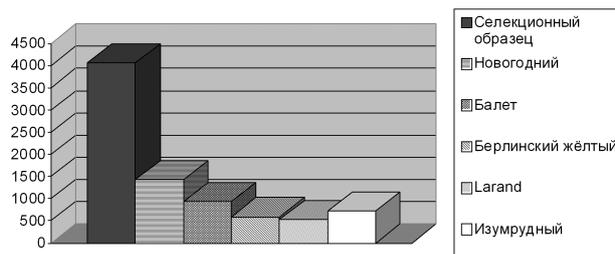


Рис 1. Специальная адаптивная способность салата (САС_і), 2003—2005 гг.

Специфическая адаптивная способность Селекционного образца проявилась в реакции на среду пункта Гомель во все годы исследований (2003—2005 гг.) и в 2005 г. в Москве. Это выразилось в неспособности его противостоять неблагоприятной экологической ситуации (высокому содержанию в среде радионуклидов). Второй по специфической адаптивности — сорт Новогодний. Этот сорт низко- и среднеустойчивый к накоплению ^{137}Cs в большинстве сред испытаний. В условиях Гомельской в 2004 г. и Московской областях в 2005 г., он проявил устойчивость, накопив ^{137}Cs меньше, чем другие образцы.

Таким образом, по комплексу параметров выделены Селекционный образец и сорт Изумрудный, как наиболее контрастные по своим показателям.

Анализ проявления признака «масса растения» в меняющихся условиях среды пунктов и лет испытания позволил определить разнообразие изучаемого набора сортов по параметрам адаптивности продуктивности.

Наивысшим потенциалом продуктивности характеризуется сорт Балет. В наибольшей степени он реализовался в 2003 г., когда средняя масса растения составила 397 г, высший показатель в опыте (табл. 3). Условия этого года в Московской области отличались высокой влажностью, средняя температура воздуха за вегетацию была выше по сравнению со среднемноголетними значениями.

Ярко выраженная положительная реакция на такие экологические условия выразилась в высоком уровне параметра САС_і (специфическая адаптивная способность) и коэффициента регрессии (b_i), значительно превышающего «1,0» для данного сорта. Такие генотипы относятся к сортам интенсивного типа, так как весьма отзывчивы на улучшение условий выращивания. Однако они не обладают экологической устойчивостью и не представляют ценности для селекции на адаптивность, при которой создаются генотипы, сочетающие высокую потенциальную продуктивность и экологическую устойчивость. Сорт Балет в такой ситуации может служить лишь источником высокой потенциальной продуктивности (табл. 4).

Источником экологической устойчивости продуктивности может служить другой сорт из испытанного набора — Берлинский желтый. Уровень параметра, характеризующего стабильность генотипа (S_g), у него минимальный в опыте, меньше чем у сорта Балет в семь с лишним раз (табл. 3). Это определило высокий уровень параметров ОАС_і (общая адаптивная способность) и СЦГ_і (селекционная ценность генотипа) данного сорта. Однако сорт нуждается в повышении показателя продуктивности, по которой он занимает пятый ранг из шести.

Сортообразец	2003 год	2004 год	2005 год
Селекционный образец	152,7±22,4	89,9±11,8	91,9±12,6
Новогодний	210,2±32,1	92,4±9,2	95,2±8,6
Балет	237,2±21,3	138,7±28,7	132,9±19,4
Берлинский желтый	396,9±32,2	129,8±14,3	131,8±14,3
Larand	256,8±29,5	86,3±12,1	90,4±13,3
Изумрудный	127,0±20,0	105,6±11,9	117,4±9,5
НСР ₀₅	6,6		

Гораздо большую ценность по показателям адаптивности имеет сорт Новогодний, сочетающий средние уровни продуктивности (X_{cp}) и стабильности (S_g). Подобными свойствами обладает также сорт Larand. Однако потенциал продуктивности его значительно ниже. Сорта, резко различающиеся по уровню накопления радионуклидов, различаются по отдельным параметрам адаптивности.

Таблица 4. Параметры адаптивности салата по продуктивности, 2003–2005 гг.

Сортообразец	Масса растения, X ср, г	Общая адаптивная способность OAC _i	Специфическая адаптивная способность SAC _i	Относительная стабильность генотипа, Sg, %	Коэффициент регрессии генотипа на среду, b _i	Селекционная ценность генотипа, СЦГ _i
Селекционный образец	111,5	-37,6	1274,1	32,0	0,51	70,9
Новогодний	169,6	20,5	3435,7	34,6	0,8	102,9
Балет	219,5	70,4	23604,1	70,0	2,2	44,8
Берлинский желтый	116,7	-32,4	114,9	9,2	0,1	104,5
Larand	144,5	-4,6	9462,7	67,3	1,4	33,9
Изумрудный	132,6	-16,5	4518,3	50,7	1,0	56,2

Наибольший накопитель ¹³⁷Cs (Селекционный образец) низкопродуктивен, у него слабо выражена общая и специфическая адаптивная способность. Сорт не отзывчив на улучшение условий выращивания (b_i<1). Все эти показатели выше у сорта Изумрудный, устойчивого к

нителеей в товарной части урожая. В наших исследованиях эта гипотеза не подтвердилась. Наибольший накопитель ¹³⁷Cs (Селекционный образец) отличается большей стабильностью продуктивности при низком уровне ее показателя, т.е. стабильно низкопродуктивен. ■

накоплению ¹³⁷Cs. Общим для этих сортов является недостаточная стабильность продуктивности, которая (нестабильность) более выражена у сорта Изумрудный, накапливающего ¹³⁷Cs в меньшем количестве по сравнению с другими сортами.

В целом четкой зависимости между устойчивостью к накоплению радионуклидов и общей приспособленностью генотипа к среде не проявилось. Рядом исследователей предполагалось, что адаптивные сорта со стабильно высокой урожайностью будут отличаться минимальным накоплением загрязня-

Литература

1. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов, М. — 1983. — 284 с.
 2. Кильчевский, А.В. Экологическая селекция растений / А.В. Кильчевский, Л.В. Хотылева — Мн.: Технология. — 1997. — 372 с.

УДК 632.915

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ: ИНДИКАЦИЯ И ПРОГНОЗ ECOLOGICAL STATE OF AGRICULTURAL SOIL: INDICATION AND FORECAST

Г.Е. Ларина, ВНИИ фитопатологии, 143050, Россия, Московская область, Одинцовский р-он, пос. Большие Вяземы, ул. Институт, 16, кв. 240, тел.: (903) 152-73-04, e-mail: galara@mail.ru

G.E. Larina, VNIИ phytopathology, 143050, Russian Federation, Moscow region, Odintsovsky district, Bolshye Vyazemy, Institut st., 16, ap. 240. tel.: (903) 152-73-04, e-mail: galara@mail.ru

В статье проведено сравнение возможностей аналитического и биологического метода для индикации экологического состояния почвы сельскохозяйственного использования, дан прогноз уровня фитотоксичности почвы после применения сульфонилмочевинных и имидазолиновых гербицидов, предложена коррекция мероприятий по сохранению продуктивности сельхозкультур в условиях дерново-подзолистой и черноземной почвы.

Ключевые слова: инструментальный метод, биоиндикация, гербицид, почва.

The comparison of the possibilities of analytical and biological method for the indication of the ecological state of the soil of agricultural practice is carried out in the article. Forecast of phytotoxicity level of soil is proposed after the application of the sulfonylurea and imidazolone herbicides and the correction of measures for the retention of the productivity of agricultural crops under the conditions of soddy-podzolic and chernozem soil are given.

Key words: instrument method, bioindication, herbicide, soil.

Пересмотр современных требований оценки состояния окружающей среды связан с ужесточением гигиенических нормативов и качеством методов идентификации и контроля. В связи с этим важно уметь дать объективную оценку токсикологии пестицидов для окружающей среды на примере индикации и прогноза негативного последствия на уровень плодородия почвы после применения гербицидов в конкретных условиях возделывания сельхозкультур.

В качестве объектов исследования изучали дерново-подзолистую почву ($C_{\text{орг}}$ 2,5%; $pH_{\text{сop}}$ 4,0) и чернозем выщелоченный ($C_{\text{орг}}$ 5,1%; $pH_{\text{сop}}$ 6,6). Образцы почвы отбирали из пахотного горизонта экспериментальных участков (0—20 см) на 90 сут. после однократной обработки гербицидами: Ларен, СП, 75% (д.в. метсульфурон-метил) (15 г/га), Кортес, СП, 75% (д.в. хлорсульфурон) (8 г/га), Пульсар, ВР, 4% (д.в. имазамокс) (1,0 л/га) и Пивот, ВК, 10% (д.в. имазетапир) (1,0 л/га).

Уровень фитотоксичности почвы оценивали методом биоиндикации с помощью тест-растений, различающихся чувствительностью [3, 5]. В качестве индикаторов использовали подсолнечник, горчицу белую — сорт Рязанская, рапс яровой — сорт Салют, пшеницу яровую — сорт Московская 35. По снижению биомассы культуры строили логарифмическую зависимость доза-эффект, в дальнейшем по калибровочному графику определяли содержание остатков гербицида в почве.

Экологические исследования по детектированию остатков гербицидов в почве проводили стандартными инструментальными методами — высокоэффективной жидкостной хроматографией (ВЭЖХ) на хроматографе Gold Beackman и газожидкостной хроматографии (ГЖХ) на хроматографах марок Цвет и Кристалл.

Цели исследования:

- сравнение аналитического и биологического методов для индикации экологического состояния почвы;
- прогноз уровня фитотоксичности почвы и коррекция мероприятий по сохранению продуктивности сельхозкультур.

Инструментальный мониторинг состояния агроценозов, и в частности почвенного плодородия, основан на биоиндикации и физико-химических методах. Сравнительная характеристика методов индикации остатков гербицидов в условиях дерново-подзолистой почвы приведена в табл. 1.

Аналитические методы полезны при проведении массовых анализов содержания остатков гербицидов в объектах

Таблица 1. Характеристика аналитического и биологического методов индикации остатков гербицидов в условиях дерново-подзолистой почвы

Гербицид, д.в.	Аналитический метод; предел обнаружения мг/кг (мг/л)	Биологический метод; индикаторное растение	Биологический метод; концентрации (дозы) шкалы, г/га	Биологический метод; регрессионное уравнение вида: $Y = aX + b$		
				a	b	r^2
Кортес, хлорсульфурон	0,002	Горчица белая	0,1—5,0	20,72	29,63	0,83
		Подсолнечник	1—32	2,75	-6,01	0,94
Ларен, метсульфурон-метил	0,004	Горчица белая	0,2—2,0	94,31	2,69	0,96
		Подсолнечник	1—16	1,00	39,50	0,82
Пивот, имазетапир	0,002	Горчица белая	0,5—4,5	14,11	-11,92	0,74
		Пшеница озимая	10,0—80,0	0,073	85,66	0,88
Пульсар, имазамокс	0,001	Горчица белая	0,1—2,5	37,03	-19,62	0,98
		Пшеница озимая	2,5—40,0	4,10	1,52	0,98

Примечание: $Y = \ln C_t / C_0$ — снижение биомассы надземных органов растения при почвенном применении препарата, %; X — доза, г/га

о окружающей среды (и биологических объектах в том числе), т.к. характеризуются хорошей селективностью и высокой производительностью. Биологическим методом идентифицируют суммарное содержание фитотоксиканта в почве — препарат и совокупность всех продуктов его трансформации. Физико-химические методы позволяют проводить раздельное определение концентрации основного соединения, не изменяя его химической природы, и его метаболитов в объектах агрофитоценоза — почва, вода, растение (урожай сельскохозяйственных культур и продукты их переработки). При всем разнообразии вариантов аналитические исследования складываются из нескольких этапов: отбор и подготовка проб; извлечение определяемого д.в.; концентрирование экстрактов и их очистка от сопутствующих компонентов с использованием сорбентов двух- и трехфазных систем органических растворителей; идентификация и количественное определение д.в. в пробе. Отметим, что универсальной методики извлечения остатков гербицидов для различных объектов, унифицированной схемы очистки экстрактов и набора условий количественного определения идентифицируемого д.в. не существует — в каждом конкретном случае требуется индивидуальное решение, подбираемое экспериментально.

Сравнивая результаты, получаемые разными методами на примере индикации остатков имзамокса в почве, было установлено, что биологическим методом определяется количество препарата на 7—15% больше, чем аналитическим. Этот факт свидетельствует о получении методом биоиндикации суммарной оценки фитотоксичности исходного соединения и его метаболитов. Значения коэффициента корреляции (r) между числовыми данными, полученными аналитическим и биологическим методом, равны 0,85—0,91, что указывает на тесную связь между этими величинами. Однако индикаторные культуры, рекомендуемые к применению в биотестировании, отличаются по ботаническим характеристикам, их разной реакцией на уровень плодородия почвы и пр. В итоге рассчитанные значения содержания остатков гербицидов в почве биологическим методом не являются абсолютными и демонстрируют вероятный уровень фитотоксичности препарата в почве.

Химический анализ почвенных образцов продемонстрировал, что на 90 сут. после применения гербицидов в условиях дерново-подзолистой почвы и чернозема выщелоченного содержание остаточных количеств имзамокса, имазетапира, хлорсульфурона и метсульфурон-метила не превысило 1—9% от исходной дозы (табл. 2). На участках с применением сульфонилмочевинных гербицидов уровень фитотоксичности в условиях чернозема выщелоченного был выше, чем с дерново-подзолистой почвой. Это связано с более прочной сорбцией и пролонгированным периодом сохранения производных сульфонилмочевины в условиях высокой гумусированности и нейтральной/слабощелочной реакции почвы [4]. Имидазолиноны менее зависимы от уровня кислотности почвы, их отличает более высокий уровень персистентности в дерново-подзолистой почве по сравнению с сульфонилмочевинами [3]. Период полураспада в изучаемых типах почв для сульфонилмочевинных гербицидов (хлорсульфурон, метсульфурон-метил) равнялся 11—42 сут., имидазолинонов (имазетапир, имзамокс) — 24—47 сут.

Таблица 2. Индикация гербицидов в пахотном слое почвы

Метод определения	Гербицид	Доза, г/га (мкг д.в./кг)	Содержание гербицида (мкг/кг) на на 90-е сут. экспозиции	
			Дерново-подзолистая почва	Чернозем выщелоченный
Аналитический	Кортес	8 (5)	0,71	1,70
	Ларен	15 (5)	0,14	0,42
	Пивот	1000 (83)	0,92	7,41
	Пульсар	1000 (33)	0,14	—
Биоиндикация*	Кортес	8 (5)	0,92	3,00
	Ларен	15 (5)	0,73	0,61
	Пивот	1000 (83)	4,20	8,90
	Пульсар	1000 (33)	0,40	—

* Пересчитывали согласно индикационным шкалам для каждого гербицида, «—» — нет данных

Способность почвы агроценозов к самоочищению после применения гербицидов можно оценить по временному периоду (или периода самоочищения — ПС), необходимому для снижения содержания остаточных количеств гербицида в почве до уровня не превышающего предельно допустимые концентрации — ПДК_{почва}. Для практиков важно знать, безопасен ли уровень фитотоксичности пахотного слоя почвы перед посевом соответствующей культуры севооборота. На этот вопрос можно ответить, зная временной период, в течение которого уровень фитотоксичности почвы (или период фитотоксичности — ПФ) не будет приводить к снижению продуктивности

чувствительной культуры севооборота на 10% и более по сравнению с контрольным вариантом без применения гербицида [1, 2].

Согласно результатам прогноза величины ПС (табл. 3), во всех вариантах после применения изучаемых гербицидов ситуация благополучна, т.е. в течение вегетационного сезона уровень содержания остаточных количеств гербицидов хлорсульфурона, метсульфурон-метила, имазетапира и имзамокса снизился до величины разрешенного значения гигиенического норматива ПДК_{почва}. Результаты расчетов ПФ продемонстрировали отсутствие негативного проявления для высокочувствительной культуры — рапса масличного в условиях дерново-подзолистой почвы и чернозема выщелоченного, т.е. каких-либо ограничений в севообороте на следующий год нет.

Гербицид (д.в.)	Доза, г/га (мкг д.в./кг)	ПДК _{почва} мг/кг	ЭД ₁₀ (рапс) мкг/кг	Экспозиция, сут.	
				ПФ	ПС
Ларен	15 (5)	0,5	0,08	17 65	9 36
Пивот	1000 (83)	1,0	0,5	124 135	58 77
Пульсар, ВР	1000 (33)	1,5	0,5	81 —	42 —

Примечание: ЭД₁₀ — эффективная доза гербицида, снижающая продуктивность (биомассу) индикаторного растения свыше 10% по сравнению с контрольным вариантом (без применения гербицида); нд — не допустимо обнаружение остатков гербицида (использовали в расчетах значения предела обнаружения соответствующим методом); ПС — период самоочищения почвы до уровня содержания остаточных количеств гербицида в почве, не превышающего гигиенический норматив ПДК_{почва}; сут.; ПФ — период, в течение которого уровень фитотоксичности почвы по отношению к чувствительной культуре севооборота снизился до уровня ЭД₁₀

Однако, в случае с гербицидом Кортес СП, применяемым в условиях чернозема выщелоченного, и Пивот, ВК в условиях дерново-подзолистой почвы наблюдались граничные значения ПФ = 122—135 сут. Для корректного принятия решения требуются уточняющие эксперименты оценки уровня фитотоксичности почвы весной перед проведением сева культуры. В литературе приведены случаи негативного последствия на культуру севооборота после применения Пивота в дозе 1,0 л/га в засушливый год [5] или Кортеса в дозе 8 г/га в холодный год [4]. В качестве мероприятий, исключающих потери продуктивности сельскохозяйственных культур, можно рекомендовать выращивание на этих участках зернобобовых, пшеницы, ячменя, кукурузы и воздержаться от посева чувствительных — подсолнечник, гречиха, рапс, свекла.

Итак, метод биоиндикации — процесс трудоемкий, но общедоступный при условии сохранения схемы опыта, типа почвы, сорта растения и др. — отличается достаточно высокой точностью и воспроизводимостью. Данные, полученные разными методами, сопоставимы: инструментальный метод детектирует собственно активное начало гербицида (или д.в.), а биоиндикация — суммарную фитотоксичность препаративной формы (д.в. и его метаболитов, смачиватели, прилипатели, растворители и др.). Данный факт важно учитывать при прогнозе и интерпретации результатов, полученных разными методами индикации. Согласно гигиеническим показателям (например, ПДК) содержание остаточных количеств современных гербицидов (сульфонилмочевины и имидазолиноны) к концу вегетации безопасно для

окружающей среды, но уровень фитотоксичности почвы для последующих культур севооборота может негативно сказаться на качестве и количестве урожая. Сочетание инструментальных и биологических методов дает комплекс-

ную экологическую оценку состояния агроценозов и позволяет в дальнейшем с учетом величины ПС и ПФ принимать оптимальные экологические решения по рекультивации земель, корректировке севооборотов и пр. ■

Литература

1. Ларина Г.Е. Комплексная оценка действия гербицидов на компоненты агроценоза // *Агрехимия*, 2002. — № 4. — С.64—74.
2. Ларина Г.Е. Методология эколого-токсикологического мониторинга гербицидов в агроэкосистеме (на примере производных сульфонилмочевины и имидазолинона). Автор. дисс. доктора биол. наук. — М.: МСХА, 2007. — 38 с.
3. Ларина Г.Е., Спиридонов Ю.Я., Захаров С.А., Захарова Т.В. Индикация остатков гербицидного препарата «Пульсар» в объектах агроценоза // *Агрехимия*, 2001. — № 4. — С.67—75.
4. Поддымкина Л.М., Захаренко А.В., Ларина Г.Е., Спиридонов Ю.Я. Фитотоксичность почвы и персистентность гербицида Ленок после его применения в посевах льна // *Плодородие*, 2003. — №4 (13). — С.35—37.
5. Рекомендации по применению имидазолиновых гербицидов в посевах зернобобовых культур в России / Спиридонов Ю.Я., Ларина Г.Е. и др. — М.: БАСФ-ВНИИФ, 2003. — 94 с.

УДК. 664.292

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОРТОВ И ГИБРИДОВ ПОДСОЛНЕЧНИКА AGRIECOLOGICAL EVALUATION OF SUNFLOWER SORTS AND HYBRIDS

А.В. Халецкий, А.Л. Лукин, В.В. Котов, Воронежский государственный аграрный университет им. К.Д. Глинки, 394087, Россия, Воронеж, ул. Мичурина, 1, кв. 326, тел.: (4732) 53-72-15, e-mail: halvgau@rambler.ru, a.l.loukine@vsau.ru

A.V. Khaletsky, A.L. Lukin, V.V. Kotov, Voronezh State Agricultural University named after K.D. Glinka, 394087, Russian Federation, Voronezh, Michurin st., 1, ap. 326, tel.: (4732) 53-72-15, e-mail: halvgau@rambler.ru, a.l.loukine@vsau.ru

Изучены сорта и гибриды подсолнечника, и представлены показатели содержания в них пектина и масла, а также приведены их основные физико-химические характеристики.

Ключевые слова: подсолнечник, пектин, масло, аналитика масла и пектина.

The article considers sunflower sorts and hybrids and analyses their pectin and oil characteristics. Also, their physical and chemical characteristics are presented.

Key words: sunflower, pectin, oil, oil and pectin analytical characteristics.

Подсолнечник — основная масличная культура, возделываемая в Российской Федерации. Семена подсолнечника служат источником для получения продовольственного масла, высокобелковых концентрированных кормов. В суточной норме жиров на долю растительного масла приходится 35—40 г, что составляет примерно 13 кг в год на человека. В Центрально-Черноземном Регионе (ЦЧР) в настоящее время посевы подсолнечника составляют около 400 тыс. га, что позволяет полностью обеспечить население региона подсолнечным маслом и оказать существенное влияние на формирование рынка в России и за рубежом.

Масличность абсолютно сухих семян сортов, внесенных в реестр по ЦЧР, составляет 47—52%. Химический состав семян подсолнечника представлен фосфатидами, стеринами, жирорастворимыми витаминами, ароматическими и вкусовыми веществами, необходимыми для полноценного питания человека [4]. Обмолоченные корзинки подсолнечника составляют около 60% массы семян и используются на корм скоту или перерабатываются на муку [5].

В настоящее время в ЦЧР выращивается около 50 сортов и гибридов подсолнечника отечественной и зарубежной селекции, различных по биологическим особенностям, технологии возделывания, качеству получаемых семян. Сортосовые особенности являются важным фактором, и их вклад в формирование урожая составляет 10—15%. Реализация сортосовых возможностей может колебаться в широких пределах и зависит от фазы развития растений и условий выращивания [1].

Современные агротехнологии могут приносить успех в случае получения максимальной отдачи в процессе последующей переработки сырья. В этой связи корзинки подсолнечника представляют громадный ресурс сырья для получения пектина, производство которого в РФ до сих пор отсутствует.

Для изучения основных агроэкологических характеристик сортов и гибридов подсолнечника в 2008 г. был продолжен опыт в Хохольском районе Воронежской области. Подсолнечник возделывался по рекомендованной для региона технологии. Целью исследований было установление показателей урожайности, масличности и определение основных физико-химических свойств пектина из корзинок подсолнечника. Основные регламентирующие характеристики

исследуемых сортов и гибридов подсолнечника представлены в таблице 1 [2].

Погодные условия оказали существенное влияние на обмен веществ и химический состав семян сортов и гибридов подсолнечника, прежде всего на синтез жиров и белков. Средние запасы продуктивной влаги весной 2008 г. к моменту посева составили около 65% от нормы, что в последующем отразилось на урожайности.

Основные агроэкологические показатели исследованных сортов и гибридов подсолнечника приведены в таблице 2.

В целом, погодные условия 2008 г. были благоприятны для возделывания подсолнечника, однако в мае пониженный температурный режим неблагоприятно сказался на прорастании семян.

Наибольшая урожайность семян была получена у сорта Лакомка, однако показатель сбора масла зависит не только от урожайности, но и от масличности и лузжистости семян, поэтому с учетом этих показателей максимальный сбор масла был получен у сорта Воронежский 631.

Из семян изучаемых сортов и гибридов в лабораторных условиях было выделено масло и определены его основные характеристики (табл. 3). Сортосовые особенности растений повлияли на комплекс качественных показателей экстрагированного масла [4].

Технологическая ценность маслосемян подсолнечника зависит от кислотного числа, йодного числа и числа омыления, которые определяют качество масла. Все масла, полученные из сортов и гибридов, имеют кислотное число более 0,8 мг КОН/г (норма не более 2,2 мг КОН/г) и могут быть отнесены к высшему классу поставляемых семян.

В настоящее время большое внимание уделяется ресурсосберегающим технологиям производства продук-

Таблица 1. Характеристика сортов и гибридов подсолнечника

Сорта и гибриды	Урожайность, т/га	Масличность, %	Продолжительность вегетации, дней	Другие характеристики
Лакомка	до 3,5	49—51	86—88	Сорт устойчив к ложной мучнистой росе, заразице и подсолнечной моли
Енисей	1,5—2,0	44—46	85—90	Сорт заразицоустойчив, устойчив к поражению склеротинией и серой гнилью
Воронежский 631	2,8—3,1	52—57	100—110	Сорт устойчив к поражению склеротинией и серой гнилью, более заразицовынослив, устойчив к моли
Санмарин 361	4,3—4,6	50—52	88—90	Высокая устойчивость к фомопсису, ложной мучнистой росе, заразице
Престиж	3,6—3,8	50—52	90—95	Устойчив к ложной мучнистой росе, заразице, не поражается в полевых условиях вартициллезом, подсолнечниковой огневкой, ржавчиной, альтернариозом

ции растениеводства. Утилизация отходов производства подсолнечника с получением пектина — продукта, обладающего комплексом свойств, определяющих его экологическую направленность, позволит снизить стоимость основного производства масла из семян подсолнечника.

Таблица 2. Продуктивность сортов и гибридов подсолнечника 2008 г.

Сорта и гибриды	Урожайность, т/га	Масличность, %	Сбор масла, т/га	Лужисность, %	Масса 1000 семян, г
Лакомка	2,56	32,1	4,8	30,8	98,7
Енисей	1,94	34,2	4,6	29,6	78,2
Воронежский 631	2,22	43,8	7,0	27,5	82,4
Санмарин 361	2,48	30,1	4,9	33,8	69,1
Престиж	2,10	32,1	4,5	32,1	59,2
	НСР _{0,95} = 0,18 ц/га				

Таблица 3. Качественные показатели подсолнечного масла

Сорта и гибриды	Сырой жир, %	Кислотное число, мг КОН/г	Число омыления, количество КОН/1 г масла	Йодное число, г йода/100 г масла
Лакомка	44,1	1,00	151	140,8
Енисей	42,2	0,84	163	132,6
Воронежский 631	51,7	1,05	163	114,4
Санмарин 361	46,06	1,05	166	126,7
Престиж	50,7	1,57	168	129,7

Известно, что выход сухих корзинок подсолнечника составляет около 60% от массы сухих семян [4]. В ЦЧР ежегодно образуется до 240 тыс. т обмолоченных корзинок, которые или остаются в окружающей среде, или незначительная часть их используется на корм скоту в виде муки.

Пектин из сырья выделялся традиционным кислотным способом при pH-1,5; температуре 75°C и продолжительности экстракции 1,5 ч. Содержание пектина в различных сортах и гибридах подсолнечника определялось с использованием Са-пектатного метода (табл. 4).

Результаты показывают, что корзинки подсолнечника обладают высоким соотношением водорастворимого пектина к протопектину и сборам пектина. По этим показателям пектины из подсолнечника можно считать производственно обоснованными [3].

Аналитические характеристики пектина определялись с использованием методов одновременного потенциометрического и кондуктометрического титрования [3]. Обобщенные аналитические характеристики пектинов различного происхождения приведены в таблице 5. Следует отметить, что полученные пектины имеют низкую степень этерификации, что соответствует известным литературным данным [3], а также отличаются низким содержанием ацетильных групп.

Пектины, полученные из всех образцов, имели высокое содержание полигалактуроновой кислоты, однако наиболее высокоочищенным, с низким содержанием балластных веществ оказался сорт Енисей.

Известно, что пектин оказывает детоксицирующее, экологически направленное действие на организм человека как компонент функционального питания. Он способен выводить из организма ионы тяжелых металлов и радионуклиды [3]. Пектины являются эффективным средством профилактики отравления свинцом, кобальтом, хромом,

ртутью, кадмием. Нами методом обратного тригонометрического титрования оценена комплексообразующая способность полученных пектинов относительно ионов Pb⁺² (табл. 6).

Таблица 4. Содержание и сбор пектина из подсолнечника, %

Сорта и гибриды	Общее содержание	Водорастворимый пектин	Протопектин	Абсолютно сухая масса корзинок, т/га	Сбор пектина, т/га
Лакомка	28	6	22	1,37	0,384
Енисей	25	5	20	1,28	0,32
Воронежский 631	28	6	22	1,35	0,378
Санмарин 361	31	7	24	0,91	0,282
Престиж	23	2	21	1,18	0,271

Таблица 5. Аналитические характеристики пектинов, полученных из различных сортов и гибридов подсолнечника

Сорт, гибрид	Кс	Кэ	Ко	Емет	Пч	Ац	Ац(Пч)	Мц	Мц(Пч)
Лакомка	9,52	6,8	16,3	41,7	65,9	0,15	0,23	4,69	7,1
Енисей	11,1	16,9	22,9	51,8	93,3	0,03	0,04	8,17	8,76
Воронежский 631	10,8	5,4	16,2	33,3	65,1	0,12	0,19	3,72	5,72
Санмарин 361	10,8	5,4	16,2	33,3	65,1	0,15	0,24	3,72	5,72
Престиж	14,8	8,5	23,4	36,5	94,2	0,15	0,16	5,89	6,25

Примечание: Кс, Ко — содержание свободных карбоксильных групп, общее их содержание, соответственно; Кэ — содержание карбоксильных групп, этерифицированных метанолом; Емет — степень этерификации метанолом; Пч — содержание галактуроновой кислоты; Ац — ацетильная составляющая от массы пектинового порошка; Ац(Пч) — ацетильная составляющая от массы чистого пектина; Мц — метоксильная составляющая от массы пектинового порошка; Мц(Пч) — метоксильная составляющая от массы чистого пектина.

Таблица 6. Комплексообразующая способность пектинов, полученных из различных сортов и гибридов подсолнечника

Сорт, гибрид	Pb ⁺² , мг/г пектина (урожай 2008 г.)
Лакомка	144
Енисей	239
Воронежский 631	162
Санмарин 361	162
Престиж	321

Для всех исследуемых пектинов получено высокое значение комплексообразующей способности, что создает предпосылки для их использования при приготовлении продуктов лечебно-профилактического назначения. Максимальное значение комплексообразующей способности получено у пектина, выделенного из гибрида Престиж. По этому показателю данный гибрид может быть рекомендован для промышленного получения его как детоксиканта.

Таким образом, исследованные сорта и гибриды подсолнечника обладают и высоким содержанием и сбором масла, а также являются перспективным сырьем для получения пектина с высокими функциональными показателями. По комплексу агроэкологических признаков изученных сортов и гибридов наиболее перспективным и для получения масла и пектина является сорт Воронежский 631. ■

Литературы:

1. Васильев Д.С. Подсолнечник. — М.: Агропромиздат, 1990. — 174 с.
2. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию: Официальное издание / Государственная комиссия РФ по испытанию и охране селекционных достижений. — М., 1995. — 211 с.
3. Донченко Л.В. Технология пектина и пектинопродуктов / Донченко Л.В. — М.: ДеЛи, 2000. — 256 с.
4. Павлюк Н.Т. Подсолнечник в Центрально-Черноземной зоне России: монография / Н.Т.Павлюк, П.Н.Павлюк, Е.В.Фомин; Воронежский гос. аграр. ун-т. — Воронеж: ВГАУ, 2006. — 226 с.
5. Рымарь В.Т. Агробиологические основы возделывания подсолнечника в Центральном Черноземье / В.Т.Рымарь, В.И.Турусов. — Воронеж: Истоки, 2007. — 152 с.
6. Хабаров Н.Н. Качество и сохранность маслосемян подсолнечника в ЦЧР. — Воронеж: ВГАУ, 2003. — 163 с.

УДК 631.452 : 631.51 (470.44/47)

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ БИОЛОГИЗИРОВАННЫХ ПОЛЕВЫХ СЕВООБОРОТОВ И СИСТЕМЫ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ СВЕТЛО-КАШТАНОВЫХ ПОЧВ НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

AGROECOLOGICAL ASPECTS OF BIOLOGICAL FIELD CROP ROTATIONS AND OF THE BASIC TILLAGE SYSTEM ON THE LIGHT-CHESTNUT SOILS IN THE BOTTOM VOLGA REGION

А.И. Беленков, Российский государственный аграрный университет — Московская сельскохозяйственная академия им. К.А. Тимирязева, 127550, Россия, Москва, ул. Тимирязевская, 49, тел.: 976-51-08, (926)-921-91-96, e-mail: mazirov@mail.ru

А.А. Холод, В.П. Шачнев, Волгоградская государственная сельскохозяйственная академия, 400002, Россия, Волгоград, Университетский пр., 26, тел.: (8442) 41-12-20, (903) 377-24-40, (905) 330-15-51.

A.I. Belenkov, Russian State Agrarian University — MTAA named after K.A. Timiryazev, 127550, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya st., 49, tel.: (495) 976-51-08, (926)-921-91-96, e-mail: mazirov@mail.ru

A.A. Holod, V.P. Shachnev, Volgograd State Agricultural Academy, 400002, Russian Federation, Volgograd, Universitetsky av., 26, tel.: (8442) 41-12-20, (903) 377-24-40, (905) 330-15-51.

В статье рассматриваются вопросы изучения новых схем полевых севооборотов и приемов основной обработки светло-каштановых почв в условиях засушливого региона, в части их влияния на урожайность сельскохозяйственных культур и плодородие пахотных земель. Доказывается преимущество факторов биологизации севооборотов и ресурсосбережения отдельных способов основной обработки почвы.

Ключевые слова: биологизация, схемы севооборотов, сидераты, баланс гумуса и азота, система обработки почвы, плоскорезная, минимальная и «нулевая» обработка, светло-каштановая почва.

The questions of studying new schemes of field crop rotations and receptions of the basic tillage system of light-chestnut soils in the conditions of droughty region, regarding their influence on productivity of agricultural crops and soil fertility are considered in the article. Advantage of biological crop rotation factors and the ways of economy of the recourses by using different types of tillage systems are proved.

Key words: biologization, field crop-rotation, balances of humus, tillage system, cultivation.

Сухостепная зона каштановых почв Нижнего Поволжья находится в составе зернового пояса России, где производство зерна является основной отраслью АПК. Поэтому на сравнительное изучение поставлены с 2004 г. узкоспециализированные биологизированные сидеральные и зернопаровые (в качестве контроля) севообороты (табл. 1).

ца — ячмень. В полевом опыте представлены различные системы комбинированной осенней и весенней основной обработки почвы, включающие отвально-безотвальные, мелкие, поверхностные, «нулевые». Всего в опыте изучается 12 различных вариантов, из которых в настоящей статье рассматриваются восемь.

Севообороты	Кол-во полей	Структура использования пашни, %			
		Чистые и сидеральные пары	Зерновые	Многолетние травы на сидерат	Зернобобовые
I. Зернопаровой (контроль) 1. Черный пар 2. Озимая пшеница 3. Яровая пшеница 4. Ячмень	4	25	75	—	—
II. Сидеральный биологизированный 1. Сидеральный черный пар 2. Озимая пшеница 3. Эспарцет на сидерат	3	33,3	33,3	33,3	—
III. Сидеральный биологизированный 1. Сидеральный черный пар 2. Озимая пшеница 3. Эспарцет на сидерат 4. Эспарцет на сидерат	4	25	25	50	—
IV. Зернопаровой биологизированный 1. Черный пар 2. Озимая пшеница 3. Нут 4. Яровая пшеница	4	25	50	—	25

В засушливых условиях Нижнего Поволжья продуктивность эспарцета зависит от влагообеспеченности вегетационного периода. Во влажном 2006 г. урожайность его достигла 11,8 т/га, в среднем по увлажнению 2000 г. она составила 8,1 т/га зеленой массы. В условиях жесточайшей засухи 2007 г. отмечена полная гибель растений. После внесения соломы и возделывания сидеральной культуры поступление органики в почву увеличивается с 1,1 до 3,0 т/га (табл. 2).

С учетом объема внесения органического вещества и его химического состава установлено, что сидерация пара обеспечивает лучшие условия для поступления в почву основных элементов минерального питания. В сидеральном севообороте их поступает 131—137 кг/га, что эквивалентно внесению на 1 га посевной площади 8,6—9,1 т/га навоза.

Проведенный расчет по методике ВНИИЗиЗПЭ [3] показывает, что за счет массы новообразованного гумуса в сидеральных севооборотах на

основе поступившего в почву энергетического материала сидератов и растительных остатков возделываемых культур создается положительный баланс гумуса (табл. 3).

В зернопаровом биологизированном четырехпольном севообороте баланс гумуса отрицательный. Однако сопоставление расхода и прихода гумуса в зернопаровом севообороте с нутом указывает на снижение дефицита гумуса в 2 раза по сравнению с небологизированным контрольным севооборотом.

основе поступившего в почву энергетического материала сидератов и растительных остатков возделываемых культур создается положительный баланс гумуса (табл. 3).

В зернопаровом биологизированном четырехпольном севообороте баланс гумуса отрицательный. Однако сопоставление расхода и прихода гумуса в зернопаровом севообороте с нутом указывает на снижение дефицита гумуса в 2 раза по сравнению с небологизированным контрольным севооборотом.

Таблица 2. Поступление органической массы и биофильных элементов питания в почву (среднее за 2006–2008 гг.)

Севообороты	Вид удобрений под пар	Поступление фитомассы в абсолютно сухом весе, т/га	Поступает в почву элементов питания, кг/га				Эквивалентно полупревшему навозу, т/га	Коеффициент азотификации, кг/га
			N	P	K	Всего		
Зернопаровой (контроль)	Солома ячменя + N ₃₀	1,13	38,4	1,6	10,8	50,8	3,4	2,8
Сидеральный 3-польный	Солома озимой пшеницы + зеленая масса эспарцета + N ₃₀	2,78	94,5	5,8	30,4	130,7	8,6	21,5
Сидеральный 4-польный	Солома озимой пшеницы + зеленая масса эспарцета + N ₃₀	3,00	99,6	6,0	31,8	137,4	9,1	23,2
Зернопаровой биологизированный	Солома нута, яровой пшеницы + N ₃₀	1,51	38,6	1,6	10,7	50,9	3,4	3,7

Таблица 3. Баланс гумуса в севооборотах на светло-каштановой почве, т/га

Севообороты	Расход гумуса (-0,52 E/gN)	Новообразованный гумус за счет					Баланс ±
		Накопленной энергии	Азота		Сидераты	Всего	
			пожнивнo-корневые остатки	симбиотического			
Зернопаровой 4-польный (контроль)	-1,29	0,51	0,38	—	—	0,89	-0,40
Сидеральный 3-польный	-1,32	0,43	0,95	0,15	0,07	1,60	+0,28
Сидеральный 4-польный	-1,25	0,45	0,99	0,30	0,074	1,81	+0,56
Зернопаровой биологизированный 4-польный	-1,28	0,46	0,39	0,22	—	1,07	-0,21

Таблица 4. Продуктивность биологизированных севооборотов (среднее 2006–2008 гг.)

Севообороты	Выход зерна с 1 га, т		Выход кормовых единиц с 1 га, т	
	Посева	Пашни	Посева	Пашни
Зернопаровой (контроль): черный пар — озимая пшеница — яровая пшеница — ячмень	0,87	0,65	1,24	0,94
Сидеральный биологизированный: сидеральный черный пар — озимая пшеница — эспарцет на сидерат	1,27	0,42	1,34	0,89
Сидеральный биологизированный: сидеральный черный пар — озимая пшеница — эспарцет на сидерат — эспарцет на сидерат	1,31	0,33	1,18	0,88
Зерновой биологизированный: черный пар — озимая пшеница — нут — яровая пшеница	0,67	0,51	0,98	0,74
НСП ₀₅ , т/га	0,25	0,18	0,19	0,15

Сидераты действуют не только как дополнительный источник питательных веществ растений, но и как регулятор почвенно-микробиологических процессов [1, 2, 4]. Более благоприятно по сравнению с зерновыми культурами микробиологический режим почвы складывался после зернобобовых и многолетних трав, оставляющих в почве большое количество богатой азотом органической массы [4].

Под влиянием отмеченных ранее погодных условий и состояния урожаеобразующих факторов сформировалась урожайность сельскохозяйственных культур, отражающая интегрированное действие на растения всех условий возделывания, изменяющихся с помощью севооборо-

та. За счет сравнительно высокой продуктивности озимой пшеницы урожайность зерна в сидеральных севооборотах превысила этот показатель контрольного севооборота в 1,5 раза (табл. 4).

С учетом всей продукции, произведенной культурами, сидеральный 3-польный севооборот увеличил ее выход на 0,1 т кормовых единиц с 1 га пашни, или на 8%. Однако эффективность использования севооборотной площади в сидеральных севооборотах ниже, чем в зернопаровом.

Насыщение севооборота эспарцетом на сидерат до 50% привело к резкому снижению продуктивности пашни. Биологизация севооборота путем введения зернобобовой культуры (нута) снизила его продуктивность по выходу кормовых единиц и зерна с единицы площади посева и пашни на 23—25%.

Экономическая оценка различных приемов биологизации севооборотов зерновой специализации выявила преимущество сидерального трехпольного севооборота (рентабельность 55%) по сравнению с зернопаровым, вследствие высокого уровня условно-чистого дохода 2150 руб. Введение в короткоротационные севообороты азотифицирующей культуры нут повышает рентабельность производства зерна до 29%.

Наши исследования, проводимые в учхозе СПУ №56 Палласовском районе Волгоградской области, вызваны необходимостью изучить и предложить производству наиболее оптимальные варианты систем основной обработки в наиболее встречающемся севообороте пар черный — яровая пшеница — ячмень. Подобные исследования в Волгоградской области ранее проводились К.Г. Шульмейстером [5], А.И. Беленковым, А.Н. Суховым, А.К. Имангалиевым и др. исследователями [1].

В табл. 5 представлены показатели, характеризующие развитие культур, биологическую характеристику степени плодородия и урожайность. Важнейшим показателем уровня роста и состояния растений является нарастание корневой массы культурных растений. Так, в среднем за 3 года, наибольшей устойчивостью и максимальным накоплением корней выделялись варианты 1, 3, 4, в которых используется постоянная средняя и чередующаяся средне-поверхностная обработка почвы.

Весенняя «нулевая» и поверхностная обработка почвы лущильником уменьшали величину формирующихся корней, что также характерно для данного вида обработок.

Отмечается наиболее интенсивный распад полотно на вариантах отвальной и плоскорезной обработки на 0,20—0,22 м под яровую пшеницу и по вариантам средней и мелкой обработки этими же орудиями на ячмене. Это также согласуется с мнениями ряда ученых, изучавших этот весьма значимый показатель, характеризующий уровень плодородия [1, 5].

Минимальная величина биологической активности почвы отмечена на весенней «нулевой» и поверхностной ЛДГ-10 обработках под первую культуру севооборота и по

Таблица 5. Масса корней, разложение льняного полотна и урожайность сельскохозяйственных культур полевого севооборота в зависимости от системы основной обработки (среднее за 2006—2008 гг.)

№ п/п	Система обработки почвы в севообороте	Масса корневых остатков, т/га		Процент распада полотна, %		Урожайность культуры, т/га	
		Яровая пшеница	Ячмень	Яровая пшеница	Ячмень	Яровая пшеница	Ячмень
1	О20—О20	0,21	0,76	55	50	0,49	0,74
2	О20—П12	0,17	0,57	50	45	0,47	0,62
3	П20—О12	0,23	0,75	75	55	0,52	0,91
4	Л10—П20	0,20	0,58	35	40	0,45	0,65
5	О20—«0»	0,16	0,55	30	45	0,44	0,61
6	П20—«0»	0,15	0,35	30	45	0,44	0,73
7	«0»—О20	0,10	0,45	20	30	0,22	0,42
8	Л10—П20	0,11	0,44	20	30	0,28	0,58
НСР _{обс.} т/га		0,05	0,10	—	—	0,07	0,11

Система основной обработки почвы в севообороте пар черный – яровая пшеница – ячмень, где О, П, Л, «0» — обработка почвы отвальная ПЛН-4-35, плоскорезная КПГ-250, лущение ЛДГ-10, «нулевая» под яровую пшеницу и ячмень на 20, 12, 10, «0», т.е. на 0,20—0,22; 0,12—0,14; 0,08—0,10 м и без обработки. «0», Л10 — весенняя обработка почвы.

зяблевым основным обработкам под вторую культуру в этих же вариантах.

Результирующий показатель исследования — урожайность зерновых культур — в прошедшие годы был невелик, поскольку засуха последних двух лет сыграла свою отрицательную роль, что особенно сказывается в

экстремально засушливых условиях Волгоградского Заволжья. Яровая пшеница, биологически менее устойчивая к недостатку почвенной влаги, сформировала урожай меньше, чем яровой ячмень — культура наиболее пластичная, способная продуцировать урожай в период интенсивной засухи. В среднем за 3 года урожайность яровой пшеницы составила 0,20—0,50 т/га, ячменя — 0,4—0,9 т/га. Более выигрышно из представленных систем обработки почвы выглядят 3 и 1. Самая низкая продуктивность зерновых культур отмечена по вариантам 7 и 8. Превышение первой группы систем обработки над второй математически доказаны, путем расчета величины НСР.

Остальные системы основной обработки почвы в севообороте различались между собой менее рельефно, в отдельных случаях существенно уступая лидирующему третьему варианту, в остальных статистической разницы между первой системой и последующими вариантами осенней обработки в отношении урожайности яровой пшеницы не обнаружено. В среднем разница между вариантами составила от 0,2 до 0,5 т/га, что свидетельствует о превышении величины наименьшей существенной разницы. Это дает основание предполагать о наиболее высокой отзывчивости ячменя на систему основной обработки почвы. Общим итогом исследований служит положение о преимуществе средних и мелких отвально-безотвальных обработок в отношении влияния на урожайность сельскохозяйственных культур и отдельные показатели почвенного плодородия. ■

Литература

- Беленков, А.И. Полевые севообороты, основная обработка почвы и приемы регулирования плодородия почв в черноземостепной, сухостепной и полупустынной зонах Нижнего Поволжья: монография / А.И. Беленков, А.Н. Сухов, К.А. Имангалиев; ФГОУ ВПО ВГСХА — Волгоград, 2007. — 268 с.
- Захаров П.Я., Рассадников В.Н. Биологизация севооборотов и предшественники. / П.Я. Захаров, В.Н. Рассадников и др. //Технология производства высококачественного зерна озимой пшеницы и яровой пшеницы — Волгоград, 2002. С.20—22.
- Методика оптимизации севооборотов и структуры использования пашни. — РАСХН и ВНИИЗиЗПЭ. — М., 2004. — С.6-37.
- Шакиров Р.И., Шамсутдинов Р.И. Биологические факторы интенсификации земледелия / Р.С. Шакиров, Р.И. Шамсутдинов // Зерновое хозяйство — 2003. № 1. С.17—18.
- Шульмейстер, К.Г. Борьба с засухой и урожай / К.Г. Шульмейстер. — М.: Агропромиздат, 1988. — 430 с.

НАНОБИОТЕХНОЛОГИИ — ОСНОВА НОВОЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ NANOBIOTECHNOLOGIES — A BASIS OF NEW SCIENTIFIC AND TECHNICAL REVOLUTION

В.И. Глазко, РГАУ — МСХА им. К.А. Тимирязева, 127550, Россия, Москва, ул. Тимирязевская, 49, тел.: (495) 976-29-84, e-mail: vglazko@yahoo.com

V.I. Glazko, RGAU — MSHA named after K.A. Timiryazev, 127550, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya st., 49, tel.: (495) 976-29-84, e-mail: vglazko@yahoo.com

Нанобиотехнологии — один из наиболее перспективных, но еще до конца не понятый путь эволюции современной науки и мира. В статье дается обзор основных сфер применения нанобиотехнологий, а также обсуждаются основные направления и перспективы их развития в таких областях, как биология и медицина. Кроме того, дается обоснование необходимости развития данной области научных исследований в связи с актуальными проблемами мировой науки и социума в целом.

Ключевые слова: нанобиотехнологии, научно-техническая революция, нанороботы, генетические детали.

Nanobiotechnologies is one of the most perspective, but still discussed way of evolution of the modern science and the whole world. The article reviews the basic spheres of application of the nanobiotechnologies and the basic directions and prospects of their development in such areas, as biology and medicine. Besides, discussed necessity of development of that area of scientific researches in connection with topical issues of world science and society.

Key words: nanobiotechnologies, scientific and technical revolution, nanorobots, biobricks.

Первая научно-техническая революция (НТР-1) — индустриальная, или по-другому энергетическая — началась с появления паровой машины Джеймса Уатта, запатентованной им в 1769 г. НТР-1 радикально меняла облик мира в период с конца XIX в. по первую половину XX в. Безудержное использование природных ресурсов Земли, «информационный взрыв» и уникальные возможности благодаря появлению транзисторов, интегральных схем и компьютеров — все эти и подобные им факторы предвосхитили вторую, «информационную» НТР, открывшую постиндустриальный этап развития цивилизации.

НТР-2 началась, к сожалению, без нас. В 1947—1948 гг. Норберт Винер в публичных выступлениях и в книге «Кибернетика и общество» фактически предсказал вторую — информационную, или постиндустриальную — научно-техническую революцию. Тогдашнее руководство нашего государства сразу отреагировало на выступления и книгу Винера, объявив кибернетику, генетику и многие другие перспективные направления — «лженаукой». Инерция действовала долго. У всех перед глазами стремительный взлет государства, в том числе не имеющих сырьевых ресурсов, хотя бы в малой степени напоминающих наши. Эти государства НТР-2 «не проспали» и за последние десятилетия построили предсказанные Винером постиндустриальные социумы, экономика которых «прирастает» производством, приобретением и использованием знаний, благодаря чему и человек живет на качественно новом уровне [2]. В последние годы «не проспавшие» НТР-2 постиндустриальные страны базируют свои инновации на нанотехнологии — системообразующей основе новой НТР-3.

Считается, что нанотехнология — это начало третьей научно-технической революции (НТР-3) — появления новой реальности, которая меняет облик мира уже в начале XXI в.

Мир наноструктур (наномир) подразумевает мир объектов или связанных структур, имеющих характерные размеры от долей нанометра до сотен нанометров. Приставка «нано-» означает 10^{-10} , т.е. миллиардные доли метра. Нижняя граница определяется классическим радиусом атома порядка 0,1 нанометра ($0,1 \text{ нм} = 1 \text{ \AA}$, т.е. одного Ангстрема), верхняя — размерами до 0,1 микрометра (100 нм ; $0,1 \text{ мкм} = 10^{-7} \text{ м}$), т.е. размеров биомолекул, при которых утрачивается специфика поведения и свойств наночастиц.

Слово «нано» происходит от греческого $\text{\nu\alpha\text{́}\nu\text{ος}}$ — карлик и означает одну миллиардную долю какой-либо единицы: 1 нФ, 1 нс, 1 нА, 1 нм... Наноструктуры обнаруживают свойства, отличающиеся от тех, что описаны в классических учебниках физики и биологии, там действуют другие законы — квантовые. В результате удивительные «детали» наномира, такие как нанотрубки, нанопроводники, квантовые точки, нанолазеры, наносенсоры — дополняют кремниевую нанoeлектронику. Электронное производство

будет выпускать нанoeлектромеханические структуры, интегрирующие сенсорные, исполнительные, дисплейные и интеллектуальные составляющие систем. Суперкомпьютер в малом объеме и с емкостью памяти, соответствующей Национальной библиотеке, вполне может стать реальностью через 10—15 лет.

Термин «нанотехнология» впервые ввел Эрик Дрекслер, напечатав в 1986 г. книгу «Машины созидания. Грядущая эра нанотехнологии» [7]. У нас привычнее термин нанотехника. Нанотехнология обещает проникнуть во все сферы деятельности человека, кардинально изменить производство, экономику, да и жизнь в целом, подобно тому, как это случилось в результате компьютерной революции в конце XX в. Однако по всем признакам и прогнозам последствия нанотехнологической революции будут еще обширнее и глубже.

Основные приоритеты развития нанобиотехники и наномедицины определяют по следующим направлениям работ [1, 3, 5, 9, 10]: биологические наночипы для диагностики соматических и инфекционных заболеваний, в том числе для видовой идентификации возбудителей особо опасных инфекций и токсинов; наночастицы как лекарственные препараты нового поколения, а также как контейнеры для адресной доставки лекарств в клетки-мишени; медицинские нанороботы, способные устранять дефекты в организме больного человека путем управляемых нанохирургических вмешательств; молекулярные детекторы для секвенирования генома на основе неорганических нанопор; саморазмножающиеся геномы, применимые в области биотехнологии и медицины с целью производства лекарств, проведения фармакологического скрининга и моделирования патологических процессов; биосовместимые наноматериалы широкого спектра применения (в том числе для создания искусственных органов, принципиально новых типов перевязочных материалов с антимикробной, противовирусной и противовоспалительной активностью).

Внедрение нанобиотехники в практику медицинской диагностики позволяет обеспечить следующие практические результаты: повышение чувствительности и экспрессности анализа дает возможность осуществлять раннюю диагностику заболеваний, что уже в ближайшее время может быть использовано для обнаружения онкологических, эндокринных и сердечно-сосудистых заболеваний, вирусных и бактериальных инфекций; повышение производительности позволяет проводить комплексное обследование по набору диагностических критериев, что может быть использовано для индивидуализированного подхода к лечению и профилактике.

Получены материалы с наночастицами серебра, обладающие антибактериальными свойствами. Они применимы в медицине для борьбы со стафилококками и другими бактериями в виде красок, бесхлорных средств дезинфекции,

перевязочных материалов, лака для покрытия катетеров и т.д. Белье из такого материала может носиться в течение длительного времени без стирки. Такие материалы используют в сельском хозяйстве, например, в доильных аппаратах, решают проблему загрязнения фильтров любых кондиционеров. Применение фосфоглива (нанодисперсного глюконата кальция) в 80% случаев дает положительный результат в лечении остеопороза у детей-инвалидов, поскольку способствует восстановлению костной ткани.

Создаются молекулярные детекторы на основе нанопор. Данная категория молекулярных детекторов выделена в отдельную группу в связи с ее значимостью для решения задачи прочтения индивидуальных геномов.

Фосфолипидные наносистемы применяются для введения лекарственных соединений и вакцин. Одним из способов создания лекарственных средств нового поколения стало снабжение их системами доставки, обеспечивающими пролонгированное поступление лекарственных веществ в определенные органы и клетки-мишени, а также улучшение фармакологических свойств препарата.

Создающиеся сегодня медицинские нанороботы являются кибернетическими устройствами нанометрических размеров, изготовленными с атомарной точностью. Нанороботы способны функционировать в организме человека, производя контролируемую коррекцию молекулярных и клеточных процессов.

Практически уже используются так называемые стволовые клетки, своеобразный самопрограммируемый биологический «микропроцессор». Стволовые клетки способны размножаться, перестраиваться и давать начало основным клеточным компонентам всех органов и тканей организма. Эта способность стволовых клеток породила серьезные надежды на возникновение принципиально новых подходов к лечению таких заболеваний, как болезни Паркинсона и Альцгеймера, рассеянный склероз, диабет, последствия инфарктов и инсультов. В России стволовые клетки в настоящее время применяются в основном для лечения рака крови (лейкозов) и расстройств иммунной системы.

Наиболее развитые в настоящее время разделы нанобиотехнологии — это расшифровка геномов различных организмов, в том числе и человека; геновая инженерия, т.е. изменение генетических свойств путем замены отдельных генов и нуклеотидов в молекуле ДНК; использование органических молекул в чипах для электроники; внутриклеточные манипуляции и многое другое. В США уже 15 лет действует национальная программа исследований в этой области, велики бюджеты наноэкспериментов у самых разных компаний — от электротехнических до фармацевтических.

Человечество, безусловно, нуждается в НТР-3. Без нанореволюции Земле грозит экологический коллапс, истощение природных запасов, глобальное потепление, рост неравенства и расцвет терроризма. Мир будет децентрализован и неустойчив.

Быстрому развитию геномной терапии, несомненно, способствовали результаты, полученные в ходе выполнения проекта «Геном человека». Международный проект «Геном человека» был начат в 1988 г. Это один из самых трудоемких и дорогостоящих проектов в истории науки. Если в 1990 г. на него было потрачено около 60 млн долл. в целом, то в 1998 г. одно только правительство США израсходовало 253 млн долл., а частные компании — и того больше. В проекте были задействованы несколько тысяч ученых из более чем 20 стран. С 1989 г. в нем участвовала и Россия, где по проекту работало около 100 групп. В 2001 г., как принято считать, секвенирование генома человека было завершено. В рамках этого проекта аннотация геномной ДНК включает предсказание неизвестных генов, регуляторных районов и функциональных сайтов с целью планирования прецизионных экспериментов по их точной идентификации. Это требует применения знаний о строении генов, регуляторных районов и функциональных сайтов; молекулярных

механизмах их работы, генных сетях, координации работы генов в процессах жизнедеятельности организмов. Массив даже самых необходимых таких знаний настолько велик и разнороден, что его невозможно ни держать в голове, ни издать в виде «Руководства по неизвестным генам».

В итоге работ по геному человека идентифицированы все гены человека, определено их число и расположение на генетической карте, но пока не решены вопросы по их структурно-функциональным особенностям.

С точки зрения геномной терапии, самыми простыми болезнями являются моногенные болезни, т.е. те, которые требуют работы с одним геном, например, гемофилия, мышечная дистрофия Дюшенна, серповидно-клеточная анемия. Более сложными являются исследования в направлении ряда приобретенных заболеваний, развитие которых обусловлено комплексным взаимодействием генов и воздействием факторов окружающей среды. Значительная часть клинических исследований посвящена лечению больных со злокачественными новообразованиями (около 64% от числа всех исследований), наследственными моногенными болезнями (13%) и инфекционными заболеваниями (8%), в частности, СПИДом.

В настоящее время достигнуты значительные успехи не только в секвенировании всего генома человека, но и в исследовании особенностей функционирования генетического аппарата в различных клетках, тканях и органах. Новые нанобиотехнологические подходы и успехи биоинформатики, основанной на компьютерной обработке полученных результатов, создали условия для развития одного из самых перспективных направлений современной молекулярной биологии — функциональной геномики, призванной установить особенности структурно-функциональной организации генов, а также молекулярные механизмы генетических заболеваний.

Начало всем этим работам было заложено более 20 лет назад, когда методы исследования, основанные на молекулярной гибридизации нуклеиновых кислот, позволяли изучать пулы РНК в той или иной ткани. Уже в то время особый интерес в качестве объекта исследования у молекулярных биологов вызывал головной мозг человека. Отличительное и уникальное свойство этого органа в том, что в нем имеется наибольшее количество, по сравнению с другими тканями, морфологически и функционально различающихся клеточных популяций.

Для объяснения высокой сложности мРНК мозга в то время были предложены две модели. Согласно одной из них, нервная клетка гораздо сложнее других соматических клеток и поэтому в ней экспрессируется почти весь набор генов, активных в мозге. В другой модели предполагалось, что в субпопуляциях нервных клеток мозга экспрессируются различные и не перекрывающиеся группы генов, при этом сложность мРНК отдельных нервных клеток примерно такая же, как и в любой соматической клетке.

Таким образом, несмотря на большие методические трудности и дороговизну, микроматрицы ДНК находят свое применение, как в фундаментальных исследованиях, так и в решении прикладных задач [4]. Основные проблемы при использовании этих методов в ограничении по чувствительности обнаружения гибридизационных сигналов и по специфичности гибридизации, трудности в количественной оценке сигналов и обработке большого количества получаемых данных с целью их интерпретации, а также высокая стоимость микрочипов ДНК.

В молекулярной биологии традиционно исследование живых систем ведется путем их «разложения на части». Нанобиотехнологии используют противоположный подход: создают живые системы из взаимозаменяемых деталей — сегментов ДНК. Эти конструкции работают в клетках, которые снабжают их энергией, обеспечивают мобильность и воспроизводство. Уже созданы микроорганизмы, обладающие совершенно необычными свойствами. Одни из них синтезируют сложные химические ингредиенты

для лекарственных препаратов, другие — аминокислоты, отличные от природных, третьи поглощают тяжелые металлы из сточных вод, четвертые по команде выполняют простейшие действия. Многие проектируют и создают искусственные живые системы, которые обладают заранее заданными свойствами, используют заменяемые генетические детали, а в некоторых случаях — расширенный генетический код, что позволяет им делать вещи, немислимые для обычных организмов.

Новое направление ставит перед собой три основные задачи. Во-первых, это изучение организмов через их создание, а не через разложение на части. Во-вторых, развитие самой генной инженерии, с тем чтобы она соответствовала своему названию и стала дисциплиной, способной последовательно развиваться и создавать все более сложные биологические системы. В-третьих, расширение границ живого и неживого миров, чтобы в результате их пересечения появились программируемые живые существа. Микробы, способные отыскивать и разлагать тринитротолуол или производить артемизинин, уже не кажутся чем-то нереальным. Конечно, пока это только примитивные предшественники будущих сложных биологических механизмов, но то, что таковые будут созданы, не вызывает сомнения.

«Искусственная генетика» один из инструментов для решения ключевого вопроса биологии — происхождения жизни и возможности ее существования во Вселенной. А шум, поднявшийся в последнее время вокруг нее, связан с последствиями ее биотехнологических применений — конструированием и созданием биологических внутриклеточных устройств. Создание генетических деталей (BioBricks) уже поставлено на поток. Ведущим центром по изготовлению структур из ДНК является лаборатория Э. Уинфри [12]. В каждой детали — копии одного из сегментов ДНК, которые или сами выполняют какую-либо функцию, или могут использоваться клеткой для синтеза белка.

Особое значение приобретает открытие малых интерферирующих РНК.

В процессе изучения регуляции работы генов у одного из модельных организмов — червя *Caenorhabditis elegans*, — пытались усилить работу определенных генов путем введения в клетки червя их дополнительных копий. Но вместо усиления выраженности (экспрессии) данного гена, обнаружился противоположный эффект: его полное «замолкание». Удалось установить, что в клетках появлялись большие количества так называемых «малых» РНК. Оказалось, что эти РНК являются копией отдельных участков тех самых генов (ДНК), которые вводились в клетку и активность которых подавлялась. Начиная с 1995 г., исследователи предприняли попытки повторить этот эффект экспериментально. Для этого они искусственно синтезировали небольшие участки РНК, являющиеся почти точной копией участка определенного гена, и вводили их различным организмам. Первое подтверждение феномена «замолкания» генов было получено все у того же *C. elegans*. Немного позже это свойство коротких РНК выявили у мух и, наконец, в 2001 г. — при введении в клетки мыши и человека.

Предполагается, что объем рынка нанотехнологий через 10—12 лет сравняется с рынком информационных технологий, а потом и обгонит его. Все окружающие нас вещи станут интеллектуальными за счет встраивания в них микрочипов. Они сами станут адаптироваться и оптимизировать режим работы применительно к создавшимся условиям. Лекарства, диагностика, лечение будут более дешевыми и эффективными. Это сделает жизнь человека

более здоровой и продолжительной. Станет возможным решение многих задач по освоению космоса микророботами с искусственным интеллектом. Нанотехнологии признаны основной движущей силой науки и техники XXI в. К 2015 г. мировой рынок продукции нанотехнологий составит, по оценкам экспертов, 1 трлн долл., а потребность в специалистах — 2 млн чел. Реальная цифра может оказаться больше или меньше, но объективные тенденции свидетельствуют, что доля рынка любого назначения будет неуклонно возрастать.

Мы не знаем, как сильно изменится мир, но можно ожидать всеобщего распространения проникающих разведывательных устройств и персональных суперкомпьютеров, все большей роли нечеловечески сложных и сверхбыстрых интеллектуальных систем анализа уязвимых мест компании (как своей, так и чужой), инструментов автоматически координируемых массивированных программно-аппаратных атак, конвергенции живой и неживой материи. Мы привыкли считать подобные вещи фантастикой, но уже сегодня в лабораториях NASA созданы действующие образцы оборудования для перехвата внутренней речи, проявляющейся в слабых нервных импульсах, возникающих в отделе мозга, управляющем голосовыми связками. По ожиданиям ученых, ориентировочно к 2030-м гг. нанотехнология сделает возможным чрезвычайно дешевое автоматизированное создание с атомарной точностью любой заданной структуры из практически любого сырья, обладающего должным набором химических элементов. Каждый оператор «нанофабрики» сможет производить все, что ему позволяет ее программное обеспечение. Тогда экономическое значение вещественных ресурсов стремительно упадет, а информация станет основным объектом производства и торговли. К 2000 г. в Японии и США уже стартовали крупномасштабные национальные государственные нанотехнологические программы. В настоящее время такие программы есть в странах ЕС, Китае, Корее, ЮАР, Белоруссии и ряде других стран.

Следует подчеркнуть, что родиной программно-целевого планирования была Россия, первой в мире Национальной программой был план ГОЭЛРО. Долгое время программно-целевое планирование считалось конкурентным преимуществом социалистической плановой экономики, реализовавшей в СССР индустриализацию, радиолокационную, атомную, ракетную, космическую и иные мегапрограммы. С 1930—1940-х гг. программно-целевое планирование стали в увеличивающихся масштабах применять страны с рыночной экономикой. Теперь это — основной инструмент национального роста постиндустриальных стран. Причем, замечено, что объемы частных инвестиций в странах, развивающих «критические» технологии, примерно в 10 раз превышают объемы государственных ассигнований. Таким образом, объем современных ежегодных инвестиций в реализацию НТР-3 можно оценить в 20—50 млрд долл. Ожидается, что именно реализация ее достижений и будет лежать в основе устойчивого развития, декларировавшегося на Всемирной встрече на высшем уровне, проведенной под эгидой ООН в Йоханнесбурге (ЮАР) 26 августа—4 сентября 2002 г. Принятая на этом саммите Декларация глав государств заканчивается словами: «Мы торжественно обязуемся перед народами мира и перед поколениями, которые неизбежно унаследуют нашу Землю, решительно действовать для обеспечения того, чтобы наша общая надежда на устойчивое развитие сбылась» [3].

Литература

1. Глазко В.И., Глазко Г.В. Введение в генетику, биоинформатика, ДНК-технология, генная терапия, ДНК-экология, протеомика, метаболика. — Киев: КВИЦ, 2003. — 640 с.
2. Глазко В.И., Чешко В.Ф. Опасные знания в «обществе риска» (век генетики и биотехнологии). Харьков: ИД «ИНЖЕК», 2007. — С.542.
3. Йоханнесбургская декларация по устойчивому развитию — Электронный ресурс: http://www.un.org/russian/conferen/wssd/docs/decl_wssd.pdf.

4. Мирзабеков А.Д. Биочипы в биологии и медицине XXI века // Вестник Российской академии наук. — 2003. — Т.73, №5. — С.412—422.
5. Путилов А.В. О развитии работ в России в области наноматериалов и нанотехнологий. Журнал «Микросистемная техника», <http://www.microsystems.ru/files/publ/607.htm>.
6. Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М. Фейнмановские лекции по физике. М.: Мир, 1977.
7. Drexler E. Engines of creation. The Coming Era of Nanotechnology, pp.299, Anchor Books Double-day, New York, 1986.
8. Redon R., Ishikawa S., Fitch K. et al. Global variation in copy number in the human genome // Nature. — 2006. — Vol 444, N. 05329. — P.444—454.
9. Roco M.C. Government Nanotechnology Funding: An International Outlook, <http://www.nano.gov/html/res/IntlFundingRoco.htm>.
10. Zhirnov V.V., R.K. Kavin, J.A.Hutchby, G.I. Bourianoff. Limits to Binary Logic Switch Scaling — A Gedanken Model. Proc. of the IEEE, vol.91, No.11, Nov.2003, pp. 1934—1939.