

# АГРОХХИ

№ 4–6 2008

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Индекс в каталоге «Почта России» 10852

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

**Ответственный за выпуск:** доктор биологических наук,  
профессор Г.А. Жариков

**Верстка:** Л.В. Самарченко

**Корректор:** С.Г. Саркисян

**Дизайнер:** С.И. Лехачева

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

Со списками цитируемой литературы, резюме опубликованных статей на русском  
и английском языках можно ознакомиться на сайте [www.agroxxi.ru](http://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](mailto:info@agroxxi.ru). <http://www.agroxxi.ru>

Тираж 2000 экз.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>О.А. Монастырский, М.П. Селезнева</b> Зерновое хозяйство — основа продовольственной безопасности страны.....	3
<b>Р.М. Гайнуллин</b> Основные направления стимулирования производства маслосемян в Республике Татарстан.....	6
<b>Л.М. Воронова, Н.М. Воронова, Д.А. Саунин, М.А. Мазиров</b> Прогнозирование результатов агротехнологических решений на основе адаптации системы земледелия к особенностям сельскохозяйственного предприятия.....	7
<b>А.И. Кинчаров, О.Ф. Цуркан, Л.М. Михальченко, Е.А. Демина</b> К проблеме селекции яровой мягкой пшеницы на устойчивость к листовостеблевым инфекциям.....	9
<b>А.Н. Васюков</b> Доноры горизонтальной устойчивости картофеля к фитофторозу.....	10
<b>В.В. Абызов, А.С. Гяделкина, И.В. Зацепина, Р.Е. Кириллов, А.А. Конюхова, Ал.В. Кружков, Ан.В. Кружков, И.В. Лукьянчук, В.В. Чивилев, А.Н. Юшков</b> Полевая оценка зимостойкости плодовых и ягодных культур.....	12
<b>Е.Н. Седов, Н.Г. Красова, Е.А. Долматов, А.В. Сидоров</b> Использование генофонда груши для создания новых сортов.....	13
<b>Ю.В. Трунов, Т.Е. Бочарова</b> Оценка сортифта жимолости средней полосы России по биохимическим показателям продуктивности.....	16
<b>С.В. Сергоманов</b> Агробиологическая оценка новых сортов и гибридов огурца и перца сладкого для открытого грунта в Красноярском крае.....	17
<b>Т.В. Ларина</b> Селекция суданской травы на повышение устойчивости к засолению почвы методом <i>in vitro</i> .....	18
<b>Б.А. Кузичев, О.Б. Кузичев</b> Достижения селекции гладиолуса в Центральном Черноземье.....	19
<b>С.С. Ижевский</b> Инвазия чужеземных насекомых — угроза экологической и экономической безопасности России.....	21
<b>В.И. Долженко, А.А. Петунова, Т.А. Маханькова, Е.Ф. Коренюк, Е.И. Кириленко, С.И. Редюк</b> Сортовая устойчивость зерновых культур к новым гербицидам.....	23
<b>А.Н. Копылов</b> Использование гербицидов при подготовке паровых полей.....	25
<b>Л.М. Поддымкина</b> Динамика разложения хлорсульфурана в почве.....	27
<b>Г.И. Баздырев, Н.Г. Решетникова</b> Эффективность гербицидов в сочетании с ПАВ в посевах яровой пшеницы.....	28
<b>Л.А. Буркова</b> Эффективность инсектицида Имидор тепличной белокрылки и бахчевой тли на овощных культурах в теплице.....	30
<b>Э.А. Пикушова, В.С. Горьковенко, И.В. Бедловская</b> Эффективность препаратов ЗАО «Щелково Агрохим» в борьбе с клопом вредная черепашка на озимой пшенице.....	31
<b>Т.Ю. Коршунова, Н.Н. Силищев, Т.Ф. Бойко, Н.Ф. Галимзянова, О.Н. Логинов</b> Биологическая эффективность фунгицида микробного происхождения на озимой и яровой пшенице.....	32
<b>В.В. Джавахия, Г.Г. Петелина</b> Влияние ловастатина на фитопатогенные грибы.....	33
<b>Л.П. Белов, В.А. Шкаликов, Ю.С. Дунаева</b> Возможности использования препарата на основе <i>Bacillus subtilis</i> и <i>Bacillus licheniformis</i> в растениеводстве.....	35
<b>О.А. Суркова</b> О применении минеральных удобрений в ягодном питомнике.....	35
<b>Ж.А. Арькова</b> Разработка отдельных технологических приемов возделывания клевера сходного на семена.....	37
<b>М.А. Рогачев</b> Влияние минеральных удобрений на баланс элементов питания в листьях и его связь с продуктивностью и ростом яблони.....	38
<b>Ю.И. Сискевич, Г.Н. Никонова</b> Использование рапса ярового в качестве фитомелиоранта.....	39
<b>М.А. Ефремова, А.Н. Губин, В.Н. Ефимов</b> Накопление макроэлементов овсом на фоне возрастающих концентраций кадмия и цинка.....	40
<b>Р.А. Гаранин, И.Н. Лыков</b> Использование дрожжей <i>Saccharomyces cerevisiae</i> в качестве биосорбента и биоаккумулятора катионов тяжелых металлов.....	42
<b>Е.Ю. Бабаева</b> Влияние комплексных минеральных удобрений на урожай и качество сырья валерианы лекарственной.....	43
<b>А.Н. Алешичев</b> Значение почвогрунтов при рекультивации отвалов Райчихинского бурoughольного месторождения.....	45
<b>М.В. Капитальчук, Н.А. Голубкина</b> Биоаккумуляция селена растениями на различных типах почв Молдовы.....	47

УДК 632.4.011.08

## ЗЕРНОВОЕ ХОЗЯЙСТВО — ОСНОВА ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СТРАНЫ\*

*О.А. Монастырский, Всероссийский НИИ биологической защиты растений,  
М.П. Селезнева, Высшая школа Международного бизнеса*

В последние годы вновь обострился вопрос обеспечения населения продовольствием. Это связано со снижением темпов роста производства продуктов питания, отстающих от роста потребностей населения.

Отметим, что негативные процессы в агропромышленном секторе, в свою очередь, тормозят рост всей экономики. Так, по расчетам Международного института продовольственной политики, рост производства сельскохозяйственной продукции на 1% обеспечивает рост всей экономики на 2,3—2,5%.

Во всех крупных развитых странах ведущей отраслью аграрного комплекса является зерновое хозяйство. Показательно, что термин «продовольственная безопасность» был официально введен в международную практику в 1970-х гг. именно после глубокого зернового кризиса (1972—1973 гг.). Россия почувствовала значимость продовольственной безопасности в 1998 г., когда было собрано всего 47 млн т зерна.

В декабре 1974 г. Генеральная Ассамблея ООН одобрила разработанные на основе рекомендаций ФАО «Международные обязательства по обеспечению продовольственной безопасности в мире». В структуре ФАО этой проблемой занимается несколько комитетов, основным из которых является Комитет по мировой продовольственной безопасности. На основе положений, сформулированных ФАО, продовольственную безопасность на национальном уровне можно определить как способность государства за счет собственного производства обеспечить все население страны основными видами продуктов питания при обязательном условии физической и экономической доступности этих продуктов в количестве и качестве, необходимых для поддержания нормальной жизнедеятельности и дееспособности человека. При этом необходима максимально возможная независимость государства от внешних источников продовольствия. С точки зрения экономики страны, продовольственная безопасность определяется как состояние ее экономики, при котором всем и каждому гарантируется обеспечение доступа к продуктам питания, питьевой воде и другим продуктам в качестве, ассортименте и объемах, достаточных для физического и социального развития личности, обеспечения здоровья и воспроизводства населения. Продовольственная безопасность на мировом и государственном уровне обеспечивается за счет потенциала производства основных видов продовольствия, прежде всего зерна. В частности, на Всемирной продовольственной конференции в Риме (1974 г.) было принято решение о создании международного резерва зерна в объеме 10 млн т. Основными критериями продовольственной безопасности были установлены объем переходящих запасов зерна, а также уровень его производства на душу населения. В последующие годы критерии продовольственной безопасности страны существенно повысились: переходящий запас зерна крупных зернопроизводящих стран — не менее 20 млн т; продукты собственного производства — не менее 80% общего их объема; потребление населением продуктов питания с уровнем калорийности не ниже 3000 ккал/чел. в день; создание продовольственных запасов продуктов питания на уровне 20% от общего потребления всем населением страны.

В настоящее время в России продолжается интенсивное импортзамещение собственного производства продовольственных товаров, в основном за счет мясомолочной продукции. В общем, за последние 7 лет импорт продовольственных товаров увеличился больше чем в 3 раза. Этому во многом способствует недостаточное производство зерна в стране, которое фактически тормозит и развитие животноводства. Сегодняшнее производство сельскохозяйственной продукции в России не может обеспечить потребности страны даже на уровне прожиточного минимума (по зерну он удовлетворяется на 85%).

Следует учитывать, что во всех основных зернопроизводящих странах зерновое хозяйство дотационное. Страны ЕС, США, Канада, Япония, Индия вкладывают громадные средства в совершенствование технологий производства зерна. Это позволяет снизить потенциальные потери урожая в странах ЕС на 53%, США — на 44%, России — на 14%. Причем у нас государственные дотации (в цене реализации) на производство зерна составляют менее 1%, и государство не контролирует рынок зерна. При этом в России средняя урожайность примерно в 3 раза ниже, чем в странах ЕС и США.

Обозначенные в «Государственной программе развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2008—2012 гг.» ожидаемые результаты (доведение доли российских продовольственных товаров в розничной торговле ими до 70% и увеличение урожайности зерновых культур за 5 лет на 14% по сравнению с периодом 2002—2006 гг., или до 2,13 т/га) не только не решат, а усугубят проблему нехватки зерна, особенно учитывая, что зерно в России является единственным сельскохозяйственным экспортным товаром, а продукты его переработки — основной питания 85% россиян.

Приоритетное развитие зернового хозяйства и прогрессивное наращивание объемов производства зерна злаковых культур, особенно пшеницы, ячменя и кукурузы, не обозначено в провозглашаемых Государственной программой основных условиях достижения прогнозируемых темпов роста социально-экономического развития сельского хозяйства на 2008 г. и на период до 2012 г., как и в разделе о развитии приоритетных отраслей растениеводства. В Государственной программе нет конкретных экономически обоснованных мероприятий по регулированию рынка зерна в стране: главное — не определяются обязательность и ежегодный объем закупаемого зерна по видам; условия, определяющие спрос при увеличении производства зерна и желание его продавать государству с целью государственного же формирования оптимального продовольственного баланса страны, удовлетворяющего потребности всех слоев населения и экспорта.

Сходная ситуация наблюдается в мире. Так, с 1984 г. мировое производство зерна возрастает в год на 1%, или в 2 раза медленнее, чем рост населения. Однако это не касается США и стран ЕС, где производство зерна увеличивается на 15% в год. Причем в этих странах очень жесткая политика в отношении регулирования рынка зерна. Например, в США 50% всего ежегодно собираемого зерна закупается государством в федеральный фонд и на

\* Работа поддержана грантом РФФИ «Региональный конкурс «Юг России» № 06-04-96721».

экспорт. Все производство зерна в США, Канаде, Японии и странах ЕС — дотационное, а его оборот жестко контролируется государством. Именно этим, в частности, объясняется тот факт, что США продают зерна на сумму большую, чем страны ОПЕК и Россия нефти.

Основные мировые производители зерна считают, что к 2010 г. цена на зерно злаковых культур вырастет на 40—45% из-за постоянного удорожания его производства, сокращения числа стран-экспортеров зерна и увеличивающегося расхода на его для производство биотоплива. Так, в 2008 г. только в США производить биотопливо будут 183 завода, на которых будет переработано 35% всего урожая зерна кукурузы. Увеличивающееся производство биоэтанола отрицательно сказывается на производстве и кормового зерна. Со второго полугодия 2007 г. стоимость фуражного зерна в Европе выросла на 50%. Европейские крестьяне предпочитают выращивать пшеницу для производства биотоплива, т.к. это более выгодно, поскольку затраты быстрее окупаются. Подобные заводы строят в Краснодарском крае и других регионах России. Этому вопросу большее, чем зерновому хозяйству, внимание уделяется и в Государственной программе.

В развитых странах мира большое значение придается контролю и регулированию рынка зерна и продовольствия в целом. Идет глобализация систем производства и распределения зерна и пищевых продуктов. Она выражается в концентрации производства и продажи в небольшом числе транснациональных корпораций (ТНК). В настоящее время 10 ТНК контролируют более 50% мирового производства семян сельскохозяйственных культур, 5 — 75% мирового рынка семян злаковых культур. В результате отечественные растениеводческие хозяйства и фермеры становятся заложниками поставщиков зарубежных семян овощных, бобовых и злаковых культур. Семена — первое и важнейшее звено пищевой цепи, символ продовольственной безопасности любого государства. При отсутствии в стране собственной необходимой и достаточной базы производства семян положение становится угрожающе серьезным, т.к. «Соглашение по торговым аспектам прав интеллектуальной собственности» ВТО разрешает патентовать семена, другие живые формы и микроорганизмы. Гражданский кодекс РФ в части регулирования оборота семян в стране не защищает наше растениеводство, и особенно зерновое хозяйство. Около 85% всех производимых в мире пестицидов контролируют 10 ТНК, и столько же ТНК контролируют 70% продаж всех сельскохозяйственных товаров.

Важно, что отдельные ТНК одновременно контролируют большие сегменты мирового рынка семян, товарного зерна и пестицидов. Это значительно повышает степень монополизации сельскохозяйственных продаж и ограничивает возможности доступа на рынок новых игроков.

Интересные данные дает анализ рынка пищевых продуктов в мире. Всего их продается на сумму около 650 млрд долл. в год. При этом 5 компаний США продают продовольствия на сумму 308 млрд долл. в год (47,5% всех продаж в мире). Далее следуют Франция (10%), Нидерланды (9,2), Германия (7,5), Великобритания (6,2), Япония (4,3% мирового рынка продовольствия). В общем, 6 стран контролируют 85% всех мировых продаж сельскохозяйственного пищевого сырья, пищевых продуктов и кормов. На долю остальных 140 стран приходится 15% рынка. В странах — основных импортерах продовольствия, к которым относится и Россия, глобализация производства и рынков сельскохозяйственной продукции вызывает депрессию сельского хозяйства, компромиссное питание населения, уничтожение малого и среднего сельскохозяйственного бизнеса, обеспечивающего основными продуктами питания большинство жителей своих стран. Например, разрушение мелкого и среднего фермерства в Мексике привело к увеличению импорта кукурузы с 2 до 25% от всей потребляемой в стране.

Особую проблему представляет качество и безопасность импортируемого продовольствия. Как правило, они невысокие. По данным ВОЗ, в мире наблюдается непосредственная связь увеличения продажи пищевых продуктов и роста случаев заболеваний, вызванных ими.

Глобализация производства и продаж сельскохозяйственной продукции связана со спецификой субсидирования фермеров. Так, в США ежегодные субсидии фермерам составляют более 20 млрд долл., причем 86% всех субсидий получают 20% фермеров, а 7,2% ферм дают более 70% всей производимой продукции. Государство жестко контролирует использование субсидий, отслеживает объемы производства и качество продукции, закупки ее в федеральные оперативные и резервные фонды, поставки на экспорт, условия хранения продукции, оставляемой как государственная собственность на хранение у производителей на фермах, а также состояние плодородия почв.

Подорожание всех основных видов продовольствия в мире напрямую связано с резким подорожанием пшеницы. Так, сейчас в США стоимость пшеницы превышает 7 тыс. руб/т, что является рекордом за последние 5 лет. По прогнозам экспертов, переходящие запасы пшеницы в США к середине года уменьшаться до 7,5 млн т, что будет самым низким показателем с 1948 г. Сходная ситуация наблюдается и в России, где сейчас цена продовольственной пшеницы также составляет 7 тыс. руб/т и может еще вырасти, что, конечно, скажется на дальнейшей цене хлеба, макаронных и кондитерских изделий. Этому способствовал очень высокий уровень экспорта зерна из страны в 2007 г., несколько заторможенный в конце января 2008 г. введением 40%-й экспортной пошлины на зерно. Ограничительные пошлины на ячмень и пшеницу будут действовать до 1 июля 2008 г., но такая пошлина не остановит экспорт зерна нового урожая из страны. Учитывая отсутствие сколь-нибудь надежных государственных механизмов увеличения производства зерна в России для сохранения продовольственной безопасности и продовольственной независимости страны экспорт зерна пшеницы и ячменя должен быть ограничен 5—7% от их общего объема после подработки, пока страна не достигнет стабильного валового сбора зерна на уровне 100—110 млн т в год. В Государственной программе объемом производства зерна значительно меньше, а уровень экспорта значительно больше.

В нашей стране производитель зерна должен точно знать, какую гарантированную цену за него он получит после уборки. Естественно, что цена должна вызывать интерес у производителя в расширении посевных площадей и увеличении урожайности, что в свою очередь вызовет спрос на высококачественные семена, новые агротехнологии, методы подработки и хранения. В рамках этой стратегии государство должно четко определить роль и достаточное финансирование ныне нишей сельскохозяйственной науки и ее участие в развитии зернового хозяйства. В этом случае заявление Министра сельского хозяйства РФ А.В.Гордеева на первом заседании Общественного совета, что «идет правильное взаимодействие науки и бизнеса, региональных и федеральных органов власти» наполнится конкретным содержанием.

Оправданной была бы мера по закупке государством по среднерыночным ценам 60—70% всего производимого в стране зерна с последующей жестко регулируемой государством его продажей переработчикам, животноводческим комплексам и другим предприятиям, обеспечивающим страну продовольствием. Это был бы лучший сценарий реализации национального проекта по сельскому хозяйству, поскольку государство взяло бы на себя функцию стимулирования производства зерна и контроля зернового рынка. Это позволило бы резко сократить присутствие на нем теневого бизнеса, расширение и удешевление производства мяса и молока и продуктов их переработки, снизить зависимость страны от импорта продовольствия.



К сожалению, в последние 10 лет в России нет существенных изменений в развитии зернового хозяйства, в то же время мировая конъюнктура благоприятствует его развитию. Мировое производство зерновых в 2007—2008 гг. составит примерно 2100 млн т. Ежегодно на мировом рынке продается 100—110 млн т пшеницы, 95% которой поставляют 14 стран. Предложение зерна на рынке на 35—40 млн т отстает от спроса, т.к. закупают его 117 стран. Наблюдается постоянное удорожание основного хлебного злака — пшеницы, что во многих развитых странах приводит к расширению ее посевных площадей за счет других культур, даже сои. Ежегодно увеличивается экспорт зерна из США и России, однако США являются основным экспортером еще и зерна кукурузы, которой России сильно не хватает.

Вопрос производства зерна в нашей стране является жизненно важным, т.к. зернопродукты формируют 45% продовольственного рынка и дают 60% всего потребляемого населением белка и 70% углеводов. Только 14 субъектов РФ обеспечивают себя зерном. Это обуславливает большой поток межрегиональных перевозок зерна и зернопродуктов, что приводит к ухудшению его качества и безопасности, распространению возбудителей болезней и вредителей. При этом основной проблемой производства зерна в России, как и в других зернопроизводящих странах, являются потери (на долю агроклиматических чрезвычайных ситуаций приходится 72,4% всех потерь, в т.ч. озимых — 30% и яровых — 42,2%, поражения посевов и хранящегося зерна вредителями и болезнями — более 30%).

Значительным является теневой рынок зерна, который оценивается в 50 млрд руб. в год.

В отличие от развитых стран, зерновое хозяйство России в большей степени зависит от погоды (на 70%), наличия современных материально-технических ресурсов, в т.ч. высококачественных семян (на 25%), и только на 5% от человеческого фактора. Неблагоприятные условия работы зернового хозяйства обуславливают высокую нестабильность производства зерна по годам. Эколого-экономическая эффективность производства зерна варьирует по годам с размахом более 1000%, в т.ч. производства пшеницы — 159%, ржи — 130, кукурузы — 140%. Причем только 50% всего урожая является пищевым зерном.

Доля всех инвестиций в зерновое хозяйство России составляет менее 1% от их общего объема в российскую экономику. Все зерновое хозяйство страны находится в частных руках, а на зерновом рынке господствуют 10 монополистов. Контроль безопасности и качества зерна находится на низком уровне. При этом следует учитывать, что более 40% всего собираемого зерна хранится в непригодных помещениях.

Не доработан и не принят специальный технический регламент «Требования к зерну, его производству, хранению, перевозкам, реализации и утилизации». В России нет финансируемого из бюджета государственного заказа на производство зерна, а значит, наша страна не застрахована от зернового кризиса, когда купить зерно будет не у кого. Запланированные в Государственной программе средства на проведение закупочных и товарных интервенций зерна и других значимых продуктов в 2008—2012 гг. (в среднем 1,4 млрд руб. в год) достаточны для закупки всего 250—300 тыс. т зерна (2 кг на человека в год), причем не обязательно зерна пищевого 3 класса, а часто и 4 класса и неклассного. Для России качество зерна имеет особое значение, т.к. оно в цене хлеба составляет 20% (в США — 5%). Этим обусловлена нынешняя ситуация, когда для хлебопечения используется 65% муки с ухудшенными свойствами.

В общем, происходит ухудшение биологической полноценности основных мясомолочных и растительных продуктов питания. Это сопровождается ростом цен на продовольствие, который начался в 2002 г. и составляет 1,7—4% в год. Особенно резкий скачок цен отмечен в

2007 г., и нет гарантий, что резкого роста цен на продукты в 2008 г. не будет. Низкий платежеспособный спрос основной массы населения страны еще больше снижает качество товаров, т.к. растет спрос на более дешевые и зачастую менее качественные продукты, которые в результате становятся еще хуже. В настоящее время экономическое состояние производства сельскохозяйственного пищевого сырья не позволяет проводить масштабного инвестирования в его модернизацию и выведения на мировой рынок как конкурентоспособного. Однако эта задача поставлена в Государственной программе, хотя и не указаны административные и экономические пути ее реализации. Важно, что пока нет серьезного государственного анализа состояния рынка продовольствия и обоснованных рекомендаций по его нормализации в интересах россиян со средними и ниже среднего уровня доходами (около 60% населения расходуют на покупку продовольствия 70% своего бюджета).

Многоплановая глобализация производства и реализации сельскохозяйственного пищевого сырья и пищевых продуктов требует национальных защитных механизмов для минимизации ее отрицательного действия. Во многих развитых странах принят закон о продовольственной безопасности. Развитые страны стараются сделать глобализацию управляемым процессом в первую очередь за счет продуманного плана государственной поддержки аграрного сектора и регулирования экспортно-импортных операций (например, соотношение в сопоставимых ценах, экспорта к импорту сельскохозяйственной продукции в США составляет 1:1,1, а в России — 1:5,6). В нашей стране пока нет ни государственных структур, ни финансовых возможностей, способных противостоять захвату продовольственного рынка иностранными компаниями. Финансовая неустойчивость сельского хозяйства в целом и высокие риски в зерновом хозяйстве в частности обуславливают нестабильность продовольственного, в том числе зернового, рынка. Поэтому справедливым является предложение о необходимости создания государственной корпорации по производству зерна. Она должна будет обратить внимание на тот факт, что в соответствии с Государственной программой с 2008 по 2012 г. экспорт зерна предполагается увеличить с 18% до 27% всего сбора, при росте урожайности всего на 0,13 т/га.

При постоянно повышающейся емкости мирового зернового рынка и дефиците зерна оно становится основным фактором продовольственной безопасности всех стран. Россия должна наращивать переходящий запас зерна, который, по данным зарубежных аналитиков, составляет в США 187,2 млн т, в Китае — 68,0 млн, странах ЕС — 29,0 млн, в России — 5—7,2 млн т.

Регулирование рынка зерна и продовольствия в целом затруднительно, т.к. не развита его инфраструктура и нет производства необходимых и достаточных объемов продовольственных продуктов. Это является одной из основных причин компенсации недостаточности продуктов за счет повышения цен на них. Следует также учитывать, что в России нет пока критериев объективной оценки потребительской стоимости зерна и зернопродуктов, других пищевых продуктов. В стране нет законодательных актов, обеспечивающих доступный оптимально необходимый уровень питания всему населению. Вследствие этого постоянно снижается покупательская способность россиян даже в отношении основных продуктов (крупы, мука и хлеб).

Остро стоит проблема гарантий потребителю качества и безопасности зернопродуктов, включая макаронные и хлебобулочные изделия. Сейчас в России качество и безопасность всех пищевых продуктов регулируется Федеральным законом №29-ФЗ от 02.01.2000 г. «О качестве и безопасности пищевых продуктов», СанПиН 2.3.2.1078-01, СанПиН 2.3.2.1153-02 (дополнение №1 к СанПиН 2.3.2.1978-01), СанПиН 2.3.2.1280-03 (дополнение №2 к

СанПиН 2.3.2.1078-01, а также законами «О защите прав потребителей», «О техническом регулировании». Качество и безопасность фуражного зерна, зерновых и других кормов в стране пока законодательно не регулируются. Ни один из технических регламентов по качеству и безопасности указанных продуктов пока не принят. Недавно введен в действие ГОСТ на зерно. Однако ни один из указанных документов не позволяет снять острую проблему гарантии потребителю качества и безопасности пищевых зернопродуктов, равно как и сельскохозяйственного сырья, пищевых продуктов и кормов.

Сейчас аналитики различают продовольственную безопасность общемировую, государства, региона, конкретных социальных групп, семьи. Все виды продовольственной безопасности актуальны для России, особенно если учитывать информацию о том, что при использовании для расчетов методики ООН, в стране доля населения, живущего за чертой бедности, в 3 раза выше критического уровня, а существующее сельскохозяйственное производство удовлетворяет потребности страны в зерне на 80%.

Таким образом, зерновое хозяйство и объемы производства зерна в стране прямо определяют ее продоволь-

ственную безопасность и продовольственную независимость. Их ускоренному достижению должно уделяться основное внимание в государственной сельскохозяйственной и продовольственной политике. Для этого в 2009—2012 гг. бюджетное финансирование этой отрасли растениеводства должно увеличиться минимум на 5%, применяться жесткое государственное регулирование зернового рынка, в т.ч. государственные закупки должны составлять не менее 50% всего урожая зерна с целью последующего его использования для внутригосударственных нужд и экспорта. Необходимо также государственное регулирование рынка продовольственных товаров, в т.ч. импортируемых, в направлении резкого снижения импортзамещения и наращивания собственного производства. При выполнении всех этих мер зерновая и в целом продовольственная безопасность страны могут быть достигнуты к 2030 г. Именно к этому времени, согласно прогнозам Римского клуба, в мире будет подходить к пику спад производства продовольствия на душу населения, нарастание загрязнения окружающей среды и демографический спад. Россия же будет готова минимизировать эти отрицательные тенденции. ■

УДК 633.854.54

## ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СТИМУЛИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВА МАСЛОСЕМЯН В РЕСПУБЛИКЕ ТАТАРСТАН

*Р.М. Гайнуллин, отдел АПК Аппарата Кабинета Министров Республики Татарстан*

В Республике Татарстан традиционно возделывают яровой рапс (кользу) и подсолнечник. Подсолнечник на маслосемена выращивают на небольших площадях (в связи с продолжительной вегетацией в отдельные годы он не вызревает, часто поражается болезнями и плохо переносит кислые почвы). Яровой рапс в республике занимает значительные площади, поскольку технология его возделывания достаточно хорошо отработана, он адаптирован к умеренному климату зоны, современные сорта («00» типа) обладают высокой потенциальной продуктивностью. Стоимость маслосемян рапса и продуктов его переработки стабильно высока, рынок сбыта практически неограничен, а с учетом растущих потребностей в биотопливе он весьма перспективен.

В конце 1980-х гг. под научно-методическим руководством ПНО «Татрапс» были решены практически все основные вопросы рапсоводства (семеноводство, технология возделывания, заготовка и переработка маслосемян), внедрена система организационно-экономических взаимоотношений между заготовителем и товаропроизводителями. В совокупности это позволило повысить производство маслосемян с 4,3 тыс. т в 1986 г. до 43,3 тыс. т в 1990 г. (в 10 раз). Созданные условия экономической заинтересованности способствовали быстрому росту числа рапсовосеющих хозяйств. Если в 1987 г. их было 12, то в 1996 г. — 538, а производство маслосемян достигло 73,4 тыс. т.

В целях стимулирования развития рапсового подкомплекса республики и для удовлетворения внутренних потребностей в рапсовом масле, министерством сельского хозяйства и продовольствия РТ в 2006 г. была разработана «Программа развития производства рапса и его переработки на 2006—2010 годы», предусматривающая увеличение посевных площадей к 2010 г. до 250 тыс. га при урожайности 1,7 т/га с валовым сбором маслосемян 425 тыс. т. Объем товарного рапса при этом должен составить 300 тыс. т, что обеспечит потребность нового маслоэк-

тракционного завода (МЭЗ) в сырье для производства 120 тыс. т масла. Следовательно, прогнозная цифра посевных площадей рапса на 2010 г. — 250 тыс. га. Однако возникает вопрос: как своевременно убрать, отсортировать и подсушить яровой рапс с такой площади при практически одновременном его созревании?

В рамках реализации данной программы в 2006 г. посевная площадь составила 115,1 тыс. га. По сравнению с 2005 г. (33,2 тыс. га) произошло резкое увеличение посевной площади — в 3,5 раза, но в силу ряда причин организационного и технологического характера было убрано 112,8 тыс. га, валовой сбор составил 111,7 тыс. т при урожайности 0,97 т/га. При этом уборка рапса затянулась до конца октября, велась уже в дождливую погоду. Конечно же, ожидать высокой урожайности при уборке в такой период, когда рапс уже наполовину осыпался, не приходится. И как результат, площадь посева под яровым рапсом в 2007 г. составила 95,3 тыс. га (планировалось — 115,9 тыс. га).

Очевидно предположить, что взятое направление только расширения посевных площадей под яровым рапсом рискованное. Чтобы обеспечить МЭЗ местным сырьем, необходимо внедрение системы видов и сортов масличных растений с разными оптимальными сроками посева и уборки. Рапс не единственное масличное растение, хорошо приспособленное к нашим климатическим условиям. Поэтому необходимым становится внедрение в производство и других видов масличных растений, в частности озимого рапса, озимого рыжика, озимой и яровой сурепицы, а также льна масличного. Кроме того, для ярового рапса, вследствие большого количества вредителей и болезней, необходима интенсивная химическая защита, существенно повышающая себестоимость маслосемян. Озимые же масличные культуры за счет осеннего развития уходят от фаз интенсивного повреждения крестоцветными вредителями, что дает возможность существенно снизить, а в ряде случаев и исключить

использование химических средств защиты растений. За счет использования осенне-зимних запасов влаги при прочих равных условиях озимые формы урожайнее яровых. Попытки внедрения озимого рапса в республике предпринимались неоднократно, однако имевшиеся в то время сорта не перезимовывали. В настоящее время получены различные сорта этой культуры, способные перезимовывать и в условиях нашей зоны.


Осенью 2006 г. в республике было посеяно около 12 тыс. га озимых масличных культур, в т.ч. 2,8 тыс. га озимой сурепицы и 9,5 га озимого рапса. Посевы хорошо перезимовали, уже 18 мая наблюдалось цветение озимого рапса, тогда как яровой рапс еще только высевали. Под урожай 2008 г. в республике озимые масличные культуры размещены уже на площади 28 тыс. га.

Разные сроки созревания и уборки яровых культур и озимого рапса позволяют оптимально использовать комбайны и сортировальные машины. Расчеты показывают, что из 250 тыс. га около половины площади целесообразно отвести под озимые масличные культуры. Озимый рапс, созревающий в середине июля, можно убирать первым, затем — озимые зерновые, а потом — яровые. После

уборки яровых зерновых можно убирать яровой рапс, лен масличный.

Технология возделывания льна масличного довольно проста, не требует больших затрат. Лишь при сильной засоренности льна масличного необходимо применение гербицидов. Болезнями и вредителями эта культура в нашей зоне пока не поражается. Вся технология льна масличного обеспечивается комплексом машин, предназначенным для возделывания и уборки зерновых культур, а они имеются в любом хозяйстве.

К сожалению, производство маслосемян льна и продуктов на его основе в РФ недостаточно и не обеспечивает растущий спрос. Семена льна востребованы в странах ЕС, а потому возможен их экспорт.

Таким образом, одним из направлений в достижении планируемых валовых сборов маслосемян и их стабилизации в целях обеспечения предприятий республики сырьем необходимо внедрение системы видов и сортов масличных растений, а также адаптивной технологии их возделывания. При этом следует отработать механизм организационно-экономического взаимодействия производителей маслосемян и заготовителей (переработчиков). 

УДК 681.518+338.432

## ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ НА ОСНОВЕ АДАПТАЦИИ СИСТЕМЫ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ К ОСОБЕННОСТЯМ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

*Л.М. Воронова, Н.М. Воронова, Д.А. Саунин, Владимирский государственный университет, М.А. Мазиров, Российский государственный аграрный университет — Московская сельскохозяйственная академия им. К.А. Тимирязева*

В свете современных тенденций информатизации сельскохозяйственной отрасли для каждого региона России весьма актуальна проблема повышения эффективности сельскохозяйственного земледелия. Необходима такая модель его развития, которая, с одной стороны, позволит формировать систему мер для воспроизводства почвенного плодородия, а с другой — обеспечит планирование экономически выгодных технологий в условиях меняющихся требований рынка и ограничений, возникающих в каждом хозяйстве в конкретный период. Практическое осуществление поставленных требований опирается на дифференцированность подходов к принятию технологических решений при возделывании различных культур, учитывающих агроклиматические и ландшафтные особенности земельно-производственной базы хозяйства. Рациональное решение многовариантно ввиду большого разнообразия типов почв, действующих в хозяйстве севооборотов, существующих технологий обработки почвы. Заранее оценить рациональность предварительно сделанного выбора затруднительно даже опытному агроному.

Существует ряд подходов к решению задачи, но ни в одном из них не удавалось учесть все факторы. Так, известна задача оптимизации структуры посевных площадей, решаемая методами линейного программирования. В результате получали оптимальные площади под различными культурами с учетом ограничений на их производство, в самом общем виде технологических уровней обработки, достижения максимальной прибыли по хозяйству. Решение не учитывало реального деления земли на участки с

их типами почвы, конкретные технологические операции (а значит, и реальные затраты по участкам), не обеспечивало структуру принятых в хозяйстве севооборотов и т.д. Следовательно, полученное решение рассматривалось как приблизительное, имеющее теоретический, а не прикладной характер.

Наш подход к компьютерному моделированию реальной системы земледелия учитывает не только влияющие на результат многочисленные факторы и большое разнообразие их значений (чаще всего, не числовых), но обобщает и формализует накопленные знания и опыт агрономов в конкретном регионе в виде правил использования значений этих факторов. Некоторые аспекты теоретических принципов построения и возможностей программной реализации предлагаемого подхода представлены в предыдущих публикациях [1, 2]. Основная цель данной работы — показать сложность многофакторного пространства системы земледелия как объекта проектирования, многообразии связей данных по их взаимному влиянию на эффективность земледелия, существующие (как в любой исследуемой области) так называемые «опорные пункты» знания, «правила», позволяющие исключать неверные с точки зрения опытного специалиста варианты проектов. Все это плохо поддается общепринятому математическому моделированию.

### Анализ систем земледелия хозяйства

Основу любой структуры земледелия определяют схемы севооборотов, которые характеризуются циклом (в годах), набором полей и групп культур (в количестве,

равном длине цикла), жесткой, ежегодно «скользящей» последовательностью возделывания культур по полям. Вся производственная база хозяйства разделена на участки, характеризующиеся определенными типами земли; участки (не обязательно расположенные рядом) в соответствии со своими типами группируются в поля, а последние входят в состав конкретных севооборотов. Особенность формирования любого севооборота: все его поля (полосы) должны быть (хотя бы примерно) равновеликими по площади. Пусть в хозяйстве среди действующих севооборотов есть следующий: картофель — озимые — яровые. Это 3-годовой и 3-польный севооборот с приблизительно равными площадями полей (полос). В первый год его реализации первое поле занято картофелем, второе — озимыми, третье — яровыми. Зная номера участков, входящих в состав каждого поля, распределяют группы культур по этим участкам. Принято, что на конкретном поле севооборота (на соответствующих ему участках) в конкретном году конкретной посеянной культурой (из своей группы) будет единственная, выбранная по разным соображениям и причинам (которые, кстати, в модели также надо учитывать). В следующем году происходит сдвиг схемы севооборота по его полям относительно первого года размещения на 1. Так, в третий год реализации схема «перестраивается» следующим образом: яровые — картофель — озимые (для первого, второго и третьего полей соответственно). Севооборот как база любого хозяйства накладывает много ограничений на возможность вариаций. Так, например, жестко закрепленные за каждым севооборотом участки должны иметь схожие типы почвы с точки зрения возможности высевать любую культуру севооборота на любом поле (ввиду ежегодного сдвига его схемы по полям). Типы почвы, в свою очередь, определяют возможный набор высеваемых культур из каждой группы. Кроме того, типы почвы на участках определяют и выбор на каждом этапе их обработки лишь возможные технологические операции под выбранные культуры с точки зрения обеспечения устойчивости агроландшафта и воспроизводства почвенного плодородия во времени. Разные сочетания возможных (и только возможных) выборов на этих трех составляющих (земля, технология, культура) в итоге и формируют некоторую структуру земледелия.

Нами изучены многочисленные данные Владимирского Ополья, активно влияющие на эффективность земледелия, полученные в результате многолетних исследований учеными Владимирского НИИСХ [3]. Они включают 27 типов земель, 3 уровня интенсификации, 25 схем севооборотов, 13 возделываемых в зоне культур со всем их сортовым разнообразием, 8 видов основной обработки почвы, 35 комбинаций предпосевной обработки почвы и посева, 15 комбинаций уборочных технологий, более 10 схем применения удобрений и столько же — средств химизации. Опыт работы, теоретические исследования, анализ десятилетиями накопленных данных обнаружили многие закономерности на агроэкономическом уровне, которые сформировались в некие правила в рассматриваемой предметной области. Учеными получены ограничения для культур и технологий по типам земель, базовые урожайности на трех уровнях интенсификации, поправки к ним для каждой технологической операции, каждого предшественника, соотношения для экономических оценок. Тщательное изучение данных с целью их формализации позволило нам структурировать «объект проектирования», выделить основные функциональные компоненты, выявить необходимые их свойства — классификационные признаки. Конкретные данные Владимирского НИИСХ классифицированы как реальные значения этих признаков, а существующие правила — как семантические условия их выбора для «верного проекта». Все это явилось основанием для морфологического подхода к формализации задачи и определило выбор логики для автоматизации ее решения [1,2].

### О практической реализации решения задачи

Поскольку первоначальное желание конечного пользователя было визуально наблюдать поэтапное решение задачи (с нарастающими оценками затрат) и иметь возможность работать в диалоговом режиме для оперативной корректировки процесса проектирования, стала прорабатываться интерактивная модель. Разрабатываемый программный продукт ориентирован как на агронома крупного хозяйства, так и фермера — собственника участка земли. Система предусматривает несколько режимов работы: для агронома хозяйства — «разработка поля севооборота», «разработка всего севооборота», для фермера — «разработка любой земельной площади». Каждый из этих режимов позволяет спланировать оптимальную структуру земледелия с точки зрения пользователя, с получением как числовых, так и визуально отображенных результатов (поскольку задача имеет ярко выраженную пространственную привязку, для удобства работы пользователя использована ГИС-среда).

Так, например, агроном, планируя систему земледелия на какой-либо календарный год в режиме разработки севооборота, действующего в хозяйстве, с одной стороны, может варьировать культурами в пределах групп культур, закрепленных за данным севооборотом (чтобы учесть конъюнктуру рынка), а с другой — может варьировать технологические операции на каждом этапе обработки земли (учитывая технические возможности хозяйства и влияние на урожайности культур относительно их базовых значений). Выбор севооборота можно делать как по карте, так и по вводимому номеру (условному имени в хозяйстве). При этом будут предлагаться к проектированию последовательно все его поля. Важно отметить, что последовательность шагов проектирования в системе соответствует естественной последовательности этапов с принятием на них решений человеком в реальном цикле его работы на земле. Поскольку принятие решений пользователем заключается в выборе из «правильных» значений предлагаемых системой параметров (чаще всего не числовых), то он может до последнего этапа контролировать моделирование процесса формирования системы земледелия, опираясь на возможный (т.е. продиктованный заданными правилами) выбор тех или иных значений параметров, руководствуясь при этом некоторыми своими требованиями. Это означает, что итоговый результат будет полностью отвечать запросам агронома и в этом смысле может считаться оптимальным. В принципе, в интерактивном режиме пользователь может последовательно просмотреть самые различные допустимые варианты реализации каждого действующего в хозяйстве севооборота, увидеть их предварительные оценки, прежде чем выбрать наиболее приемлемые. В качестве итога для каждого варианта-прогноза предоставляется описательная таблица моделируемых полей севооборота, в которую входят затраты на реализацию, урожайность, доход, прибыль, весь сопровождающий пакет технологий. Дается и визуальная интерпретация результатов на карте земельных участков: окраска соответствует высеваемой культуре, штриховка — выбранный уровень технологий. Результаты синтезированных вариантов сохраняются в накопительном режиме, их можно многократно просматривать, а при желании — удалить. Ситуация с разработкой поля севооборота, действующего в конкретном хозяйстве, отличается тем, что пользователь может выборочно «разработать» одно (или более чем одно) поле некоторого севооборота в соответствии с годом его реализации, получая также числовые и визуальные оценки модельных вариантов.

Режим «разработки любой земельной площади» предназначен для «свободного фермера», желающего спланировать работу на купленном земельном участке. Конечно, он имеет ряд пожеланий на предстоящий период



использования этой земли. Работая с системой, фермеры достаточно указать площадь угодий и тип почвы в его хозяйстве, а весь остальной спектр параметров для выбора в соответствии с естественной последовательностью этапов работы на земле будет ему предложен непосредственно в интерактивном сеансе работы. В этом режиме выбор начинается с предложения самых приемлемых севооборотов. В качестве выходного результата здесь выступают лишь описательные таблицы моделируемых вариантов и их числовые оценки.

Доходы (которые определяются итоговой урожайностью) и затраты в значительной мере обусловлены выбором технологических операций на всех этапах обработки почвы (а их насчитывается 6). Затратные оценки сопровождают каждый шаг проектирования и отражают как «цену» текущего шага, так и «накопленную цену» по всем выполненным шагам, включая текущий. В сеансе работы можно указать коэффициент инфляции для «поправки» цен, как по затратным статьям, так и на продукцию в рассматриваемый период. Если пользователь получает на каком-то этапе работы с системой экономически невыгодный для себя результат, он может вернуться на столько шагов назад, сколько необходимо для получения совсем иного варианта с нужным результатом.

Поскольку работа с программным продуктом будет представлять собой диалог пользователя с системой, быстрое действие в основном определяется временем ведения диалога. При хорошей ориентации в своем хозяйстве и информированности обо всех технологических операциях агроном может в пределах часа подобрать вариант для отдельного поля севооборота, за столько же фермер сможет выяснить, каким образом ему спланировать работу на купленном участке земли. За считанные часы последовательно можно спроектировать все действующие в хозяйстве севообороты. «Вручную» сделать такой выбор даже опытному агроному весьма затруднительно. Проектные варианты будут сравнимы с работой опытных специалистов, не нуждаются в ручной доработке, прогнозируют необходимые затраты, урожай, прибыль, могут быть использованы для принятия решений на перспективу. Агроном или фермер может, заранее планируя оптимальный для хозяйства вариант системы земледелия, учесть все пожелания как экономического, так и технологического характера, одновременно приближая свои «предложения» к «спросу» на рынке. Справедливости ради отметим, что прорабатывается также и режим автоматического происхождения «верных решений» с последующим отбором, подходящих по различным критериям и ограничениям. □

УДК 631.527; 632.4; 633.11 «321»

## К ПРОБЛЕМЕ СЕЛЕКЦИИ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ НА УСТОЙЧИВОСТЬ К ЛИСТОСТЕБЛЕВЫМ ИНФЕКЦИЯМ

А.И. Кинчаров, О.Ф. Цуркан, Л.М. Михальченко, Е.А. Демина,  
Поволжский НИИ селекции и семеноводства им. П.Н. Константинова

Среднее Поволжье — зона рискованного земледелия, где засушливые годы чередуются с острозасушливыми и умеренно влажными. Периодически ситуация обостряется эпифитотиями и массовым развитием вредителей. Сопоставление погодных условий, фитосанитарной обстановки и данных урожайности за период с 1990 по 2006 г. позволили выделить факторы, оказывающие существенное влияние на продуктивность яровой пшеницы в Самарской обл.

Анализ агроклиматических условий вегетационных периодов (май — август) показал, что за 17 лет наиболее благоприятным был 1997 г., в котором средняя урожайность яровой пшеницы по области составила 1,82 т/га, в Поволжском НИИСС — 4,53 т/га (по районированным сортам). В годы с устойчивой засухой и высокой среднесуточной температурой воздуха (1995, 1998, 2005) недобор зерна составил в среднем по области 0,95–1,23 т/га или 52,2—67,7% от благоприятного года. Отмечено 7 лет с майской засухой, 6 — с июньской, 11 — с июльской и 10 лет с засушливыми условиями августа. В среднем на каждый вегетационный период приходилось два засушливых месяца.

Помимо засухи сильное влияние на снижение продуктивности культуры оказывали фитопатогенные организмы, среди которых особенно вредоносны возбудители ржавчины и мучнистой росы.

Бурая листовая ржавчина (*Puccinia recondita* Rob. ex Desm. f. sp. *tritici*) поражает яровую мягкую пшеницу в Среднем Поволжье практически ежегодно. По данным многих авторов [1, 5, 6, 9], потери урожая зерна от бурой ржавчины в Поволжье могут достигать 30%. У восприимчивых сортов в годы эпифитотии потери урожая составляют 40—62% [4]. По данным наших исследований, эпифитотии бурой листовой ржавчины в Самарской обл. снизили продуктивность яровой пшеницы в благоприятные по увлажнению годы на 30—41%, а на фоне июльской засухи — более чем на 55%. За период 1990—2006 гг. нами

отмечено 3 эпифитотийных года, 4 — со средней и 3 — со слабой степенью поражения пшеницы этой болезнью.

Мучнистая роса — *Erysiphe (Blumeria) graminis* DC. f. sp. *tritici* Em. Marchal — проявляется в Поволжье практически ежегодно и один раз в 7—9 лет принимает эпифитотийный характер [2, 11]. В годы эпифитотии потери урожая пшеницы от мучнистой росы могут достигать 50% и более [1, 7]. По данным Самарского НИИССХ, барьер вредоносности мучнистой росы находится в пределах 7,8—8,1%. Поражения и потери урожая в Поволжье от нее достигают 24% [8]. За анализируемый период эпифитотии мучнистой росы снизили в Самарской обл. продуктивность культуры в благоприятные по увлажнению годы в среднем на 14—18%, а на фоне июльской засухи — на 22—52%. За указанный период отмечено 3 эпифитотии и 6 лет со средней и слабой степенью поражения яровой пшеницы этой болезнью.

В зоне Среднего Поволжья наибольший ущерб урожаю и качеству зерна яровой пшеницы наносят устойчивые засухи, эпифитотии бурой ржавчины и мучнистой росы, проявляющиеся в среднем раз в 4—5 лет, а также комбинированные биотические факторы на фоне засушливых условий. Летняя засуха 1996 г. на фоне высоких среднесуточных температур, поражение растений бурой ржавчиной (5—30%) и мучнистой росой (5—10%) привели к потерям зерна яровой пшеницы в среднем на уровне 0,7 т/га (38,5%). Ранневесенняя засуха 2003 г. способствовала развитию внутрисклеблевых вредителей (большая хлебная блоха) и мучнистой росы, потери зерна составили 30,8%.

Очевидно, что для стабилизации производства зерна яровой пшеницы в Самарской обл. необходимо создавать и внедрять в производство сорта, обладающие на фоне высокой засухоустойчивости комплексной устойчивостью к листостеблевым инфекциям и внутрисклеблевым вредителям.

В Поволжье селекция яровой пшеницы на устойчивость к возбудителям болезней сдерживается из-за отсутствия

<b>Характеристика устойчивых к листовостеблевым инфекциям образцов яровой пшеницы по хозяйственно-ценным признакам</b>						
№ по каталогу ВИР	Образец	Число зерен, шт.		Масса зерна, г		
		Колос	Растение	Колос	Растение	1000 шт.
1990—1996 гг.						
55168	Ботаническая 2	20,9	28,5	0,62	0,78	27,4
62227	Л-1205	26,5	36,0	0,79	1,05	29,2
62317	Кантегирская 89	31,4	31,4	0,91	0,91	29,0
56395	Линия уст. К б. рж.	24,1	27,3	0,70	0,78	28,6
—	Алтайский простор	28,8	44,1	0,98	1,28	29,0
—	Харьковская 8	23,6	29,5	0,61	0,71	24,1
52333	Sonett	27,9	38,0	0,99	1,21	31,8
	Halle/stamm 13471	27,9	38,0	0,99	1,21	25,4
	Thatcher Lr	25,9	28,3	0,88	0,94	33,2
49456	<i>Tr. persicum</i>	28,6	32,1	0,67	0,75	23,4
1997—2006 гг.						
60495	Владимирская 98	29,1	43,9	0,79	1,17	26,7
62635	Лада	32,5	49,4	0,91	1,37	27,7
64103	Воронежская 14	33,0	34,9	1,04	1,03	29,5
—	Кинельская 62	35,4	59,8	1,21	1,84	30,8
—	Кинельская Нива	41,7	91,6	1,34	2,66	29,0
64111	ЮВ 4	29,0	35,5	0,93	1,26	35,5
64106	Челяба	36,5	46,5	0,84	1,03	22,2
63051	Фенита	30,3	52,3	0,69	1,06	20,3
31356	Сл. гибрид	31,2	41,9	0,78	1,05	25,1
31819	Сл. гибрид	35,1	50,0	1,09	1,45	29,0
61523	Henika	39,1	76,1	1,12	1,72	22,6
61520	Eta	34,3	37,6	0,96	1,06	28,2
—	Thatcher Lr	27,2	57,7	0,79	1,49	25,8
49456	<i>Tr. persicum</i>	31,0	40,9	0,65	0,89	21,8

в генофонде культивируемых пшениц соответствующих эффективных генов [10] или по причине ограниченности данных ресурсов в местных сортах. Поэтому и сегодня важной задачей селекции является изучение генетической коллекции пшениц, сосредоточенной главным образом в ВИР, в конкретных условиях и выявление источников и доноров устойчивости к основным возбудителям болезней и вредителей. Согласно этому, в отделе селекции и семеноводства яровой пшеницы Поволжского НИИСС на протяжении многих лет ведется работа на устойчивость к бурой листовой ржавчине, мучнистой росе и другим

болезням. В результате длительного изучения образцов коллекции ВИР на устойчивость к грибным листовостеблевым инфекциям на естественном фоне, включая эпифитотийные годы, были выявлены формы, обладающие комплексной устойчивостью в условиях Среднего Поволжья к бурой листовой ржавчине и мучнистой росе в сочетании с высокой продуктивностью зерна с одного растения. Созданы рабочие признаки коллекции сортов, устойчивых к бурой листовой ржавчине (29 образцов и сортов) и к мучнистой росе (20 образцов) [3]. Дальнейшее изучение и селекционная работа с ними показала, что многие сорта в годы сильной эпифитотии потеряли иммунитет, и это главным образом затронуло образцы иммунные к бурой листовой ржавчине. Следует отметить тот факт, что поражение иммунных к бурой листовой ржавчине сортов яровой пшеницы в зоне Поволжья за анализируемый период начиналось с Саратовской обл. Например, сорт Л-503 (ген Lr 19) впервые в условиях Саратовской обл. (НИИСХ Юго-Востока) был поражен бурой листовой ржавчиной в 1994 г., в условиях Самарской обл. — южная зона и часть центральной (Самарский НИИСХ) — в 1995 г., в центральной и северной зоне (Поволжский НИИСС) — только в 1997 г. Этот сорт внесен в Государственный реестр по Средневолжскому региону с 1992 г. и сохранил иммунитет к бурой листовой ржавчине в производственных условиях до 5 лет. Аналогичная ситуация сложилась и с сортом Прохоровка.

Постоянное обновление и изучение генетической коллекции, выявление иммунных и устойчивых образцов, а также создание новых источников устойчивости к основным возбудителям болезней и вредителям является неотъемлемой частью селекционной работы на устойчивость. Создание устойчивых сортов — серьезная проблема не только в России, но и во всех странах мира, т.к. вновь создаваемые сорта быстро теряют свою устойчивость из-за появления новых рас патогенных организмов.

В Поволжском НИИ селекции и семеноводства на сегодняшний день из коллекции ВИР выявлено 5 сортов, устойчивых к бурой листовой ржавчине, 17 — к мучнистой росе и 9 — с комплексной устойчивостью к листовостеблевым инфекциям. Методом гибридизации создано соответственно 21, 23 и 14 линий. Данные об образцах коллекции, обладающих комплексом хозяйственно-ценных признаков, приведены в табл.

Выделенные нами образцы и созданные новые источники устойчивости предлагаются для включения в селекционные программы Поволжского региона по созданию устойчивых к листовостеблевым инфекциям сортов яровой пшеницы. ■

УДК 635 21 632 938 1

## ДОНОРЫ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ КАРТОФЕЛЯ К ФИТОФТОРОЗУ

**А.Н. Васюков, Всероссийский НИИ защиты растений, С.-Петербург**

За последние 15 лет на территории России и в странах Европы произошли существенные изменения в популяционном составе *Phytophthora infestans* (Mont de Bary), приведшие к превалированию сложновирulentных рас патогена. В результате стало необходимым переориентировать селекцию картофеля на высокий уровень устойчивости горизонтального типа, обеспечивающей защиту от

фитофтороза при наличии в популяции патогена широкого спектра генов вирулентности [2].

Все существующие в настоящее время сорта картофеля, созданные на основе *S. demissum* и несущие в себе R-гены расоспецифического иммунитета, при наличии в популяции фитофторы широкого спектра генов вирулентности не дают надежной защиты культуры от болезни

[5]. Выведение сортов картофеля, слабо поражаемых фитофторозом в современных условиях, можно обеспечить, используя в селекционной работе доноров сильно выраженной горизонтальной устойчивости (гибридные образцы, полученные на основе скрещивания с дикорастущими видами рода *Solanum*, проявившими высокую устойчивость к фитофторозу). Такие образцы получены во ВНИИЗР.

Определяющим условием создания доноров горизонтальной устойчивости к фитофторе служит выбор эффективных источников устойчивости. Показателем их эффективности, прежде всего, являются передача свойства устойчивости при скрещивании с культурными сортами и поддержание ее при последующих беккроссах.

Исходный материал для создания доноров горизонтальной устойчивости к фитофторозу получен на основе скрещиваний с высокоустойчивыми образцами 5 видов дикорастущего картофеля. Надежными источниками горизонтального типа можно признать образцы *S. simplicifolium* Bitt (k 5400), *S. polytrichon* Rydb (ck 5345-2), *S. verrucosum* Schlecht (k 8413), *S. berthaultii* Hawk (k 8510), *S. pinnatifidum* Dun (17464) [3]. При использовании этих образцов получены гибриды, превосшедшие по уровню устойчивости существующие культурные сорта.

Отбор гибридных образцов с горизонтальным типом устойчивости к фитофторозу проводили с помощью их испытаний на инфекционном фоне при наличии широкого спектра генов вирулентности патогена, а также искусственно заражая сложновирulentными расами фитофторы (с v1 по v10). При этом сохраниться здоровыми могли лишь сеянцы с горизонтальным типом устойчивости. Сеянцы гибридных образцов заражали по единой схеме, опрыскивая их суспензией, содержащей 20 конидий гриба в поле зрения микроскопа, при 120-кратном увеличении.

Наиболее эффективными источниками устойчивости показали себя *S. simplicifolium* и *S. polytrichon*. В большинстве гибридных популяций, полученных с использованием этих видов, отмечали более 70% сеянцев, устойчивых к искусственному заражению. При этом 70–80% сеянцев, оставшихся здоровыми после искусственного заражения, проявили устойчивость на инфекционном фоне (балл 8–9). В гибридных популяциях с использованием *S. verrucosum*, *S. berthaultii*, *S. pinnatifidum* количество устойчивых к заражению сеянцев было меньше (40–50%), однако на инфекционном фоне они проявили достаточно высокую устойчивость (балл 7–9). В потомстве от самоопыления культурных сортов картофеля (Наяда, Петербургский и др.) при той же методике искусственного заражения отмечено 5–10% устойчивых сеянцев.

Следовательно, исходный материал для селекции на горизонтальную устойчивость к фитофторе можно получить на основе скрещиваний с различными видами рода *Solanum*. Высокая горизонтальная устойчивость к фитофторе, унаследованная гибридами от дикорастущих видов картофеля, сохранилась и в потомстве от их беккросса с культурными сортами. Популяции с преобладанием сеянцев, не заразившихся после инокуляции и затем показавших высокую устойчивость на инфекционном фоне, отмечены в поколениях B2F1 и B2F2, полученных с использованием *S. simplicifolium*, *S. polytrichon*, *S. verrucosum*, что подчеркивает ценность этих дикорастущих видов как источников горизонтальной устойчивости к фитофторе. От этих сеянцев мы получили клоны, некоторые из которых по уровню устойчивости к фитофторе не уступали образцам дикорастущих видов картофеля, использованным в скрещиваниях. При этом такие клоны характеризовались высокой продуктивностью, почти не уступая по урожайности культурным сортам, и имели хорошие товарные качества клубней.

Для обогащения генной основы устойчивых гибридов проводили конвергентные скрещивания. Наиболее эффективным было скрещивание, при котором в получаемых

гибридах достигалось сочетание генов устойчивости от двух видов, сформировавшихся в различных генцентрах происхождения картофеля: *S. simplicifolium* и *S. polytrichon*. Полученные от таких конвергентных скрещиваний гибридные образцы показывали незначительное поражение (балл 8) фитофторозом на инфекционном фоне. Использование для конвергентных скрещиваний гибридных образцов, прошедших беккроссирование, способствует передаче в получаемые при этом гибриды генов устойчивости дикорастущих видов, уже проявивших наследуемость в скрещиваниях с культурными сортами и сочетаемость с показателями продуктивности и хорошего качества клубней. Примером может служить гибридная комбинация [(*S. polytrichon* x Гатчинский) x Umbra] x Fausta x [(*S. simplicifolium* x МРУ 50-140 / 5) x Gifte] x Hera.

В дальнейшем для усиления эффекта, полученного при однократном конвергентном скрещивании, были проведены 2-, 3- и 4-кратные конвергентные скрещивания с привлечением гибридных образцов, полученных на основе других источников. Получены сложные межвидовые гибриды, имеющие в своей генеалогии 4 и 5 видов рода *Solanum*. Среди них выделили клоны, проявившие высокую устойчивость к фитофторозу на инфекционном фоне (поражение 8–9 баллов), а также в опытах по дозированной инфекции.

Клоны, слабо поражавшиеся в поле фитофторозом, проявили в большинстве своем устойчивость к искусственному заражению методом дозированной инфекции. На листьях от клонов, характеризовавшихся полевой устойчивостью, нанесли капли суспензии, содержащей определенное количество конидий фитофторы (25, 30–40, 60–80), и помещали их на сутки во влажную камеру. При таких оптимальных условиях испытываемые образцы проявили несколько форм устойчивости, а именно: заражались лишь при высокой инфекционной нагрузке (суспензия, имевшая 60 конидий в поле зрения микроскопа), имели длительный инкубационный период, слабое разрастание пятен поражения, ограниченное спорообразование. Отмечено, что образцы со слабым разрастанием пятен поражения в большинстве случаев (80–95%) имели и другие формы проявления устойчивости, в т.ч. и все четыре формы (75,5% случаев). Можно отметить также, что слабым развитием некроза и ограничением спорообразованием характеризовались в основном образцы листьев от клонов, имевших слабое поражение фитофторозом в полевых условиях. По совокупности ряда ценных показателей особо выделились образцы с богатой генной основой — межвидовые гибриды, имеющие в своей генеалогии несколько видов рода *Solanum*. Клоны, полученные на основе 3-кратных конвергентных скрещиваний, имеющие в своей генеалогии 5 видов картофеля, характеризовались исключительно высокой полевой устойчивостью. Среди них отмечен самый высокий процент клонов, не пораженных фитофторозом на инфекционном фоне. У большинства из них отмечено несколько форм проявления устойчивости, в т.ч. способность подавлять конидиеобразование у паразитирующей на них фитофторы.

Полученные результаты показывают, что используя в единой программе гибридизации несколько источников устойчивости различной видовой принадлежности и проводя конвергентные скрещивания между гибридами, унаследовавшими устойчивость от разных видов, можно усилить проявление горизонтальной устойчивости — признака, имеющего полигенную основу [4]. Среди получаемых при этом гибридов можно выявить образцы, проявляющие высокую устойчивость и почти не поражаемые фитофторозом на фоне эпифитотийного развития болезни. При этом большинство из них способно передавать это качество генеративному потомству. При самоопылении таких гибридных образцов были получены сеянцы, слабо поражаемые при инокуляции сложновирulentными расами фитофторы и проявляющие высокую устойчивость на инфекционном фоне.

Скрещивания между гибридами, унаследовавшими устойчивость от разных видов, характеризовались повышенным количеством гибридных семян, устойчивых к заражению фитофторой. В гибридных популяциях от конвергентных скрещиваний, сочетающих гены различного видового происхождения, нами отмечен высокий процент семян (более 60), сохранившихся здоровыми после инокуляции сложновирulentными расами фитофторы. В особенности это отмечалось в результате 2- и 3-кратных конвергентных скрещиваний с использованием четырех и пяти источников устойчивости.

Донорские способности полученных гибридов проявились при скрещивании их с культурными сортами картофеля. Показателем хороших донорских способностей устойчивых гибридных образцов может служить превалирование непоражаемых фитофторозом семян в потомствах от скрещиваний таких гибридных образцов с культурными сортами. А наиболее убедительным показателем их практической значимости послужит выделение в таких гибридных потомствах клонов, сочетающих высокую устойчивость к фитофторе с хорошей продуктивностью.

Были скрещены различные гибридные образцы с культурными сортами, возделываемыми в Ленинградской обл. (Петербургский, Няда, Архидея и др.) В результате проведенных опытов при искусственном заражении и отборе наиболее устойчивых семян, а также по результатам тестирования на инфекционном фоне получено 11 высокоустойчивых к поражаемому фитофторозом клонов, характеризующихся хорошими товарными показателями. В гибридных популяциях от скрещивания устойчивых гибри-

дов с культурными сортами преобладают непоражаемые или лишь слабо поражаемые фитофторозом семена, что указывает на хорошую донорскую способность большинства полученных нами гибридных образцов.

В заключение необходимо сказать, что горизонтальная устойчивость не исключает полностью возможность заражения фитофторозом, но может значительно ослабить последствия, вплоть до экономически незначимой степени. Сильно выраженная горизонтальная устойчивость к фитофторозу, унаследованная гибридами, полученными на основе дикорастущих источников устойчивости, сохраняется при беккросировании и усиливает свое действие в результате конвергентных скрещиваний.

Нами были выделены гибридные образцы, характеризующиеся двояким защитным действием против фитофтороза. Они проявляют высокую устойчивость к заражению патогеном, заражаясь лишь при высокой инфекционной нагрузке. Одновременно с этим у таких образцов отмечена способность заметно ограничивать конидиеобразование у паразитирующей на них фитофторы, что сокращает количество производимого ею инокулюма. Созданные во ВНИИЗР доноры горизонтальной устойчивости к фитофторе при использовании их в селекции картофеля будут способствовать созданию сортов, практически не страдающих от фитофтороза и не нуждающихся в дополнительных мерах защиты (обработки фунгицидами) от этого заболевания. Обладая хорошими товарными качествами и имея высокую продуктивность, они кроме этого проявляют устойчивость к фитофторе, тормозя развитие патогена, что снижает численность его природной популяции. ■

УДК 634.1:581.1.036.5

## ПОЛЕВАЯ ОЦЕНКА ЗИМОСТОЙКОСТИ ПЛОДОВЫХ И ЯГОДНЫХ КУЛЬТУР

**В.В. Абызов, А.С. Гляделкина, И.В. Зацепина, Р.Е. Кириллов, А.А. Конюхова, Ал.В. Кружков, Ан.В. Кружков, И.В. Лукьянчук, В.В. Чивилев, А.Н. Юшков, Всероссийский НИИ генетики и селекции плодовых растений им. И.В. Мичурина**

Поздние весенние и ранние осенние заморозки, низкие температуры в середине зимы и оттепели с последующими морозами ограничивают распространение многих сортов плодовых и ягодных культур. Любой сорт, обладающий высокими качественными характеристиками, но недостаточной зимостойкостью, не может получить широкого распространения в промышленных и индивидуальных садах. В настоящее время данный показатель рассматривается как суммарный и состоящий из нескольких самостоятельных признаков, которые контролируются генотипом растения.

На зимовку плодовых и ягодных культур существенное влияние оказывают почвенный режим, высота снежного покрова, возраст насаждений, схема посадки и агротехника. Также сильно воздействуют световой, водный и температурный факторы. Вследствие специфичности каждого генотипа, сорта и виды садовых культур по-разному реагируют на изменения окружающей среды.

Сильные повреждения садов наблюдаются только в зимы, которые принято называть критическими. Зима 2005—2006 г. на территории Тамбовской обл. характеризовалась крайне неблагоприятными погодными условиями. Температура воздуха в январе опускалась ниже абсолютного многолетнего минимума на 2—4°C. К тому же в осенне-зимний период растения не приобрели необходимой закалки (среднесуточная температура воздуха превышала среднемноголетнее значение на 2—3°C).

В 2006 г. во ВНИИГиСПР им. И.В. Мичурина провели оценку степени подмерзания плодовых и ягодных культур (сорта и формы яблони, груши, вишни, черешни, алычи, земляники, малины и смородины народной, отечественной и зарубежной селекции) в полевых условиях.

Выявлено повреждение тканей плодовых культур, из которых наименьшей устойчивостью характеризовалась киселема. Подмерзание коры и камбия было незначительным или не наблюдалось вовсе. Значительный ущерб критические температуры нанесли и генеративной сфере, особенно косточковых культур. Гибель 80—100% плодовых почек привела к отсутствию цветения и полной потере урожая у груши, вишни, черешни, алычи. Повреждения вегетативных почек наблюдались в меньшей степени и, как правило, носили обратимый характер.

Без повреждений перенесли суровую зиму сорта яблони Летнее алоэ, Китайка золотая ранняя, Золотая тайга, Горноалтайское, Кандиль уральский, Алые паруса, Алтайское нарядное. Незначительные повреждения древесины (до 1 балла) отмечены у высокоадаптивных сортов народной и отечественной селекции Коричное полосатое, Антоновка обыкновенная, Бабушкино, Мирон сахарный, Варгуля, Украинское, Коричное новое, Летнее Будаговского, Дочь Коричного, Уралец, Анисик омский, Уральское наливное, Серебряное копытце, Аленушка. В группу устойчивых вошли и сорта Крупное иммунное, Алеся, Бархатное, Аркад зимний, Аркад сахарный, Грушовка новая, Бога-



тырь, Братчуд, Анис новый, Анис алый, Орловский пионер, Мичуринская красавица, Заславское, Красуля, Скала, Успенское, Орловим, Звездочка, Летнее алоэ, Фрегат, Болотовское, Июльское Черненко, Слоненок, Орловское полосатое, Голубь мира, Полинка, Ветеран, Брусничное. Степень подмерзания одно- и двухлетней древесины составила менее 1,5 балла при отсутствии повреждений коры и камбия.

Ткани у сортов Осеннее полосатое, Налив розовый, Орловская гирлянда, Кандиль Никитина, Винное, Кандиль новый, Квинти, Синап орловский, Орловское зимнее, Жигулевское, Ренет Черненко, Зимнее превосходное, Память Сюзаровой, Кортланд, Черное дерево, Подарок Графскому были повреждены сильнее — до 2,5 балла. Степень повреждения коры и камбия у данных сортов не превышала 1 балла.

Многие сорта южной зоны плодоводства (Мекспур, Либерти, Гевин, Фридом, Графенштейнское, Штеттинское красное) имели серьезные повреждения тканей древесины (более 3,5 балла), коры и камбия (более 3 баллов).

Из изученных сортов груши наибольшей зимостойкостью в полевых условиях характеризовались производные груши уссурийской (Нежность, Красуля, Краснобокая, Князь Гвидон, Свердловчанка, Уралочка, Репка и форма Темнум), у которых после суровой зимы не было обнаружено повреждений тканей коры, камбия, древесины и сердцевины, а степень подмерзания плодовых почек не превышала 0,5 балла. Незначительные повреждения тканей однолетнего побега (от 1 до 2 баллов) отмечены у сортов Августовская роса, Аллегро, Дочь Зари, Дочь Бланковой, Ириста, Лада, Осенняя мечта, Рапсодия, Северянка, Северянка краснощекая, Скороспелка из Мичуринска. Степень подмерзания сортов Бессемянка, Любимица Яковлева, Памяти Яковлева, Ника, Чудесница, Новелла, Яковлевская, Первомайская, Смуглянка, Феерия не превышала 3,5 балла. Полностью погибли деревья некоторых североамериканских, западноевропейских, восточноазиатских и южных сортов и форм (Stasey, Flemish Beauty, Магнесс, Тривинель, Сильва, Бай-ли, Англи, Мунглоу, Китайская 13, Деканка новая, Талгарская красавица, Соната).

Среди косточковых культур наибольшей устойчивостью характеризовались сорта и элитные формы вишни Алмаз, Диана, Память Горшкова, Романтика, Тургеневка, Харитоновская, у которых отсутствовали повреждения тканей, а степень подмерзания цветковых почек не превышала 2,5 балла. Повреждение тканей до 1 балла отмечено у сортов Акварель, Малютка, Ровесница, Троицкая, Юбилейная.

Из изученных сортов черешни максимальной зимостойкостью обладали Заря Жукова, Итальянка, Приусадебная желтая, Родина, Слава Жукова, ткани которых подмерзли не более чем на 2 балла.

Низкие температуры привели к существенному повреждению большинства форм алычи. Так, подмерзание древесины у сортов Алая заря, Мичуринская, Солнечная превысило 3 балла. Наибольшей устойчивостью характеризовался сорт Ранняя розовая, у которого степень подмерзания ксилемы не превысила 1,5 балла.

Благодаря высокому снежному покрову, ягодные культуры перенесли суровую зиму без существенных повреждений.

Выделены сорта земляники без признаков подмерзания (Источник, Привлекательная и Фейерверк). Гибель менее 10% рожков (до 1 балла) отмечена у сортов Царскоесельская, Яркая, Гигантелла, Зенга Зенгана, Кама, Лакомая, Львовская ранняя, Марышка, Праздничная, Редгонтлит, Рубиновый кулон, Русановка, Торпеда, Урожайная ЦГЛ и Фестивальная. Средним повреждением (до 2 баллов) с вымерзанием до 25% рожков, выпадением отдельных маточных кустов и заметной невыравненностью развития характеризовались сорта Горноуктусская, Зенит, Зефир, Золушка, Кокинская поздняя, Хуммиджента, Мармион, Сударушка, Трубадур. Наиболее сильно (до 3 баллов) пострадали сорта Кардинал, Кокинская заря, Барлидаун, Куйбышевская и Амулет. У них наблюдалось вымерзание до 50% рожков, в т.ч. до 10% маточных кустов, растения были ослаблены, по развитию не выровненные.

Высокой устойчивостью к повреждающим факторам зимнего периода характеризовались сорта красной смородины Вика, Мармеладница, Асора, Белка и сорт черной смородины Селеченская 2. Незначительное подмерзание (до 1 балла) отмечено у форм черной смородины Зеленая дымка, Черный жемчуг, Оджибин и сорта красной смородины Осиповская. Слабое подмерзание (до 2 баллов) имели сорта черной смородины Гулливер, Экзотика, Лабильная и форма красной смородины Нива. Средним повреждением (до 3 баллов) отличались формы черной смородины Кира, Перун, Севчанка, Орловский вальс, Орловская серенада и Муравушка.

Анализ устойчивости насаждений малины показал, что относительно высокой морозостойкостью со степенью повреждения побегов и почек до 2 баллов (менее 25%) характеризуются сорта Пересвет, Гусар, Вольница.

Таким образом, выявлены наиболее устойчивые к повреждающим факторам зимнего периода сорта и формы яблони, груши, алычи, малины, земляники и смородины. ■

УДК 634.13:631.52

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕНОФОНДА ГРУШИ ДЛЯ СОЗДАНИЯ НОВЫХ СОРТОВ

*Е.Н. Седов, Н.Г. Красова, Е.А. Долматов, А.В. Сидоров,  
Всероссийский НИИ селекции плодовых культур*

Для садоводства средней полосы России основным лимитирующим фактором возделывания высококачественных сортов груши является сочетание неблагоприятных факторов осенне-зимнего периода при недостатке тепла летом. Кроме того, производители сталкиваются с трудностями в процессе ухода за грушевым садом и уборки урожая в связи с высокорослостью и специфической реакцией распространенных сортов груши на обрезку, что при недостатке опытных и квалифицированных кадров делает культуру низкорентабельной. При этом в настоящее время очень слабо распространены сорта груши с плодами зимнего

созревания. Поэтому задача выведения и подбора сортов груши, адаптированных к местным условиям, с хорошей зимостойкостью, устойчивых к болезням, низкорослых, скороплодных, урожайных, с плодами высоких товарных и потребительских качеств является актуальной для средней полосы России.

Во ВНИИСПК в первичном и коллекционном сортоизучении собрано более 600 сортообразцов груши из различных эколого-географических зон, имеющих различное происхождение. Гибридный фонд включает 4500 гибридных сеянцев. Сады расположены на темно-серых

лесных почвах, склоны не более 5°. Климат умеренно-континентальный.

Многолетнее изучение большого генофонда сортов и форм груши позволило проанализировать и обобщить данные по хозяйственно-биологическим показателям и выделить сорта и формы — источники и доноры для селекции с высоким уровнем отдельных или комплексом ценных признаков.

**Зимостойкость.** Изучение сортового фонда показало, что примерно половина сортов, распространенных и проходящих испытание в средней зоне садоводства России генетически связана с уссурийской грушей, которая сыграла главную роль в повышении зимостойкости сортиamenta культуры. Особенно результативным оказалось вовлечение в гибридизацию сортов зоны Урала, Сибири и Дальнего Востока (Ольга, Тема, Поля, Сибирячка, Ноябрьская, Яблоковидная, Приморская красавица, Повислая и др.). Часть из них была использована селекционерами для создания новых сортов для средней зоны садоводства, особенно при скрещивании с Лесной красавицей. С их участием получены сорта Десертная, Бере Русская, Мраморная, Нежная, Россошанская осенняя, Яркая, Ясная (Россошанская опытная станция), Красавица Поволжья, Дубовская ранняя (Дубовский плодово-виноградный опорный пункт). Хорошую зимостойкость имеют сорта Бере московская, Детская, Дюймовочка, Видная (ВСТИСП), Лада, Кафедральная, Отрадненская, Память Жегалова, Чижовская (ТСХА), Осенняя мечта, Памяти Яковлева, Скороспелка из Мичуринска (ВНИИГиСПР), Гвидон, Тонковетка уральская, Пингвин, Пермьчка (Свердловская ОСС), являющиеся гибридами второго поколения от уссурийской груши. Выявлены зимостойкие формы груши селекции НИИ садоводства Сибири им. Лисавенко, происходящие от уссурийской груши, с удовлетворительным вкусом и массой плодов 100 г и выше (Перун, Сварог, 7-6, 12-80, 1-55-733, 0-69-560). Представляют интерес для селекции сорта ЮУНИИПОК с высокой морозостойкостью дерева Ларинская, Долгожданная, Миф, Краснобокая, Декабринка и Сказочная. При этом Краснобокая обладает сдержанным ростом дерева, Декабринка и Сказочная устойчивы к парше и галловому клещу.

Высокую зимостойкость проявили также и некоторые местные полукультурные сорта груши обыкновенной, такие как Восковка, Воцанка, Желтая зимостойкая, Тонковетка и ряд других. Отдельные из них в настоящее время широко используются в селекционных программах ВНИИСПК [6].

Большинство сортов селекции ВНИИСПК генетически связаны с уссурийской грушей. Сорта Лира, Марсианка, Память Паршина, Среднерусская, Русановская, Январская являются потомками второго поколения, Есенинская, Муратовская — третьего, Нерусса, Тютчевская — четвертого. В качестве второй исходной формы на разных этапах скрещивания были использованы европейские сорта Бере

Диль, Бере Лигеля, Жерве, Вильямс, Лесная красавица, Любимица Клаппа, Оливье де Серр.

Довольно суровые погодные условия зимы 2002—2003 г. позволили провести отбор зимостойких сеянцев в полевых условиях. Наиболее зимостойкими оказались сеянцы из семей 17-43-30 × Шихан, Сеянец Яковлева 111 × Жерве, Oszi rorsdas × Сеянец Яковлева 111, 20-11 × 19-2, 20-15 × 20-11, 29-6 × 20-11, 40-4 × 20-11, средние значения повреждений по которым не превышали 0,3 балла. Наименьшую зимостойкость проявили сеянцы из семьи 24-61-119 × 17-62-26 — общая степень повреждения (ОСП) сеянцев составила 3,4 балла (табл.). Это объясняется происхождением обеих форм от восточных видов груши, не отличающихся высокой морозостойкостью.

Выделено 30 гибридных сеянцев с высокой полевой зимостойкостью из семей Oszi rorsdas × Сеянец Яковлева 111, Wiki körte × Восковка, Сеянец Яковлева 111 × Жерве, 10-57-91 × груша березолистная, а также от апомиктических форм. Наибольшей зимостойкостью отличаются сеянцы из семей с участием формы 20-11, которая выделена как первый комплексный донор, созданный с использованием апомиксиса.

**Слаборослость.** Создание слаборослых сортов — одно из приоритетных направлений в селекции груши. Решение этой проблемы возможно двумя путями — на полигенном и моногенном уровне. Для успешной селекции на сдержанный рост дерева в помологических насаждениях института собрана большая коллекция источников и доноров этого признака с полигенным контролем.

Для создания высокоадаптивных сортов в качестве комплексных источников зимостойкости, устойчивости к

**Зимостойкость сеянцев различного происхождения (2002—2003 г.)**

Гибридная семья	Доля сеянцев с ОСП, %						Средний балл
	0 баллов	1 балл	2 балла	3 балла	4 балла	5 баллов	
Память Яковлева × 15-10-110	32	45	14	9	0	0	1
Краснобокая × смесь пыльцы*	59	33	8	0	0	0	0,6
Ноябрьская × Люберская	60	34	0	3	3	0	0,5
Чижовская × Люберская	49	38	8	5	0	0	0,7
24-61-119 × 17-62-26	2	4	9	39	28	18	3,4
24-45-45 × см. пыльцы	38	29	14	19	0	0	1,1
17-43-30 × Шихан	85	13	2	0	0	0	0,2
15-51-50 × 15-54-100	60	24	12	4	0	0	0,6
Сеянец Яковлева 111 × Жерве	72	25	3	0	0	0	0,3
Oszi Rorsdas × Сеянец Яковлева 111	92	8	0	0	0	0	0,1
Moonglow × P. betulifolia	55	10	15	15	0	5	1,1
24-47-71 × Скороспелка из Треву	53	39	4	4	0	0	0,6
Белорусская поздняя × Треву тетра	56	36	0	8	0	0	0,6
20-11 × 19-2	86	8	3	3	0	0	0,25
20-11 × Бирюзовая	72	20	6	1	0	1	0,4
20-15 × 20-11	68	32	0	0	0	0	0,3
19-2 × 20-11	86	7	0	0	7	0	0,4
21-1 × Люберская	62	23	6	0	3	6	0,8
29-6 × 20-11	84	13	0	0	3	0	0,3
40-6 × 21-1	68	13	5	2	5	7	0,8
40-6 × 20-15	71	20	0	6	0	3	0,55
40-2 × 40-4	52	9	9	9	4	17	1,6
40-3 × 21-1	53	27	8	4	0	8	0,9
40-4 × 20-11	88	4	0	4	0	4	0,3
31-1 × 21-1	47	12,5	9	12,5	3	16	1,6

\* смесь пыльцы Жерве + Оливье де Серр + Деканка зимняя

грибным болезням и слаброслости дерева во ВНИИСПК выделены сеянцы 10-57-91 и 10-57-104 (Сеянец Яковлева 111 × Елена). Они имеют слаброслые деревья высотой не более 3 м и плоды ниже средней величины посредственно-го вкуса. От семян свободного опыления китайского сорта Пхорун также получены комплексные источники слаброслости, скороплодности, зимостойкости и устойчивости к грибным болезням (17-43-30 и 17-43-36), с несвойственной груше шаровидной кроной, с характерным для спуровых форм ветвлением. Эти слаброслые формы представляют значительный интерес как исходные для селекции на слаброслость и скороплодность [5, 7] и с 1976 г. широко используются во ВНИИСПК для этой цели, как и местный сорт Фунтовка, характеризующийся слаброслостью деревьев, толстыми, слабо разветвленными побегами с густо расположенными плодовыми образованиями [6]. Донорами скороплодности и компактного габитуса роста деревьев являются также местные сорта Баба, Восковка, Груша от Кист. При этом Восковка имеет колонновидный тип кроны. Для создания сортов груши, имеющих компактные кроны удобные для сбора урожая и механизированного ухода за деревьями, могут представлять интерес сорта Колхозница, Кармен, Крупная осенняя, Московская, Польская, гибриды селекции ВНИИСПК 15-10-110, 17-35-36 и др. Получены и проходят первичное изучение некоторые компактные формы от этих сортов [3].

Для выведения суперкарликовых компактных сортов груши с 2000 г. во ВНИИСПК используется пыльца южных форм груши с геном D, происходящих от спонтанного клона Nain Vert. В качестве материнских форм были использованы доноры зимостойкости (Груша от Сомова, Восковка, ряд форм апомиктического происхождения, связанные с грушей уссурийской). Новые суперкарликовые формы груши, полученные от форм с моногенным контролем признака (ген D), проявляют достаточную экологическую устойчивость в условиях Орловской обл.

**Скороплодность и продуктивность.** Большинство сортов груши начинают плодоносить на 7–8-й год после посадки, поэтому особенно ценятся скороплодные сорта. Источниками высокой скороплодности могут служить некоторые формы груши уссурийской или ее производные. Высокую эффективность в качестве родительских форм проявили такие сорта, как Северянка, Сеянец Яковлева 111, Пхорун, в семьях, с участием которых до 20% сеянцев начинали плодоношение на 6-й год после посадки.

Степень проявления скороплодности у потомства определяется сочетанием наследственных факторов обоих родителей. Перспективными комбинациями являются Северянка × Фелпс, Северянка × Каприс Армуд, С. Яковлева 111 × Бере Октября, Пхорун — свободное опыление [2]. С участием доноров скороплодности создан сорт Памятная, плодоносящий с 5-летнего возраста, а к 10-летнему имеющий урожайность в среднем 180–200 ц/га. Высокая скороплодность отмечена у сортов Есенинская и Аннушка, которые при прививке в крону закладывали цветковые почки на однолетней древесине.

Быстро нарастает урожайность по годам у сортов Ботаническая, Русановская, Млеевская ранняя, Муратовская, Памяти Яковлева, Нежность, Северянка, Скороспелка из Мичуринска и др. Высоким выходом высокопродуктивных сеянцев отличаются семьи Бергамот осенний × Любимица Клаппа, Сеянец Яковлева 111 × Фелпс, Комплексная × Веснянка, Бергамот осенний × Пелтни.

Высокая урожайность (150–210 ц/га) у сортов летнего срока созревания Марсианка, Орловская летняя, Орловская красавица, Аннушка и осеннего срока созревания Есенинская, Муратовская, Памяти Яковлева, Осенняя Яковлева, Нерусса, Тютчевская. Эти сорта интересны как для садов интенсивного типа, так и для дальнейшего использования в селекции.

**Устойчивость к болезням.** Устойчивость к болезням в значительной степени определяется происхождением

сорта. Ценными исходными формами при выведении устойчивых к парше сортов могут быть сорта груши обыкновенной Баба, Белорусская поздняя, Бергамот донской, Ботаническая, Глива сахарная, Млеевская ранняя, Памятная.

В селекции на устойчивость к буровой пятнистости (энтомоспориуму) могут быть рекомендованы сорта Московская, Нежность, Памятная, Польская, Памяти Яковлева, Светлянка. Потомство сорта Славянская — (уссурийская груша × Бере Лигеля) × Любимица Клаппа проявляет доминантный характер наследования к пяти расам возбудителя [8]. Потомство сорта Нежность (Тема × Любимица Клаппа) устойчиво к четырем расам бурой пятнистости (филлостикта).

К септориозу устойчивы сорта Нежность, Светлянка, Бере Октября, которые обладают олигогенным характером устойчивости [8, 9].

В условиях средней полосы России при создании сортов с комплексной устойчивостью к болезням (парше, буроватости, септориозу) большое значение может иметь отдаленная гибридизация зимостойких сортов груши Бретшнейдера и груши песчаной (Вансан, Пин-го-ли, Тем-бо-ли и т.п.) с местными полукультурными формами груши обыкновенной и сортами народной селекции. Очень перспективны потомки груши уссурийской. Во ВНИИСПК успешно использовали в качестве доноров комплексной устойчивости сорта Загадка, Сеянец Яковлева 111 и Сеянец Яковлева 104, Северянка. В результате созданы и проходят изучение комплексные доноры устойчивости к болезням (парше, буроватости, септориозу) гибриды 24-61-116 и 24-61-119 (Восковка × Вансан), 24-41-45 и 24-41-53 (Сеянец Яковлева 111 × Оливье де Серр), отличающиеся зимостойкостью и скороплодностью.

В последние годы по результатам наблюдений в полевых условиях выделено 10 сеянцев груши по признакам высокой устойчивости к буроватости и септориозу (32А-2-15; 32А-2-17; 32А-2-18; 32А-2-23 — из семьи Magness × P. betulifolia; 32А-2-24 — из семьи 10-57-91 × P. betulifolia; 32А-6-42; 32А-7-9; 32А-7-21; 32А-7-22; 32А-7-26 — из семьи 7-6 × Юбилейная). У этих гибридных сеянцев полностью отсутствовали признаки заболевания септориозом, буроватостью и паршой.

**Качество плодов.** Одними из важнейших показателей, определяющих ценность сорта, является масса, привлекательность внешнего вида, вкусовые качества плодов. Для селекции на эти признаки могут быть использованы Груша из Тагино, Елена, Лесная красавица, Лето, Мраморная, Маслянистая летняя, Млеевская ранняя, Красавица Черненко, Юлиана. Для селекции на яркую окраску кожицы — Гранатовая, Кармен, Красная груша, Муратовская, Нарядная Ефимова, Орловская красавица, Россошанская красивая, Тютчевская, Яркая. По результатам анализа гибридного фонда ВНИИСПК донорами комплекса признаков высокого качества плодов являются сорта Лесная красавица, Любимица Клаппа, Вильямс, Вильямс красный, Бордовая [2].

В последние годы по результатам дегустационной оценки вкуса плодов были выделены сеянцы 32а-2-30, 32а-2-31 — из семьи Память Яковлева × Конференция; 32а-5-28, 32а-5-32, 32а-5-34 — из семьи 15-38-14 × Лада; 32а-5-12 — из семьи Есенинская × Лада; 32а-3-16 — из семьи Белорусская поздняя × Маяк. Оценка их вкуса превышала 4 балла.

Широкое применение в селекции многих из изученных форм позволило создать во ВНИИСПК ряд комплексных доноров и новых перспективных сортов груши (всего создано 14 сортов, из которых 6 районировано).

Таким образом, в селекции новых сортов наиболее эффективны семьи, созданные с участием груши уссурийской, или местные сорта народной селекции в сочетании с высококачественными сортами южного или европейского происхождения. Для наиболее эффективной передачи потомс-

тву выдающихся признаков в качестве родительских форм рекомендуется использовать взаимодополняющие сорта и формы по комплексу хозяйственно ценных признаков, а также районированные сорта в сочетании с комплексными донорами. Признаки, наследуемые от видов груши восточ-

ного происхождения, как правило, доминируют, поэтому для создания доноров ценных признаков целесообразно наряду с грушей уссурийской широко использовать наиболее зимостойкие сорта груши песчаной, груши грушелист-ной и груши Бретшнейдера. [1]

УДК: 634.74:631.526.32

## ОЦЕНКА СОРТИМЕНТА ЖИМОЛОСТИ СРЕДНЕЙ ПОЛОСЫ РОССИИ ПО БИОХИМИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ ПРОДУКТИВНОСТИ

Ю.В. Трунов, Т.Е. Бочарова, Мичуринский государственный аграрный университет

Основная задача выращивания таких ценных культур, как жимолость, — получение максимального количества плодов с высоким содержанием питательных и биологически активных веществ, валовое производство которых зависит как от величины урожая культуры, так и от уровня содержания в плодах того или иного ценного компонента. Предлагаем в дальнейшем условно называть этот выход биологически активных веществ «биохимической продуктивностью» сорта по отношению к тому или иному ценному компоненту, выраженной в весовых единицах с 1 га.

В 2003—2006 гг. нами определена биохимическая продуктивность (сахара, органические кислоты, аскорбиновая кислота, антоцианы, флавонолы, катехины, каротины и пектины) 45 сортов и сортообразцов селекции ВНИИР им. Н.И. Вавилова, НИИ садоводства Сибири им. М.А. Лисавенко, Южно-Уральского НИИ плодовоощеводства и картофеля, ВНИИС им. И.В. Мичурина, а также местных и народной селекции. Анализы содержания в плодах Р-активных веществ (флавонолов, катехинов) выполнены по методике Л.И. Вигорова, антоцианов — по методу Никитского ботанического сада (Ялта, 1982), аскорбиновой кислоты — йодометрическим методом, органических кислот — потенциометрическим методом (ГОСТ 25555.0-82), пектиновых веществ — объемным методом (по С.Я. Райк), каротинов — по Мурри, сахаров — по методу Бертрана. По всем сортам проведена оценка содержания в плодах сахаров, органических кислот, пектинов, каротинов, аскорбиновой кислоты и Р-активных соединений.

Установлено, что биохимическая продуктивность накопления сахаров в насаждениях 2001 г. посадки была наименьшей (70,7 кг/га) у сорта Зимородок, максимальной (764,8 кг/га) — у сортообразца Вельможа (1045-11). Высоким накоплением сахаров отличались также сорта и сортообразцы Вельможа (1045-11) — 764,8 кг/га, Трое друзей (96-3) — 539,9, Принцесса Диана — 582,4, 97-1 (Княгиня) — 504,7 кг/га.

По выходу флавонолов к наиболее перспективным сортам и сортообразцам можно отнести Вельможу (1045-11) — 17,5 кг/га, Принцессу Диана — 22,4, Куминовку — 22,7, Петрул (96-4) — 20,9, Раменскую — 18,4 кг/га.

Высокий выход катехинов дают сорта и сортообразцы 97-2 (Задена) — 48,9 кг/га и Вельможа (1045-11) — 32,2 кг/га.

По выходу антоцианов к наиболее перспективным сортам и сортообразцам относятся Принцесса Диана — 138,9 кг/га, Куминовка — 69,2, Лидия — 71,9, Петрул (96-4) — 79,9, Раменская — 80,8 кг/га.

Биохимическая продуктивность накопления пектинов в плодах жимолости насаждений 2001 г. посадки была наибольшей у сортов и сортообразцов Вельможа (1045-11) — 60,9 кг/га, Принцесса Диана — 75,6, Шахиня — 55,5 кг/га.

По выходу каротинов в плодах жимолости к наиболее перспективным можно отнести сорта и сортообразцы

Вельможа (1045-11) — 13,4 кг/га, Куминовка — 11,5, Раменская — 11,2, Трое друзей (96-3) — 17,9, Шахиня — 14,7 кг/га.

Наибольшим накоплением аскорбиновой кислоты в плодах жимолости в насаждениях 2001 г. посадки отличаются сорта и сортообразцы Вельможа (1045-11) — 1,9 кг/га, Дельфин — 1,9, Принцесса Диана — 2,6, 97-1 (Княгиня) — 3,2, Раменская — 2,1, Шахиня — 2,4 кг/га.

Накопление в плодах жимолости органических кислот было наиболее высоким у сортов и сортообразцов Принцесса Диана — 192,7 кг/га, 97-1 (Княгиня) — 142,1, Куминовка — 143,5, Лидия — 108,8, Радость моя — 104, Раменская — 114,3, Шахиня — 137,6, Трое друзей (96-3) — 112,7 кг/га.

Таким образом, по биохимической продуктивности к наиболее перспективным сортам в насаждениях 2001 г. посадки можно отнести сорта и сортообразцы Вельможа (1045-11) и Принцесса Диана, в плодах которых в течение четырех лет накапливалось наибольшее количество сахаров, флавонолов, катехинов, антоцианов, пектинов, аскорбиновой кислоты, органических кислот.

Биохимическая продуктивность накопления сахаров в насаждениях 2002 г. посадки была наиболее высокой у сортов и сортообразцов Кюлопан (9-93) — 764,9 кг/га, Гирлянда (2-83-3) — 517,4 кг/га, Витим (2-62-43) — 467,8 кг/га.

По выходу флавонолов к наиболее перспективным следует отнести сорта и сортообразцы Братка — 12,5 кг/га, Витим (2-62-43) — 11,0, Гирлянда (2-83-3) — 14,7, Кюлопан (9-93) — 16,5, Лиманакс (1-93-2) — 15,2, Пташка — 12,6 кг/га.

Высокий выход катехинов дают сорта и сортообразцы Витим (2-62-43) — 10,5 кг/га, Гирлянда (2-83-3) — 12,6, Кюлопан (9-93) — 10,9, Лиманакс (1-93-2) — 11,6 кг/га.

По выходу антоцианов к наиболее перспективным можно отнести сорта и сортообразцы Гирлянда (2-83-3) — 86,2 кг/га, Кюлопан (9-93) — 71,2 кг/га, Лиманакс (1-93-2) — 54,3 кг/га.

Биохимическая продуктивность накопления пектинов в плодах жимолости насаждений 2001 г. посадки была наиболее высокой у сортов и сортообразцов Витим (2-62-43) — 46,0 кг/га, Гирлянда (2-83-3) — 53,2, Кюлопан (9-93) — 44,6, Лиманакс (1-93-2) — 41,0 кг/га.

По выходу каротинов к наиболее перспективным следует отнести сорта и сортообразцы Братка — 10,1 кг/га, Гирлянда (2-83-3) — 15,1, Кюлопан (9-93) — 18,5, Лиманакс (1-93-2) — 13,3 кг/га.

Наибольшим накоплением аскорбиновой кислоты в плодах жимолости в насаждениях 2002 г. посадки отличаются сорта и сортообразцы Братка — 2,0 кг/га, Гирлянда (2-83-3) — 2,5, Кюлопан (9-93) — 2,4, Владыко (1040-4) — 1,9 кг/га.

Биохимическая продуктивность накопления в плодах жимолости органических кислот была наиболее высокой у сортов и сортообразцов Гирлянда (2-83-3) — 143,8 кг/



га, Кюлопан (9-93) — 155,9, Лиманакс (1-93-2) — 122,1, Братка — 120,6 кг/га.

Таким образом, по биохимической продуктивности к наиболее перспективным сортам в насаждениях жимолости 2002 г. можно отнести сорта и сортообразцы Кюлопан

(9-93), Гирлянда(2-83-3), Братка, Лиманакс (1-93-2), в плодах которых в течение 3 лет накапливалось наибольшее среди изучаемых сортов количество сахаров, флавонолов, катехинов, антоцианов, пектинов, аскорбиновой кислоты, органических кислот. [1]

УДК: 635.63.018; 649:631.526.32

## АГРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА НОВЫХ СОРТОВ И ГИБРИДОВ ОГУРЦА И ПЕРЦА СЛАДКОГО ДЛЯ ОТКРЫТОГО ГРУНТА В КРАСНОЯРСКОМ КРАЕ

*С.В. Сергоманов, Красноярский государственный аграрный университет*

Производственно-хозяйственное испытание сортов и гибридов огурца проводили в открытом грунте, предшествующая культура — томат. В качестве эталона использовали сорт Алтай. Семена огурца посеяли поздно: 08.06.2004 и 05.06.2005, т.к. продукция нужна для засолки в поздний период.

В 2004 г. всходы огурца были растянуты вследствие неблагоприятных погодных условий (прошел дождь и образовалась почвенная корка). Первые полные всходы отмечены у Алтай, Таника, Аннушки F<sub>1</sub> (15.06), эта тенденция сохранилась и в 2005 г. Учеты, проведенные 6.07, показали, что наибольший рост вегетативной массы был у Алтай, Аннушки F<sub>1</sub> и Таника. У остальных сортов отрастание массы шло с опозданием на 7 дн. Первым среди всех сортов в 2004 г. зацвел Таник (11.07), затем Алтай (13.07). Самым первым в 2005 г. также зацвел Таник, но на 5 дн. раньше, чем в 2004 г. Можно отметить, что наступление основных фаз мало отличалось как по сортам, так и по годам.

Продолжительность периода от полных всходов до первого сбора по сортам составляла в среднем 38 дн., Наименее коротким сроком отличались Алтай, Таник, Черномор (37 дн.), наиболее продолжительным — Аннушка и Изящный (40 дн.). Более интенсивный рост огуречного растения наблюдается у Левины, Аннушки, Зубренка, Черномора и Газели. Это связано с тем, что весь июль стояла жаркая погода, дождей не было.

Наибольшей урожайностью в 2004 и 2005 гг. (все сборы) отличался сорт Левина (845 ц/га), остальные сорта (кроме сортов Аннушка и Изящный) также достоверно превосходили эталон. Сорт Аннушка характеризовался наибольшим выходом стандартной продукции, но достоверно эталон по этому показателю превосходили Таник и Черномор (табл. 1).

Содержание сухого вещества в зеленцах огурца колебалось от 4,3% (Изящный, Черномор) до 5,1% (Левина), общего сахара — от 1,5% (Газель, Изящный) до 2,1% (Левина), нитратов — от 126 мг/кг (Аннушка) до 180 мг/кг (Газель). ПДК нитратов в огурце — 150 мг/кг, у Таника (159), Зубренка (174) и Газели отмечено превышение ПДК, а у Алтай (эталон) — оно было на пределе (149 мг/кг).

В целом можно отметить, что изученные сорта огурца хорошо адаптируются к местным условиям, способны давать высокие урожаи зеленцов, пригодных для употребления в свежем и консервированном виде.

Перец — теплолюбивая культура. Поэтому в открытом грунте выращивается в основном на Северном Кавказе и в Нижнем Поволжье. Северная граница промышленного выращивания перца сладкого проходит через Брянск, Тамбов, Куйбышев, Оренбург, Петропавловск, Барнаул.

В производственно-хозяйственном сортоиспытании, проведенном нами, находилось 9 сортов перца сладкого — Ласточка (эталон), Викинг, Валентина, Золотой телец,

Изюминка, Кавалер, Лакомка, Сибирский князь, Сударушка. Перед посевом семена перца замачивали в растворе алоэ на 24 ч при температуре +20...+25°C, затем их поместили в холодильник на 16 дн.

Первыми появились всходы у Ласточки и Валентинки (10.04), через 3 дн. — у Золотого тельца, Изюминки. Первым среди всех зацвел сорт Ласточка (15.07), через 3 дн. — Викинг, Золотой телец и Кавалер.

**Таблица 1. Общая урожайность и выход товарной продукции огурца (в среднем за 2004–2005 гг.)**

Сорт	Общая урожайность, т/га	Отклонение от эталона, т/га	Выход стандартной продукции*
Алтай (эталон)	62,8	—	48,1/76,6
Аннушка	52,2	-10,6	47,9/91,8
Газель	66,8	+4,0	53,9/80,7
Изящный	34,4	-28,4	25,9/75,3
Зубренок	74,8	+12,0	57,3/76,6
Левина	84,5	+21,7	41,5/41,9
Таник	75,5	+12,7	69,1/91,5
Черномор	77,1	+14,3	64,3/83,4
НСР <sub>05</sub>		2,97	1,16/—

\* В числителе — т/га, в знаменателе — %

**Таблица 2. Общая урожайность и оценка сортов перца сладкого (в среднем за 2004–2005 гг.)**

Сорт	Урожайность товарной продукции, т/га	Поражено септориозом, %	Общая оценка, балл	Урожайность ранней продукции, т/га
Ласточка	19,6	0	5	1,81
Викинг	25,1	0	5	1,44
Валентинка	21,6	0	5	2,13
Золотой телец	26,7	0	5	1,26
Кавалер	25,4	0	5	3,14
Сибирский князь	13,3	0	4	0,37
Сударушка	9,9	0	4	0,50
Лакомка	13,9	0	4	0,74
Изюминка	21,5	0	5	0,96
НСР <sub>05</sub>	1,45			

Продолжительность периода от полных всходов до первого сбора урожая составляла в среднем 121 дн. Самым

коротким он был у Золотого тельца и Изюминки (119 дн.), наиболее продолжительным — у Ласточки и Валентинки (122 дн.).

Высота растений по сортам (в среднем за 2004—2005 гг.) колебалась от 45 см (Лакомка, Сударушка) до 50—51 см (Сибирский князь, Золотой телец), длина плода — от 4,7 см (Сударушка) до 11,3 см (Сибирский князь), толщина стенки плода — от 4 мм (Лакомка) до 6,7 мм (Сударушка), масса плода — от 55 г (Кавалер) до 109 г (Изюминка).

УДК: 633.282:631.527

## СЕЛЕКЦИЯ СУДАНСКОЙ ТРАВЫ НА ПОВЫШЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ К ЗАСОЛЕНИЮ ПОЧВЫ МЕТОДОМ *IN VITRO*

Т.В. Ларина, Российский НИИ сорго и кукурузы «Россорго»

В земельном фонде России засоленные почвы занимают 38,4 млн га [7]. Значительное количество засоленных и солонцовых земель имеется и в Поволжье. Для производства кормов на засоленных землях в засушливых районах одной из самых перспективных культур считается суданская трава. Эта культура отличается высокой продуктивностью, относительной солевыносливостью, засухоустойчивостью и неприхотливостью к почвам. После уборки она оставляет большое количество пожнивных остатков, что способствует улучшению структуры почвы и сохранению ее плодородия.

Сортимент суданской травы в зоне Юго-Востока ограничен и требует постоянного улучшения, особенно в направлении фитомелиорирующей способности новых сортов. Задачей селекции в этих климатических условиях является создание генотипов, сочетающих высокую потенциальную продуктивность с устойчивостью к абиотическим и биотическим стрессам [3].

В результате культивирования *in vitro* клеток верхушечных меристем двух сортообразцов суданской травы (О-16/1Е и Л-319) на фоне засоленной среды путем многократного пассирования были отобраны наиболее устойчивые к засолению каллусные линии. Из них в последующем получены растения-регенеранты. Для оценки их солеустойчивости использовали гидропонный метод. Степень сохранения солеустойчивости, приобретенной в культуре *in vitro*, оценивали путем сравнения потомства регенерантов  $R_0$ — $R_3$  на естественном и провокационном фоне в полевых условиях.

Для испытания регенерантов  $R_0$  и  $R_3$  линий суданской травы О-16/1Е с устойчивостью каллуса к 1,5% NaCl и Л-319 с устойчивостью каллуса к 1,0% NaCl, отселекционированных на устойчивость к 1,0—1,5 % NaCl в культуре тканей, определяли всхожесть семян на гидропонном растворе Кларка с добавлением NaCl. При проращивании применяли градацию содержания соли 0,1% в вариантах с концентрацией солей от 0,5 до 2,5%.

Установлено, что всхожесть семян регенерантов  $R_3$  суданской травы на гидропонном растворе Кларка при засолении через 14 дн. после закладки опыта была ниже, чем в контроле, которым служили семена исходной формы.

Без добавления соли в раствор Кларка у исходной формы суданки 16/1Е она составила 86% (рис. 1), Л-319 — 88% (рис. 2). Семена исходных форм и при слабой засоленности среды имели более высокую всхожесть, чем семена  $R_3$ . Всхожесть семян растений-регенерантов в варианте без засоления была на 27—36% ниже контроля. Длительные условия угнетения при культивировании на засоленной среде сказались на жизнеспособности семян регенерантов. Однако семена исходной формы суданской травы

Наибольшей урожайностью товарной продукции (все сборы) в 2004 и 2005 гг. отличались сорта Викинг, Золотой телец и Кавалер (251, 267 и 254 ц/га соответственно), остальные сорта по урожайности несущественно отличались от эталона (табл. 2).

Для производства большое значение имеет устойчивость растений перца болезнями. Ни на одном исследуемом сорте не отмечено проявления злостного заболевания — септориоза. ■

О-16/1Е при добавлении в раствор Кларка соли в концентрации 1,7% полностью теряли всхожесть, в то время как семена регенерантов  $R_3$  сохраняли способность к прорастанию при повышении концентрации NaCl до 2%.

Тенденция повышения значения летальной концентрации NaCl при прорастании семян регенерантов  $R_3$  по сравнению с исходной формой проявилась у другого сортообразца еще в большей степени (рис. 2).

Семена исходной формы Л-319 теряли способность к прорастанию на среде Кларка при концентрации NaCl 1,3%, в то время как семена регенерантов  $R_3$  сохраняли всхожесть при возрастании концентрации соли до 2%.

Критерий солеустойчивости растений — степень снижения их продуктивности при засолении в сравнении с продуктивностью в аналогичных условиях, но без засоления [5]. Поэтому следующим этапом оценки результатов селекции на солеустойчивость было выращивание полученных регенерантов в полевых условиях на провокационном фоне.

Провокационный фон получили путем искусственного засоления почвы. Для этого предварительно определили засоленность опытного участка и в соответствии с расчетами вносили раствор NaCl, соответствующей концентрации.

Готовили 1,5%-й раствор для линии О-16/Е и 1%-й — для Л-319. Этими растворами поливали почву после посева и в фазе всходов. Осенью провели определение концентрации  $Na^+$  водной вытяжки из почвы по вариантам опыта пламенным фотометром.

Оценка солеустойчивости  $R_0$  и  $R_3$  на засоленном участке показала, что полевая всхожесть регенерантов первого поколения была значительно ниже, чем в третьем поколении, прошедшем 2-кратный отбор на засоленном фоне. По высоте растения-регенеранты значительно уступали исходным формам, но по общей кустистости превосходили их. Растения контроля О-16/1Е превышали по высоте  $R_0$  и  $R_3$ . Различия по высоте между  $R_0$  и  $R_3$  у О-16/1Е были незначительны (0,9%). Это объясняется наличием длительных стрессовых условий *in vitro* и стрессовым эффектом, который перенесли регенеранты после поливов раствором соли.

Урожайность зеленой массы при возделывании на засоленной почве — один из основных показателей солеустойчивости кормовых культур. К солеустойчивым можно относить культуры, у которых при среднем засолении почвы урожайность снижается не более чем на 25%, а при сильном засолении — не более чем на 45% по сравнению с урожайностью, полученной на нормальном агрофоне [4]. Искусственно созданный провокационный фон позволил выявить разную реакцию на засоление исходных форм и полученных из них регенерантов (табл. 1).

**Таблица 1. Влияние засоления почвы на урожайность зеленой массы регенерантов и исходной формы суданской травы О-16/1Е и Л-319 (2005 г.)**

Вариант	Урожайность зеленой массы, кг/м <sup>2</sup>		Снижение урожайности при засолении, %
	Без засоления	При засолении	
О-16/1Е			
Контроль	2,56	1,82	28,9
R <sub>0</sub>	1,95	1,60	17,9
R <sub>3</sub>	2,89	2,35	18,7
НСР <sub>05</sub>	0,32	0,44	
Л-319			
Контроль	2,90	2,00	31,0
R <sub>0</sub>	2,23	2,05	8,1
R <sub>3</sub>	3,18	2,82	11,3
НСР <sub>05</sub>	0,27	0,42	

**Таблица 2. Влияние засоления почвы на урожайность семян регенерантов и исходной формы суданской травы О-16/1Е и Л-319 (2005 г.)**

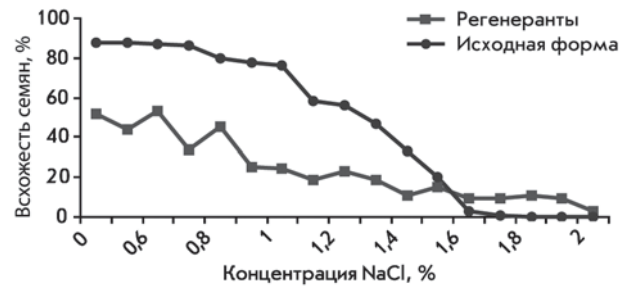
Вариант	Урожайность семян, кг/м <sup>2</sup>		Снижение урожайности при засолении, %
	Без засоления	При засолении	
О-16/1Е			
Контроль	0,26	0,18	30,8
R <sub>0</sub>	0,08	0,06	25,0
R <sub>3</sub>	0,15	0,11	26,7
НСР <sub>05</sub>	0,04	0,05	
Л-319			
Контроль	0,29	0,18	37,9
R <sub>0</sub>	0,17	0,14	17,6
R <sub>3</sub>	0,20	0,17	15,0
НСР <sub>05</sub>	0,03	0,03	

УДК: 635.9:582.572.7

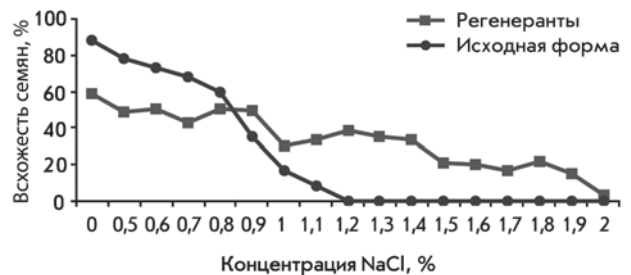
## ДОСТИЖЕНИЯ СЕЛЕКЦИИ ГЛАДИОЛУСА В ЦЕНТРАЛЬНОМ ЧЕРНОЗЕМЬЕ

**Б.А. Кузичев, Всероссийский НИИ садоводства им. И.В. Мичурина,  
О.Б. Кузичев, Мичуринский государственный аграрный университет**

В недалеком прошлом селекционеры основное внимание при работе с гладиолусом уделяли повышению декоративности сортов. Между тем растения гладиолуса зачастую поражаются грибными и бактериальными болезнями, наиболее вредоносными из которых считаются фузариоз, склеротиниоз, ботритиоз, бактериальная парша, септориоз. Гладиолус поражается также вирусными и микоплазменными заболеваниями. Появились и другие опасные для растений факторы окружающей среды. Это потепление климата, резкие смены температуры почвы и воздуха, участились засухи, изменился спектр солнечного освещения в негативную для растений сторону. В связи с этим необходимо выведение сортов, обладающих наряду с высокой декоративностью комплексом таких хозяйственно ценных качеств, как устойчивость к стрессовым факторам биотического и абиотического характера, а также



**Рис. 1. Влияние концентрации NaCl в растворе Кларка на всхожесть семян R<sub>3</sub> линии О-16/1Е в сравнении с исходной формой**



**Рис. 2. Влияние концентрации NaCl в растворе Кларка на всхожесть семян R<sub>3</sub> линии Л-319 в сравнении с исходной формой**

У регенерантов снижение продуктивности в условиях засоления было значительно меньшим, чем у исходных форм. Регенеранты из устойчивой к 1%-й соли каллусной культуры проявили большую устойчивость, особенно в третьем поколении. Семенная продуктивность растений-регенерантов, как и урожайность зеленой массы, была меньше, чем у исходных форм (табл. 2).

Снижение семенной продуктивности при выращивании на засоленной почве у регенерантов значительно меньше, чем у растений контроля. Это также свидетельствует о повышении их солеустойчивости.

Таким образом, сравнение способности к прорастанию на засоленной среде семян растений исходной формы, R<sub>0</sub> и R<sub>3</sub> свидетельствует о возможности повышения солеустойчивости путем использования метода культуры тканей. [1]

следующих этапов: биологической оценки имеющегося сортимента в грунте и при хранении; получении селекционного материала; выделении из числа гибридных сеянцев доноров (источников) высокой декоративности, раннего цветения, устойчивости к заболеваниям и других признаков для дальнейшего ведения селекционной работы; отбора перспективных и элитных форм с комплексом ценных биологических признаков при дальнейшем размножении и передаче элиты в государственное сортоиспытание.

Интродукция гладиолуса в отделе декоративного садоводства ВНИИС им. И.В. Мичурина начата в 1962 г. М.Ф. Киреевой, продолжена Л.Б. Устинской, а затем и авторами данной статьи. Многолетнее изучение созданных в других регионах сортов (всего за период с 1962 по 2007 г. изучено более 700 сортов отечественной и зарубежной селекции) показало, что не все из них пригодны для выращивания в условиях ЦЧР. Зачастую интродуцированные сорта имели низкий коэффициент размножения, многие из них вырождались из-за накопления болезней и по другим причинам. Наибольшая часть сортов зарекомендовала себя с положительной стороны, была оставлена для коллекции, и в настоящее время в отделе имеется свыше 220 сортообразцов гладиолуса. Были получены авторские свидетельства (в соавторстве) на такие интродуцированные сорта, как Каштанка, Красные Следопыты, Космонавт Береговой, Лейла, Олимпийский Огонь и Розовое Кружево.

Собственная селекционная работа в отделе ведется с 1992 г. Ежегодно проводится подбор исходного материала для получения гибридных форм, отличающихся более ранним сроком цветения, имеющих оригинальную окраску, хорошую плотность и гофрировку лепестков, большую устойчивость к всевозможным стрессам. Гибридный фонд гладиолуса постоянно пополняется за счет размножения созданных в отделе перспективных и элитных сеянцев. Каждый год выделяется от 50 до 350 перспективных сеянцев. Часть из них после многолетнего изучения переводится в разряд элитных и отправляется в Государственное сортоиспытание. Ежегодно выделяется 1—2 элитных сеянца. За 14 лет (1992—2007 гг.) нами выделено и изучено более 2030 отборных гибридных сеянцев. Гибридный фонд составляет в настоящее время более 50 тыс. клубнелуковиц I—III разборов и счетной детки, 2,6 тыс. семян от искусственного и более 10 тыс. семян от свободного опыления.

По комплексу признаков за последние годы выделены для товарного размножения несколько десятков сортов, среди которых ведущее место принадлежит таким, как Балет на Льду, Золотой Улей, Каштанка, Малика, Полководец, Розовое Кружево, Сударь Мой и Чародей.

К числу любительских мы относим сорта с оригинальными или выдающимися декоративными качествами, но невысоким коэффициентом размножения или пониженной устойчивостью к заболеваниям или тем и другим. Сорта эти привлекают к себе внимание красивой гофрировкой лепестков, 2—3-цветной окраской, необычными формами цветков или другими исключительными качествами. Это Анфиса (Коркишко), Брызги Водопада (Ардабьевская), Дмитрий Солунский (Кузнецов), Заря Свободы, Русич (Мирошниченко), Кружевница и Летний Зной (Баранов), Крымская Весна (Стрелецкий), Тайфун (Мурин), Якутский Самородок (Чуйков) и др.\*

Анализ экспериментальных данных за ряд лет позволил установить сорта, которые могут служить источниками следующих признаков:

- раннее цветение (Балет на Льду, Костер, Полководец, Прелесть, Родник, Фан Тайм, Чародей, Юрий Никулин);
- высокие декоративные качества (Буревестник, Дивинити, Дикси, Дмитрий Солунский, Драма, Золотой

Улей, Каштанка, Королева Эстрады, Марсианка, Ольга, Прелесть, Рамона, Ред Джинджер, Роз Мари, Роз Парад, Сапфировая Тайна, Сомбреро, Сокровище, Спартан, Сударь Мой, Утомленное Солнце, Факел Мира, Феерия, Хайстайл, Хоум Ран, Эстрада, Юрий Никулин);

— устойчивость к болезням (Балет на Льду, Полководец, Прелесть, Фан Тайм, Чародей).

Для установления донорских способностей указанные сорта скрещивали между собой, они были включены также в прямые и обратные скрещивания с лучшими интродуцированными сортами, обладающими высокими декоративными качествами, из различных регионов России и из-за рубежа. С 1992 г. было подобрано и осуществлено более 630 комбинаций искусственного скрещивания. Доля результативных комбинаций, давших полноценные семена, колебалась по годам от 33 до 90% и зависела в основном от состояния погоды в момент опыления и в течение 1—2 дн. после него. Неблагоприятной для завязывания семян была жаркая и сухая погода или, наоборот, холодная и сырая. Величина семенной продуктивности зависела от генотипических особенностей партнеров, размера коробочки и погоды.

Для создания супергофрированных сортов наибольшую ценность представляют следующие комбинации партнеров: Факел Мира × Полководец, Буревестник × Балет на Льду, Буревестник × Золотой Улей, Ну Погоды × Драма, Майолика × Гранатовый Браслет, Балет на Льду × Кавалькада, Заря Свободы × Дивинити, Драма × Хай Стайл, Дикси × Марокко, Славянский Базар × Мистер Клин, Утомленное Солнце × Дашенька, Утомленное Солнце × Джо Энн, Утомленное Солнце × Память Ленина.

Разнообразие окрасок полученных нами гибридных сеянцев очень велико. Так, например, в семье Балет на Льду (белая окраска) × Полководец (красная) больше всего гибридных сеянцев имело алую и красную окраску, затем в порядке уменьшения количества выделенных нами перспективных сеянцев следуют лососево-розовая и нежно-розовая, нежно-гвоздично-розовая или малиново-розовая, сливочно-белая, а по 1—2 сеянца имели пурпуровую, розовую, салатно-белую, белую, кремово-розовую, оранжево-красную, сиренево-малиновую, сиреневую, дымчато-красную, нежно-сиренево-розовую и густо-малиново-фиолетовую окраску лепестков. Значительно меньше перспективных сеянцев выделено при обратном скрещивании, т.е. в семье Полководец × Балет на Льду, разнообразие окрасок сеянцев было гораздо меньше: красно-сиреневатая, лососево-красная, лососево-розовая, сливочно-белая и лососево-оранжевая.

В семье Буревестник (белая) × Костер (насыщенно-красная) перспективных сеянцев с белой окраской не обнаружено. Выделены отборные сеянцы только с красной, лососево-красной, темно-красной и розовой окраской. При этом сеянцев с красными цветками было выделено больше, чем темно-красных или розовых.

Из семьи Полководец (ярко-красная) × Утомленное Солнце (лососево-розовая) получено по одному перспективному сеянцу пяти колеров: лососевая, лососево-розовая, лососево-розово-красноватая, густо-малиновая, сиренево-красная.

Исследования по выяснению возможности передачи высокой устойчивости растений гладиолуса к болезням и сухости воздуха показали, что этот признак может в равной степени передаваться как от отцовского, так и от материнского растения. При этом процент выделения перспективных гибридных сеянцев с высокой устойчивостью был больше, если оба партнера обладали этим качеством.

За годы селекции из отборных гибридных сеянцев выделены в элиту и переданы в Государственное сортоис-



**Таблица 1. Краткая характеристика сортов, перспективных и элитных семян гладиолуса из коллекции ВНИИ садоводства им. И. В. Мичурина**

Название сорта	Шифр	Основная окраска	Высота растения / длина колоса, см	Количество цветков в колосе (в т. ч. одновременно открытых)	Сроки цветения	Диаметр цветка, см
<i>Сорта ВНИИС им. И. В. Мичурина</i>						
Роман	558	Бархатисто-бордовая	160/80	23/7	С	14-15
Рубиновый Колос	555	Рубиново-красная	150/75	22/6-7	С	13-13,5
Приятные Воспоминания	545	Лососево-розовая	148/69	24/7-8	С	14,5
Светлана	500	Белая	154/73	24/7-8	С	14-14,5
Розовое Кружево	547	Розовая	145/76	21/6-7	СП	13,5
Красные Следопыты	555	Красная	155/78	21/7-8	СР	12
Каштанка	592	Какао с молоком	160/84	24/8-9	СР	13-13,5
Женечка	443	Лососево-розовая	150/71	21/7-8	Р	12-12,5
Олимпийский Огонь	554	Ярко красная	155/72	27/7-9	С	10/11
<i>Перспективные гибридные семена, выделенные для размножения</i>						
Пламя Любви (105-97)	553	Красная	140/63	21/6-7	Р	12,5-13
Кардинал (260-96)	465	Малиново-красная	150/70	21/8-9	ОР	12
Галина 137-93	534	Красная	140/60	21/7-8	ОР	13
Розовая Орхидея (81-2)	462	Малиново-розовая	160/70	21/8-9	Р	12,5
Мичуринские Зори (109-93)	565	Малиново-розовая	155/70	21/7-8	Р	13,5
Людмила (217-32)	543	Нежно-лососево-розовая	155/73	24/7-8	С	13-13,5
Владимир (97-99)	555	Красная	160/87	24/8-9	СР	12-12,5
Волжские Дали (4-02)	513	Салатовая	162/81	24/5-7	СР	14-14,5
Юный Художник (13-97)	555	Красная	150/68	21/5-6	С	12
Сударушка (320-97)	543	Нежно-розовая	160/78	21/8-9	СР	12-12,5
Малиновый Звон (140-93)	565	Малиновая	145/63	21/6-7	Р	14-14,5
Сиреневый Вечер (231-97)	473	Сиреневая	150/68	21/6-7	СР	11
Дон Кихот	454	Красная	160/88	24/8-9	С	11-11,5
Анфиса	465	Малиновая	150/63	21/6-7	С	10-11
Карнавал (247-97)	445	Малиново-розовая	150/63	21/6-7	С	12
Елена (272-93)	443	Нежно-лососево-розовая	162/84	21/7-8	С	12
Очаровательные Глазки (292-93)	535	Абрикосово-розовая	145/64	24/6-7	СП	14
Тайфун (180-02)	554	Красная	150/63	21/6-7	Р	11-12
Синяя Птица (249-93)	485	Синяя	140/64	21/6-7	ОР	11-11,5
Серпантин (42-97)	565	Малиновая	150/67	21/6-7	Р	13,5-14
Вяземский Пряник (41-93)	431	Персиково-розовая	145/63	21/6-7	ОР	11,5
Аркаша(263-98)	504	Салатово-зеленая	145/64	21/6-7	Р	11-13
Надежда (350-96)	500	Белая	150/68	21/6-7	Р	13-13,5
<i>Элитные семена, выделенные в ГСИ</i>						
Кареглазка 79-98	465	Бархатисто-бордовая	160/84	24/8-9	С	11-11,5
Лаура 113-93	527	Лососево-оранжевая	145/65	21/6-7	Р	13,5
Огни Маяка	485	Синяя с красным язычком	160/87	24/8-9	СР	11,5-12
<i>Интродуцированные сорта</i>						
Золотой Улей	512	Желтая	150-68	21/6-7	С	13,5
Юрий Никулин	527	Золотисто-оранжевая	145/63	20/5-6	СР	13,5-14
Балет на Льду	400	Белая	154/69	21/7-9	Р	11-12
Спартан	575	Сиреневая	160/80	24/7-8	С	13-13,5
Дипломат	466	Малиновая	145/63	23/7-8	С	10-11
Гаврош	423	Лососево-оранжевая	145/68	22/6-7	С	12/12,5
Дикси	464	Малиновая	145/70	21/7-8	С	11
Прелесть	462	Нежно-малиново-розовая	150/63	21/6-7	ОР	11,5-12
Ольга	543	Розовая с язычком	150/70	22/6-7	СР	13-13,5
Полководец	564	Красная	155/65	21/6-7	Р	13-13,5
Розмари	464	Нежно-малиновая	160/70	24/7-8	СР	12-12,5
Розпарад	566	Малиновая	160/75	21/6-7	Р	13-14
Айсленд	304	Салатовая	135/60	21/7-8	ОР	9
Фан Тайм	465	Пурпурная	145/60	21/7-8	Р	12-12,5
Блек Стальон	558	Бордовая	155/75	22/6-7	С	13-13,5
ХоумРан	413	Желтая	140/68	22/6-7	С	11,5-12
Нью Голд	416	Лимонно-желтая	155/63	23/7-8	С	12-12,5



***Розовое Кружево***



***Спартан***



***Сударушка***



***Огни Маяка***

питание следующие сорта (под условными названиями): Летняя Радость, Малиновый Звон, Осенний Поцелуй, Очаровательные Глазки, Приятные Воспоминания, Роман, Рубиновый Колос, Светлана, Сударушка. На них оформляются авторские свидетельства и патенты.

УДК 632.913.1

## ИНВАЗИЯ ЧУЖЕЗЕМНЫХ НАСЕКОМЫХ — УГРОЗА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ И ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РОССИИ

*С.С. Ижевский*

Инвазийные виды по значимости справедливо считаются второй после разрушения мест обитания угрозой биоразнообразию. Попытки препятствовать обоснованию видов-пришельцев вызывают необходимость применять против них химические средства борьбы. На обширные территории накладывается карантин. Обе эти меры влекут за собой целый шлейф экономических и экологических последствий.

По существу сегодня можно утверждать, что любое насекомое, которое трофически связано с импортируемым растением рано или поздно обоснуется в пригодном для него месте на территории страны-импортера (под обоснованием следует понимать устойчивое развитие вида в череде последовательных поколений). Хватит пальцев одной руки, чтобы перечислить примеры, вроде бы опровергающие эту аксиому. Относятся они к тем видам, которых ждут, которые хорошо известны и легко обнаруживаются при карантинной проверке импортной продукции. Один из таких примеров — успех англичан, до сих пор не допустивших обоснования на своем туманном острове колорадского жука. В тех же случаях, когда чужеземный вредный вид преодолевает защитный кордон и обосновывается на новой территории, против него объявляется война на уничтожение. Если это вид карантинный, то в соответствии с федеральным Законом о карантине растений (2000 г.) против него должны быть применены все существующие меры (вплоть до уничтожения) и средства (чаще всего химические препараты).

Поскольку полностью истребить обосновавшийся вид еще ни разу никому не удавалось, борьба приобретает перманентный характер. Масштабы ее разрастаются по мере расширения ареала инвайдера. Примеров безуспешных попыток уничтожить обосновавшийся чужеземный вид множество: колорадский жук, кровавая яблонная тля, большая картофельная тля, калифорнийская щитовка, восточная плодоярка, тепличная белокрылка, цветочный калифорнийский трипс и др. В лучшем случае удается замедлять экспансию чужеземных видов или на время сокращать плотность вновь образующихся их популяций.

Откуда же и каким образом совершаются эти опасные набеги на нашу территорию?

Интенсивность инвазий прямо зависит от степени международной интеграции во всех ее проявлениях. Способствуют инвазиям торговые, туристические, научные межгосударственные связи. Насекомые переносятся с разнообразными товарами, продуктами питания, на транспортных средствах. И, как мы знаем на примерах фитофторы, филлоксеры, картофельной моли, калифорнийского трипса, никакие «занавеси», ни железные, ни законодательные, не могут воспрепятствовать этому процессу. Возможны трансграничные переносы самых разнообразных насекомых. За пределы своих первичных ареалов активно распространяются, например, синантропные виды [7]. Но чаще и легче других преодолевают государственные границы растительноядные насекомые.

Недостаточное финансирование научно-исследовательских работ затрудняет и оттягивает оформление авторства еще на ряд элитных сеянцев с новыми приоритетными качествами, которые были бы востребованы на рынке. ■

Путей и способов их распространения множество [2]. Они могут распространяться самостоятельно в результате активных перелетов или миграций с преобладающими ветрами и морскими течениями. Именно так впервые с территории соседних Польши и Венгрии проникли в СССР колорадский жук и американская белая бабочка. В большинстве же случаев инвазия растительноядных насекомых носит антропогенный характер. Для таких ситуаций разрабатываются превентивные карантинные меры, призванные предотвращать проникновение на охраняемую территорию и распространение чужеземных организмов. К сожалению, меры эти далеко не всегда бывают успешными [3].

Многие чужеземные насекомые, тем или иным способом преодолевшие защитные барьеры, не оказывают заметного воздействия на местные биоценозы. Их присутствие может долго оставаться незамеченным даже энтомологами. Такие виды постепенно внедряются в новые для них экосистемы, со временем становясь полноправными элементами аборигенной фауны, не доставляя беспокойства. К числу таких видов могут быть отнесены некоторые щитовки, занесенные в разное время на Черноморское побережье Кавказа из Азии с интродуцированными субтропическими растениями. Некоторые иноземцы по той или иной причине (гибель от местных энтомофагов, сокращение кормовой базы, химические обработки против ключевых видов) спустя какое-то время исчезают — элиминируются. Однако среди инвазийных видов есть немало и таких, которые стремительно и бесцеремонно внедряются в сложившиеся биоценозы и обосновываются в них. Для этого им нужны подходящий климат, благоприятный корм и природные адаптационные способности. Распространение таких пришельцев часто вызывает нежелательные экономические и экологические последствия. Потери при этом в ряде случаев могут быть огромными.

В соответствии с упоминавшимся уже Законом о карантине растений со всеми карантинными видами борьба должна вестись до победного конца. Что это означает в реальности? А означает это либо полное уничтожение обосновавшегося вида, что, как уже было сказано — цель недостижимая. Либо вывод его из Перечня карантинных объектов, когда он займет всю пригодную для его жизни территорию. Это не раз уже происходило: вспомним яблонную кровавую тлю, червеца Комстока, австралийского желобчатого червеца, да того же колорадского жука. Они уже не считаются у нас карантинными видами, поскольку заняли весь свой потенциальный ареал. Есть и новые реальные кандидаты на вывод из Перечня [4].

Оказавшись в новой среде, где нет обычных для них паразитов и хищников, чужеземные растительноядные насекомые начинают быстро размножаться, создавая плотные популяции и нередко вытесняя аборигенные виды. Часто они становятся ключевыми видами-вредителями. Против них начинается борьба, которая зачастую приобретает характер пестицидного синдрома.



Тотальное применение пестицидов против ключевого вида не только снижает плотность его популяции. Оно одновременно губит многочисленных полезных представителей аборигенной фауны. Освободившись от пресса паразитов и хищников, преимущество получают ранее малочисленные здесь растительноядные виды. Они начинают интенсивно размножаться. В результате эти мало-вредоносные виды становятся реальными вредителями. Теперь уже бороться приходится с ними. И опять для этого требуются пестициды. Повторное уничтожение полезных обитателей полей и садов позволяет возродиться временно подавленному инвазийному виду. Численность его вновь возрастает. И круг замыкается. Это и есть пестицидный синдром. Вырваться из него можно лишь используя избирательно действующие, селективные препараты или путем замены химической борьбы биологическим методом контроля.

Итак, основная масса инвазийных видов насекомых заносится с растительной продукцией. Существенно снизить частоту подобных инвазий не удастся: слишком мощны потоки международной торговли, слишком велики объемы трансграничных перемещений грузов, в т.ч. и растительных.

Многу проанализированы опубликованные многолетние данные Европейской и средиземноморской организации защиты растений (ЕОЗР) по результатам фитосанитарного контроля импортируемой в Европу из 45 стран растительной продукции. К сожалению, в числе 21 страны, регулярно направляющих подобные сведения в ЕОЗР, Россия отсутствует. Но поскольку ситуация у нас не сильно отличается от ситуации в других европейских странах, результаты анализа вполне могут относиться и к нашей действительности. Такой вывод позволяет сделать хотя бы тот факт, что мы импортируем растительную продукцию фактически из тех же стран в таких же объемах.

За период с 2002 по март 2004 г. нашими европейскими коллегами при осмотре импортных овощей, цветочной срезки, разнообразного посадочного материала было обнаружено около 4100 различных растительноядных насекомых и клещей. Это означает, что ежедневно выявлялось в среднем по 5,2 особи нежелательных чужеземных инвайдеров! Если учесть, что досмотру подвергается лишь весьма незначительная доля всех завозимых растений, можно представить, сколь интенсивен этот так называемый «экологический дождь», проливающийся на европейскую (включая и нашу родную) почву.

Национальные службы карантина растений в современных условиях не в состоянии полностью предотвратить инвазию чужеземных насекомых. Нереально своевременно и тщательно досмотреть все импортируемые растительные грузы. Занос чужеземных видов идет с крупными партиями плодов, овощей, зерна, декоративных растений, цветочной срезки, посадочного материала. Эта зеленая машина поступает в страну со всех континентов в железнодорожных вагонах, на судах, в контейнерах, в большегрузных автомашинах (фурах), в авиалайнерах. Проверке и анализу подвергается лишь небольшая ее часть и обычно уже внутри территории страны-импортера — в местах выгрузки на складах временного хранения и таможенного досмотра. В процессе визуальной энтомологической экспертизы в ряде случаев удается обнаружить открыто живущих насекомых. Далеко не все они банальные виды. Очень часто лишь высококлассные специалисты способны их идентифицировать. И такая работа требует длительного времени. Но, увы, в стране сегодня нет научных центров, где была бы возможна оперативная идентификация большей части экзотических видов насекомых. Обычно к моменту, когда вид с той или иной степенью достоверности определен (а нередко определение ведется лишь до рода или даже до семейства, что не позволяет принять адекватные меры противодействия), растения уже находятся в процессе реализации или полностью реализованы.

Понятно, что находящиеся в них (или на них) насекомые к этому времени получают отличный шанс «вырваться на волю». Еще труднее воспрепятствовать распространению скрыто живущих видов. А ведь среди насекомых, обитающих под корой, в плодах, внутри растительной ткани есть и очень опасные. Их выявление и точная идентификация намного сложнее и длительнее. Этого времени им бывает вполне достаточно, чтобы пересечь невидимый защитный барьер.

В настоящее время мы должны констатировать, что инвазия чужеземных насекомых на нашу территорию идет полным ходом. За несколько последних лет с цветами с американского континента в Европу занесено около 10 новых опасных вредителей тепличных растений, причем 3 из них (хлопковая белокрылка, калифорнийский трипс и эхинотрипс американский) последние по срокам заноса в Россию [6]. Хлопковая белокрылка и калифорнийский трипс уже широко у нас распространились и служат серьезным препятствием для выращивания тепличных цветов и овощей.

К границам России приближается целый ряд и других опасных чужеземных насекомых. Первый среди них — западный кукурузный жук диабротика [1, 5]. Будучи занесен в Югославию из США по всей вероятности на самолетах, за 12 лет он проник на территорию 13 европейских стран и сейчас быстро оккупирует Украину. Проникновение его в наши пределы — дело недалекого будущего. По степени вреда, наносимого кукурузе, его справедливо сравнивают с вредителем картофеля — колорадским жуком.

Последний наш национальный Перечень карантинных объектов, по общему мнению, устарел. Он срочно требует обновления. В Перечне числится около 50 не проникших еще к нам видов вредных чужеземных растительноядных насекомых. В то время как в списке ЕОЗР насекомых, считающихся потенциально опасными для Европы, не менее 250. Предстоит сделать предварительную оценку вероятности заноса в Россию каждого из них и выделить виды, акклиматизация и обоснование которых наиболее вероятны и сулят наибольшую угрозу экономике и природе России. По нашим предварительным оценкам, потенциальную опасность для растениеводства страны представляют не менее 50 из них.

Отрадно, что проблемой инвазий чужеземных насекомых заинтересовались академические учреждения: Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова, Институт географии РАН, Зоологический институт РАН. При поддержке двух первых институтов в последние несколько лет сделан ряд важных работ по инвазийным насекомым, проведены тематические конференции [3], создан неплохой сайт [9].

Однако порой возникают своеобразные, более того, критические ситуации, выход из которых требует вневедомственного подхода. Одна из последних — история с обнаружением на территории Москвы и Подмосковья изумрудной узкотелой ясеневой златки (*Agrilus planipennis* Fairmaire). Этот восточноазиатский вид всего несколько лет назад был, как полагают, с деревянной тарой занесен в США и Канаду из Китая. Златка здесь быстро обосновалась. Урон, который она уже наносит ясеневым насаждениям США, оценивается американцами, как катастрофический. Европейцы, зная о коварстве этого жука, внесли златку в перечень отсутствующих карантинных видов и всячески оберегают свою территорию от ее заноса. И вот, совсем недавно московские и петербургские энтомологи обнаруживают этот вид на территории столицы и в ее окрестностях [10]. Оказалось, что массовые усыхания столичных ясеневых посадок — навести именно этого вида.

Можно выдвинуть две версии, объясняющие пути заноса к нам вредителя. Это либо занос, как в Северной Америке, с китайской тарой (деревянные катушки из-под кабеля и пр.), либо занос с посадочным материалом (в



начале 1990-х гг. в Россию из Канады в больших количествах завозили деревья ясени для высадки в городе и для продажи населению).

Кто должен был предвидеть возможность подобной коллизии и не допустить опасного вредителя, остается неясным. Ведь златка до сих пор не включена в наш карантинный перечень, а потому, даже будучи замеченной в импортных материалах, у карантинного инспектора интереса не вызовет.

Распространение узкотелой ясеновой златки в южные регионы России, где ясень занимает существенную долю в составе древесных насаждений, может привести к гибели ценнейших ясеневых насаждений. И нашим детям не придется ими любоваться, как нет уже у них возможности

любоваться вязовыми нашими лесами, ранее погубленными когда-то проникшей к нам голландской болезнью (*Ophiostoma ulmi*).

Одной из мер, которые могли бы воспрепятствовать обоснованию у нас чужеземных растительноядных насекомых, могла бы явиться фумигационная обработка импортируемых древесных и кустарниковых растений. Однако недавний международный запрет на применение эффективного фумиганта — бромистого метила — оставил нас без единственного средства, хотя бы изредка применявшегося для этих целей.

Таковы лишь некоторые проблемы, связанные с инвазией на территорию нашей страны чужеземных видов насекомых. ■

УДК: 632.95.028 : 633.1

## СОРТОВАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР К НОВЫМ ГЕРБИЦИДАМ

**В.И. Долженко, А.А. Петунова, Т.А. Маханькова, Е.Ф. Коренюк, Е.И. Кириленко, С.И. Редюк, Всероссийский НИИ защиты растений, Санкт-Петербург**

В настоящее время в зерновом хозяйстве для обеспечения чистоты посевов, наряду с агротехническими методами, широко используются новые высокоэффективные гербициды. Однако не только сорные, но и культурные растения отличаются по чувствительности к ним.

Изучение чувствительности сортов зерновых культур к новым препаратам проводится в странах Западной и Восточной Европы (Великобритания, Польша, Болгария и др.). В Польше опыты по оценке устойчивости сортов озимой пшеницы к весеннему применению пендиметалина и его смесей показали, что все они вызывали кратковременное обесцвечивание листьев пшеницы [12]. Устойчивыми оказались сорта озимой пшеницы Gamma и Roma [18]. Установлена чувствительность к изопротурону и снижение урожая зерна на 12% сорта Juma [16]. Подтверждена устойчивость сортов озимой пшеницы Almari, Kraka, Kobra к препарату Секатор (йодосульфурон + амидосульфурон + мефенпир-диэтил) в дозе 150—300 г/га при его использовании в фазе кущения и выхода в трубку [17]. В Великобритании в вегетационных опытах оценивали устойчивость сортов озимой пшеницы к изопротурону, хлортолуруну, диклофопметилу и флуроксипиру [15]. Фитотоксичность диклофопметила и флуроксипира была незначительной, а изопротурон сильно повреждал пшеницу.

Интересные данные получены при оценке устойчивости биологически (физиологически и генетически) близких растений пшеницы и эгилопса к имазамоксу. К имазамоксу проявляют устойчивость пшеница, рис, ячмень, сорго, овес, кукуруза. Гербицид эффективно уничтожает эгилопс при послевсходовом опрыскивании посевов пшеницы.

Овес проявляет меньшую устойчивость к гербицидам, чем колосовые зерновые культуры. В Болгарии оценивали устойчивость озимого овса сорта Дунав-1 к Секатору, Дерби, Линтуру, Лотусу Д. Первые три препарата не оказывали отрицательных действий на овес, а Лотус Д вызывал уменьшение числа зерен и массы зерна в метелке [8].

Обнаружены различия в устойчивости сортов твердой пшеницы к гербицидам. Так, гербициды на основе изопротурона можно применять после посева до всходов на сортах Загорка и Белослава, а на сорте Прогресс — нет. Гербициды на основе хлортолуруна при применении в фазе кущения снижали урожайность на 35% у всех сортов, кроме Белославы. Гербицид Логран экстра нельзя применять на посевах сорта Прогресс, а Банвел К — на посевах сорта Загорка. Гербициды Грасп, Стомп, Рейсер, Глин, Старане, Гранстар и Дерби можно применять на посевах

твердой пшеницы в тех же дозах и в те же сроки, что на мягкой пшенице [9].

В условиях Индии выявлена устойчивость сортов кормового сорго JS-20, J-6 и HC-136 к атразину при внесении до 40 г/га, а мягкой — 20 г/га. Однако чувствительность к этому гербициду проявляли сорта ячменя *Hordeum vulgare* и сорняк костер *Bromus diandrus* [19].

В Испании в лабораторных и вегетационных опытах выявлена высокая устойчивость пшеницы к сульфосульфурону. Сорта мягкой пшеницы не повреждались гербицидом в дозе до 40 г/га, а мягкой — 20 г/га. Однако чувствительность к этому гербициду проявляли сорта ячменя *Hordeum vulgare* и сорняк костер *Bromus diandrus* [19].

В СССР изучение сортовой устойчивости растений к гербицидам было начато в 1950—1960-е гг. [4]. Такие работы проводятся в России и в настоящее время.

Интересные данные получены в России по реакции растений на хлорсульфурон. При норме расхода 70 г/га д.в. внесенный на четвертом этапе органогенеза гербицид проявлял свойства регулятора роста, не только ингибируя рост и развитие у сорных растений, но и стимулируя их у *Triticum fungicidum*, что сказалось также и на семенной продуктивности [6]. На посевах проса достаточно успешно использовали гербициды 2,4-Д (соли) и Базагран в сочетании с Лонтрелом [1].

В условиях Зауралья обнаружены различия в устойчивости четырех сортов ярового ячменя к гербициду Диален супер [3].

В ВИЗР изучение устойчивости зерновых культур к гербицидам было начато более 40 лет назад. В результате многолетних исследований выявлены различия в устойчивости к гербицидам различных химических групп яровых пшеницы и ячменя, овса, а также сортов этих зерновых культур [5].

В 1999—2000 гг. в Ленинградской и Омской обл. мы проводили вегетационные опыты по изучению устойчивости сортов ярового ячменя к препарату Пума супер 7.5. Препарат эффективно (90—95) уничтожал овсюг, куриное просо и щетинники. Яровой ячмень проявлял несколько меньшую устойчивость к гербициду, чем пшеница. В наших опытах были использованы районированные и перспективные сорта 2-рядного и 6-рядного ярового ячменя. В Ленинградской обл. изучено 17 сортов, в Омской — 15, которые отличались по принадлежности к экологическим группам, длине вегетационного периода и ряду биологических признаков. Гербицид применяли по вегетирующим растениям в фазе двух и четырех листьев в дозах 1 и 2 л/га.

В Ленинградской обл. не отмечено задержки в прохождении фенофаз всех сортов ячменя, но отмечены сортовые различия по влиянию гербицида на рост растений и урожайность зерна. По действию на вегетативные органы недостаточную устойчивость проявили почти четверть сортов, относительную устойчивость — 41%, устойчивость — 35%. По урожайности зерна и по действию на вегетативные органы слабую устойчивость к гербициду проявили сорта Московский 121 и Московский 3. Сорта Московский 2 и Криничный, проявили недостаточную устойчивость к гербициду по действию на вегетативные органы, но у них отмечено повышение урожайности зерна, хотя растения были более низкорослыми, чем в контроле (без гербицидов). Небольшое снижение урожайности зерна при относительной устойчивости по действию на вегетативные органы отмечено у сортов Уреньга, БИОС-1 и Балтика. Снижение урожайности происходило за счет образования более мелких зерен в колосе (Уреньга, Балтика) или уменьшения длины колоса и количества зерен в колосе (БИОС-1). Относительную устойчивость по действию на генеративные органы проявили всего 5 сортов. У сортов, проявивших устойчивость к Пума супер 7.5 даже при повышенной норме расхода по действию на вегетативные органы, получена урожайность зерна, близкая к контролю. Устойчивость по действию препарата на вегетативные и генеративные органы проявили 35% сортов.

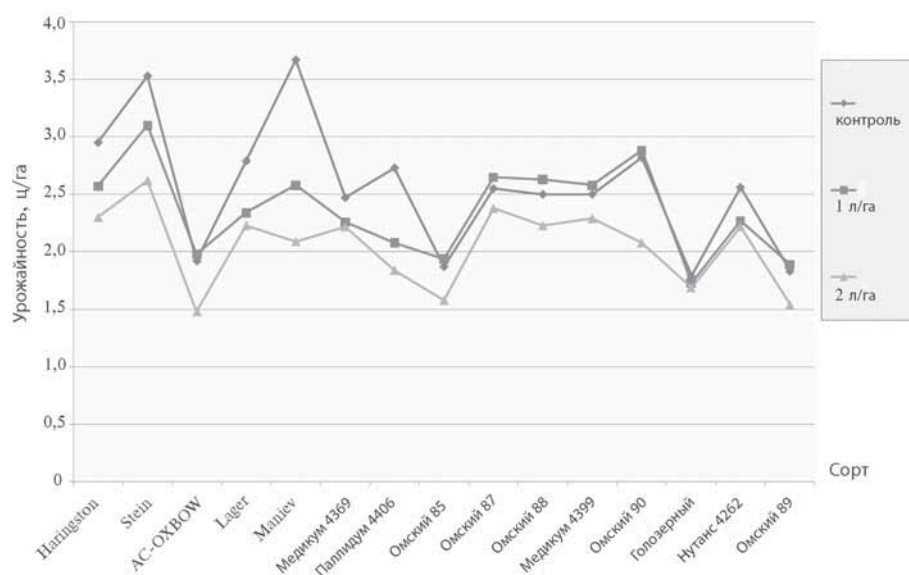
В мелколосном полевом опыте в Омской обл. оценивали устойчивость к Пуме супер 7.5 15 сортов ярового ячменя, из них 10 районированных и перспективных для районирования и 5 канадских сортов. Не отмечено отставания опытных растений в сроках прохождения фенофаз по сравнению с контролем. При использовании оптимальной дозы гербицида (1 л/га) задерживался рост растений в высоту у 40% сортов. В варианте с дозой 2 л/га, что требуется международными методиками определения устойчивости культурных растений, все сорта проявляли недостаточную устойчивость. Задержка роста в высоту в значительной степени коррелировала с изменением общей кустистости растений, особенно при внесении 2 л/га препарата. После использования Пумы супер 7.5 у многих сортов (60%) образуются более короткие колосья, чем в контроле. Количество колосков и количество зерен в колосе при оптимальной дозе гербицида изменяются незначительно, при высокой дозе — существенно большинства сортов (73% сортов). Снижение происходит за счет уменьшения числа зерен в колосе (Stein, Lager) или снижения массы 1000 зерен. С повышением нормы расхода у всех сортов

ячменя снижается урожайность зерна (рис.), но степень его снижения для отдельных сортов различна. Небольшое снижение урожайности отмечено у сортов Медикум 4369, Омский 87, Омский 88, Медикум 4399, Голозерный, более значительное — у сортов Lager, Омский 85, Нутанс 4262, Омский 89, сильное — у сортов, проявивших слабую устойчивость уже к 1 л/га Пума супер 7.5 (Haringston, Stein, Manlev, Паллидум 4406, Омский 90 и АС-ОХВОВ). У слабоустойчивых сортов снижение урожайности зерна происходило за счет образования пустозерности, уменьшения выполненности и массы зерна.

В 2000 г. опыты были повторены. Наименьшую устойчивость к гербициду сорта проявляют при дозе Пума супер 7.5 2 л/га. Наименее устойчивыми оказались канадские сорта Haringston, Manlev, Lager, Stein, а также Паллидум 4406 и Нутанс 4262 в опыте в Омске (табл. 1).

**Таблица 1. Влияние обработки Пумой супер 7.5 (1 и 2 л/га) на урожайность (т/га) ярового ячменя (Омск, 2000 г.)**

Сорт	Контроль	Норма расхода препарата, л/га	
		1	2
Harington	2,73	2,30	1,87
Lager	2,78	2,43	2,33
Manley	2,33	1,90	1,60
Stein	2,52	2,14	1,68
АС-ОХВОВ	2,13	2,10	2,03
Медикум 4369	1,53	1,33	1,27
Омский 90	1,57	1,50	0,90
Омский 88	1,80	1,77	1,67
Омский 87	3,00	2,97	2,73
Паллидум 4406	2,23	1,50	1,27
Медикум 4399	1,92	1,83	1,60
Омский 85	1,63	1,43	1,17
Голозерный	1,23	1,13	1,10
Омский 89	1,87	1,80	1,40
Нутанс 4262	1,73	1,47	1,40



**Влияние гербицида Пума Супер 7,5 на урожайность ярового ячменя (Омск, 1999 г.)**

В условиях более засушливого 2000 г различия в реакции сортов ячменя проявились еще резче, чем в 1999 г. При использовании оптимальной нормы расхода гербицида (1 л/га) у чувствительных сортов снижалась урожайность зерна за счет уменьшения всех основных показателей элементов структуры урожая, что еще сильнее выражено при высокой дозе (2 л/га). У устойчивых сортов ячменя при норме расхода препарата 1 л/га урожайность близка к контролю.

Кроме специально проведенных опытов по сравнительной оценке устойчивости к Пума супер 7.5 сортов ярового ячменя в 1999—2000 гг. в Ленинградской и Омской обл., в процессе регистрационных испытаний гербицидов изучали устойчивость

**Таблица 2. Результаты изучения граминцидов на основе феноксапроп-П-этила на разных сортах зерновых культур (2005–2006 гг.)**

Культура	Сорт	Регион	Почвенно-климатическая зона*	Сохраненный урожай в среднем по сорту, % к контролю
Ячмень яровой	Сигнал	Алтайский край	I	19,0
	Голозерный	Омская обл.		2,0
	Омский 89			7,5
	Омский 86			6,0
	Гонор	Белгородская обл.	II	3,5
	Донецкий 8	Волгоградская обл.	III	3,0
	Среднее			6,8
Пшеница яровая	Алтайская 100	Алтайский край	I	25,0
	Алтайская 98			22,5
	Алтайская 99			29,0
	Ирень	Свердловская обл.		10,2
	Омская 33	Омская обл.		40,0
	Собаковская			8,0
	Алтайская 90			10,0
	Прохоровка	Волгоградская обл.	III	7,0
		Воронежская обл.	II	24,0
	Саратовская 42	Саратовская обл.	II	5,6
	Харьковская	Астраханская обл.	III	22,0
	Приокская	Рязанская обл.	I	8,8
Среднее			17,6	
Пшеница озимая	Галина	Рязанская обл.	I	13,1
	Виктория	Волгоградская обл.	III	2,7
	Северо-Донская	Воронежская обл.	II	27,0
	Среднее			14,0

\* I — зона подзолистых и дерново-подзолистых почв таежно-лесной области; II — зона черноземов лесостепной и степной областей; III — зона каштановых почв сухостепной области

сорт в зонах их районирования в различных регионах России. В табл. 2 приводится перечень сортов зерновых культур, на которых проводили испытания граминцидов Пума супер 7.5, Пума супер 100 и других гербицидов на основе феноксапроп-П-этила с антидотом. Различия в

устойчивости к этим препаратам видов и сортов зерновых культур могут зависеть от количества и соотношения в препарате действующего вещества (феноксапроп-П-этила) и применяемого антидота.

Интересно отметить, что в регистрационных испытаниях в ВИЗР на яровой пшенице и яровом ячмене к препаратам на основе феноксапроп-П-этила (Пума супер 7.5 и Пума супер 100) неодинаковую чувствительность проявляют и виды однолетних злаковых сорняков: овсюг, щетинники, просо куриное и просо сорное. С учетом этого несколько различаются нормы расхода гербицидов при преобладании отдельных видов злаковых сорняков. Так, нормы внесения препарата Пума супер 100 против щетинника зеленого составляют 0,4–0,6 л/га, овсюга — 0,5–0,7 л/га, при преобладании других видов — 0,6–0,9 л/га. Нормы Пума супер 7.5 против щетинника зеленого — 0,6 л/га, остальных видов — 0,8–1,0 л/га.

За счет правильного использования гербицидов на устойчивых сортах урожайность зерна достоверно увеличивается на 20% и более по сравнению с хозяйственным контролем. При использовании гербицида на чувствительных сортах урожайность может снизиться, поэтому необходимо учитывать степень устойчивости сорта и применять гербициды на достаточно устойчивых сортах. Пшеница (озимая и яровая) более устойчива к гербицидам на основе феноксапроп-П-этила, чем ячмень (табл. 2) при оценке сохраненного урожая в целом по культуре (яровые — 17,6%, озимые — 14%, ячмень — 6,8%). Данные по сохраненному урожаю приводятся нами при использовании гербицидов по сравнению с хозяйственным контролем (при достаточной высокой засоренности посевов). Вполне естественно, что в зависимости от степени засоренности сохраненный урожай может изменяться в отдельных опытах.

Таким образом, при использовании граминцидов необходимо учитывать сортовую чувствительность зерновых культур к отдельным препаратам. В противном случае результат применения гербицидов может оказаться ниже ожидаемого. ■

УДК 631.1.632.51

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕРБИЦИДОВ ПРИ ПОДГОТОВКЕ ПАРОВЫХ ПОЛЕЙ

**А.Н. Копылов, Курганский НИИ сельского хозяйства**

Одной из важнейших проблем, возникающих при минимизации обработки почвы, является увеличение засоренности полей. Для ее решения особая роль отводится паровому звену. В процессе подготовки пара решаются следующие задачи: борьба с сорной растительностью, накопление влаги и усвояемых форм азота, улучшение санитарного состояния пахотного слоя и его окультуривание. Применение гербицидов при освоении ресурсосберегающих технологий позволяет существенно снизить засоренность, особенно многолетними корнеотпрысковыми сорняками.

Цель наших исследований, которые провели в 2004–2006 гг. на центральном опытном поле Курганского НИИСХ в зернопаровом севообороте (пар — пшеница — пшеница), — подбор доз и сочетаний гербицидов при подготовке комбинированных паров в условиях Курганской обл.

Почва опытных делянок — чернозем выщелоченный, маломощный, малогумусный, среднесуглинистый. Паровое поле весной после просыхания обрабатывали сеялкой СЗС-2,1 (этот прием широко применяют в Курганской и Омской обл., а также в Казахстане). После отрастания сорняков в ва-

рианте с механической обработкой в первой половине июня провели культивацию КПС-4,2, потом еще две обработки с периодичностью 15—20 дн. В вариантах с применением гербицидов (Ураган, Банвел, Элант) проводили опрыскивание ручным ранцевым опрыскивателем во второй декаде июня (расход рабочей жидкости — 250—300 л/га). В середине сентября во всех вариантах опыта провели обработку КПС 4,2. В последующие годы во второй декаде мая сеялкой СЗС-2,1 производили посев яровой пшеницы (сорт Терция) с нормой высева 5,5 млн всхожих зерен/га, после посева проводили прикатывание катками ЗККШ-6. Стандартом служил вариант с 5-кратной культивацией КПС 4,2.

Испытывали следующие варианты обработок: I — механическая обработка (стандарт); II — Ураган (4 л/га); III — Ураган (2 л/га); IV — Элант (1 л/га); V — Ураган (2 л/га) + Элант (1 л/га); VI — Ураган (1 л/га) + Элант (1 л/га); VII — Ураган (0,5 л/га) + Элант (1 л/га); VIII — Ураган (1 л/га) + Элант (1 л/га) + селитра (6 кг/га д.в.); IX — Ураган (2 л/га) + Банвел (0,3 л/га); X — Ураган (1 л/га) + Банвел (0,3 л/га); XI — Ураган (0,5 л/га) + Банвел (0,3 л/га); XII — Банвел (0,6 л/га).

При определении засоренности парового поля через 60 дн. после опрыскивания гербицидами было отмечено, что в варианте с механической обработкой уменьшилось количество осота полевого и просовидных сорняков. Однако при многократной поверхностной обработке разрезались корневища вьюнка полевого и от них появлялось большое количество розеток. В вариантах II и V засоренность всеми видами снизилась на 80—82%, в т.ч. и многолетними корнеотпрысковыми видами. В остальных вариантах эффективность химических обработок была ниже (табл. 1).

Содержание нитратного азота в почве в конце парования оказалось примерно равным во всех вариантах и (65—85 кг/га). В вариантах II—XII при отборе образцов почвы весной (перед посевом) общие запасы влаги были выше на 30—84 т/га в сравнении с вариантом I.

**Таблица 1. Эффективность применения гербицидов на паровом поле, % (среднее за 2004—2006 гг.)**

Вариант	Всего	Вьюнок полевой	Осот желтый	Осот розовый	Просовидные	Мелколестник канадский, гречишка вьюнковая, молочай лозный
I	34	+	83	+	86	0
II	80	89	95	100	47	71
III	44	88	92	0	42	+
IV	64	82	95	100	18	25
V	82	100	95	100	46	67
VI	66	88	92	100	49	0
VII	63	92	87	100	35	+
VIII	57	91	95	0	29	71
IX	61	86	100	0	50	67
X	55	90	86	0	33	67
XI	57	83	89	100	12	+
XII	51	75	73	88	21	+

Примечание: + — нарастание численности сорняков

При использовании гербицидов количество почвенных микроорганизмов уменьшилось. В частности, количество аммонификаторов снизилось на 50—75%, нитрификаторов — на 50—65, азотфиксаторов — на 10—20%, микроорганизмов, разлагающих нитратный азот — на 50—60% (последнее является положительным моментом). Через 60 дн. после опрыскивания количество микроорганизмов восстанавливалось, за исключением варианта II, который уступал контролю (без гербицидов) на 79%.

При определении засоренности посевов яровой пшеницы перед уборкой, размещенной по различным вариантам подготовки чистого пара, установлено, что общая масса сорняков в варианте II составила 128 г/м<sup>2</sup>, а в вариантах II и V она была меньше на 51 и 57% соответственно. Наибольшая урожайность пшеницы получена в варианте II (табл. 2).

**Таблица 2. Урожайность яровой пшеницы и масса сорняков перед уборкой в зависимости от вариантов подготовки чистого пара (среднее за 2005—2007 гг.)**

Вариант	Урожайность зерна, т/га	Сохраненный урожай, т/га	Снижение массы сорняков, % к стандарту				
			Всего	Осот полевой	Вьюнок полевой	Просовидные	Малолетние двудольные
I	1,69	—	128	25	38	28	43
II	2,23	0,54	51	67	82	43	48
III	2,04	0,35	12	50	19	10	26
IV	1,88	0,19	16	50	39	33	28
V	2,28	0,59	57	89	87	22	46
VI	2,15	0,46	36	67	31	29	38
VII	2,06	0,37	19	50	18	16	21
VIII	2,17	0,48	41	72	74	31	31
IX	2,08	0,39	45	83	29	31	32
X	2,08	0,39	33	72	40	46	28
XI	1,79	0,10	36	50	61	36	30
XII	1,67	-0,02	12	50	38	12	9

Примечание: в варианте I — масса сорняков, г/м<sup>2</sup>

Применение данной технологии при подготовке парового поля оправдывает себя, о чем свидетельствуют экономические показатели. В частности, затраты труда при использовании общеистребительных гербицидов значительно меньше, чем при поверхностных обработках пара. Рентабельность в варианте I в среднем за 3 года составила 81%, II — 118, V — 127% (табл. 3).

**Таблица 3. Экономическая эффективность применения гербицидов (среднее за 2005—2007 гг.)**

Вариант	Затраты труда, чел/ч	Прибыль, руб/га	Рентабельность, %
I	4,00	3189	81
II	3,72	4730	118
III	3,60	3501	98
IV	3,70	3948	116
V	3,71	4922	127
VI	3,67	4695	110
VII	3,64	4258	121
VIII	3,66	4452	120
IX	3,61	3981	105
X	3,60	3978	111
XI	3,71	4316	122
XII	3,60	3508	98

Таким образом, при подготовке комбинированного пара можно рекомендовать применение Урагана (4 л/га), смеси Урагана (2 л/га) с Элантом (1 л/га) или Урагана (1 л/га) с Элантом (1 л/га) и аммиачной селитрой (6 кг/га д.в.).



УДК: 633.521:632.51; 632.954

## ДИНАМИКА РАЗЛОЖЕНИЯ ХЛОРСУЛЬFUРОНА В ПОЧВЕ

Л.М. Поддымкина, Российский государственный аграрный университет —  
Московская сельскохозяйственная академия им. К.А. Тимирязева

Уровень гербицидной активности сульфонилмочевинных препаратов широко варьирует в зависимости от физико-химических свойств почвы, погодных условий, биологических особенностей сорных растений и т.п. Для контроля за состоянием агроландшафтов и решения мониторинговых задач используют методы оценки ожидаемых отрицательных последствий от применения гербицида. В наших исследованиях получены данные по поведению и уровню остаточного последствия хлорсульфуронсодержащего гербицида Ленок (7 г/га) на посевах льна-долгунца. Обработку Ленком проводили при высоте растений льна 8–12 см. Варианты опыта были следующими: А — без извести, в т.ч. А-1 — NPK, севооборот; А-2 — без удобрений, бессменный; А-3 — NPK + навоз, бессменный; А-4 — NPK, бессменный; Б — на фоне известкования, в т.ч. Б-1 — NPK, севооборот; Б-2 — без удобрений, бессменный; Б-3 — NPK + навоз, бессменный; Б-4 — NPK, бессменный.

В 2002 г. установлено (метод ВЭЖХ), что хлорсульфурон полностью разлагался в течение первых 30 сут. после внесения независимо от применения удобрений и извести как при возделывании культуры в севообороте, так и в бессменном посеве (табл. 1). Однако приемы возделывания культуры отразились на динамике метаболизма в первые 15 дн. после внесения гербицида. Так, спустя 7 дн. после обработки льна-долгунца наибольшее количество хлорсульфурона обнаружено в пахотном горизонте в бессменном посеве как на известкованном, так и на неизвесткованном фонах. Его содержание колебалось от 40 до 45 мг/кг без внесения извести и от 56 до 68 мг/кг при ее внесении. Применение навоза совместно с NPK ускоряло распад хлорсульфурона до нетоксичных метаболитов. Об этом свидетельствует более низкое его содержание в дерново-подзолистой почве (соответственно 20 и 16 мг/кг на известкованном и неизвесткованном фонах). На фоне NPK при возделывании льна-долгунца в севообороте разложение хлорсульфурона происходило значительно быстрее, чем в аналогичных условиях при бессменном возделывании культуры. Это отмечено как на фоне извести, так и без нее.

**Таблица 1. Влияние удобрений и известкования на содержание остатков хлорсульфурона в пахотном слое (2002 г.)**

Вариант	Остатки, мг/кг			Показатели поведения			
	7 сут.	15 сут.	30 сут.	к, сут <sup>-1</sup>	T <sub>50</sub> , сут.	T <sub>90</sub> , сут.	ЭН (x 10 <sup>-4</sup> )
А-1	13	5	0	0,0820	8	28	0,080
А-2	45	16	0	0,0647	11	36	0,101
А-3	20	1	0	0,0930	7	24	0,071
А-4	40	9	0	0,0703	10	33	0,093
Б-1	36	8	0	0,0719	10	32	0,091
Б-2	68	16	0	0,0622	13	38	0,105
Б-3	16	1	0	0,0944	7	25	0,070
Б-4	56	8	0	0,0693	10	33	0,095

Следовательно, процесс разрушения хлорсульфурона в севообороте идет значительно быстрее. Так, на фоне известкования спустя 7 дн. после применения гербицида, содержание хлорсульфурона в почве в севообороте было равным 36 мг/кг, а при бессменном возделывании — 56 мг/кг. Аналогичные результаты получены и на известкованном фоне (13 и 40 мг/кг соответственно).

Спустя 15 дней после обработки льна-долгунца гербицидом содержание хлорсульфурона в почве значительно снизилось. Наименьшим оно было в варианте с внесением NPK и навоза при бессменном возделывании культуры. Причем как на фоне извести, так и без нее оно было одинаковым (1 мг/кг). Несколько выше были остатки хлорсульфурона на фоне NPK в севообороте и при бессменном возделывании культуры. При этом внесение извести не оказало существенного влияния на процесс разложения гербицида. Наименьшая скорость распада отмечена в почве бессменного возделывания культуры.

Период полураспада (T<sub>50</sub>) был наименьшим (7 сут.) в варианте с минеральными и органическими удобрениями, при этом он не зависел от применения извести. Известкование также не повлияло на период полураспада хлорсульфурона при внесении NPK при бессменной культуре льна-долгунца. Несколько выше он был при бессменном возделывании льна-долгунца на известкованном фоне. Аналогичная закономерность отмечена при определении T<sub>90</sub> как на известкованном, так и на неизвесткованном фонах.

ЭН была наибольшей в почве при бессменном возделывании льна-долгунца. Внесение извести практически не повлияло на этот показатель, по-видимому, это связано с тем, что известкование проводили за 6 лет (1996 г.) до отбора почвенных образцов и почва была слабокислой на обоих фонах.

В 2003 г. получены результаты, несколько отличающиеся от предыдущих (табл. 2). Остатки хлорсульфурона в почве всех вариантов опыта методом ВЭЖХ на неизвесткованном фоне не обнаружены. При внесении извести остатки хлорсульфурона в зависимости от используемых приемов выращивания культуры составляли 1,2–5,0 мг/кг.

Наименьшее количество хлорсульфурона обнаружено при возделывании льна-долгунца в севообороте без внесения удобрений и при внесении органоминеральных удобрений соответственно. Минимальная скорость распада отмечена при бессменном возделывании льна-долгунца без удобрений и при внесении NPK. В этих же вариантах выявлена и наибольшая нагрузка (ЭН=0,139 и ЭН=0,145).

Внесение органоминеральных удобрений способствовало более интенсивному метаболизму хлорсульфурона в дерново-подзолистой почве при бессменной культуре льна-долгунца, а внесение одних минеральных удобрений, наоборот, несколько замедляло распад гербицида.

Результаты определения остатков хлорсульфурона в дерново-подзолистой почве в течение двух лет оказались не похожими, возможно, это связано с различными погодными условиями в период вегетации льна-долгунца в эти годы. Однако колебания в периоде полураспада (T<sub>50</sub>) хлорсульфурона не столь существенны, они не превышают 1–2 сут. Более существенные различия получены при определении T<sub>90</sub> для хлорсульфурона. В 2003 г. значения T<sub>90</sub> были больше, чем в 2002 г. Так, практически полное отсутствие остатков хлорсульфурона в почве в 2003 г. в вариантах А-1 и Б-1 выявлено через 33 и 39 сут., а в 2002 г. — через 28 и 32 сут. При бессменном возделывании льна-долгунца и внесении NPK на фоне без извести T<sub>90</sub>=29 сут., при известковании T<sub>90</sub>=51 сут. в 2002 г. Это указывает на необходимость учета погодных условий при определении скорости распада гербицидов в почве и, прежде всего, гидротермического коэффициента (ГТК). На зависимость скорости распада гербицидов, а также инсектофунгицидов от почвенно-климатических условий указывают в своих исследованиях Соколов (1981), Васильев и др. (1983).

**Таблица 2. Влияние удобрений и известкования на содержание остатков хлорсульфурана в пахотном слое, мг/кг (2003 г.)**


Вариант	Остатки, мг/кг			Показатели поведения			
	7 сут.	15 сут.	30 сут.	k, сут <sup>-1</sup>	T <sub>50%</sub> , сут.	T <sub>90%</sub> , сут.	ЭН (x 10 <sup>-4</sup> )
A-1	42,4	28,8	0	0,0696	10	33	0,094
A-2	14,4	0	0	0,0789	9	29	0,083
A-3	17,8	0	0	0,0764	9	30	0,086
A-4	18,6	7,6	0	0,0750	9	31	0,088
Б-1	15,3	13,6	0	0,0811	9	28	0,081
Б-2	7,6	0	0	0,0866	8	27	0,076
Б-3	32,2	29,6	2,8	0,0594	12	39	0,110
Б-4	46,6	23,7	5	0,0471	15	49	0,139
A-1	23,7	28	2,8	0,0630	11	37	0,104
A-2	78,8	30,5	3,6	0,0453	15	51	0,145
A-3	48,3	8,5	1,2	0,0643	11	36	0,102
A-4	13,6	4,2	1,7	0,0742	9	31	0,088

Во второй год исследований (табл. 2) было установлено, что только для вариантов без применения извести к моменту 30 сут. экспозиции после применения гербицида остатки хлорсульфурана были ниже чувствительности метода ВЭЖХ. По-видимому, это связано с более холодными погодными условиями года исследований. Эти данные подтвердили факт повышения уровня персистентности хлорсульфурана во всех вариантах опыта с применением известкования. Интересно, что на фоне известкования применение гербицида в схеме севооборота заметно снижает уровень персистентности его остатков по сравнению с вариантом монокультуры, что можно объяснить накоплением токсичных остатков гербицида. Снизить такой отрицательный эффект можно при совместном применении минеральных и органических удобрений.

Общей тенденцией для этих двух лет является снижение остатков гербицида в почве при внесении навоза совместно с минеральными удобрениями. Следовательно, внося органические и минеральные удобрения можно ускорить распад хлорсульфурана и снизить риск повреждения последующих культур севооборота.

Рассмотрим распределение хлорсульфурана по профилю почвы. При бессменной культуре льна-долгунца

хлорсульфуран, в основном, локализуется в поверхностном (0—5 см) слое почвы и лишь незначительное его количество обнаруживается на глубине 5—10 см. Только в одном варианте (внесение органических и минеральных удобрений на фоне извести) спустя 30 сут. после применения гербицида до 8% от внесенного его количества найдено на глубине 10—15 см. В образцах почвы, отобранных с глубины 15—20 см и ниже во всех вариантах опыта, остатки гербицида не были найдены ни в один год проведения исследований. В образцах почвы, взятых в вариантах с севооборотом, в первые 7 сут. основное количество хлорсульфурана находилось в поверхностном (0—5 см) слое почвы и лишь незначительное количество выявлено на глубине 5—10 см. Через 19 сут. после применения гербицида содержание его заметно снижалось в этих слоях почвы и незначительное количество найдено на глубине 10—15 см. Спустя 30 сут. наблюдалось дальнейшее уменьшение его количества во всех слоях почвы. Причем в почве ряда вариантов хлорсульфуран полностью исчезал из поверхностного слоя и обнаруживался в незначительных количествах в слоях почвы 5—10 и 10—15 см.

Таким образом, полученные результаты показывают, что применение Ленка (7 г/га) на дерново-подзолистой почве не представляет опасности для многих культур севооборота, т.к. уже через 30 сут. после его применения он локализуется в основном в слое почвы 10—15 см и его содержание не превышает 2—5% от внесенного количества. При бессменной культуре льна-долгунца остатки хлорсульфурана спустя 30 сут. обнаружены в незначительном количестве (1—2% от внесенного) в основном в поверхностном (0—5 см) слое. Следовательно, распределение хлорсульфурана по профилю почвы было различным при его применении в севообороте и бессменной культуре льна-долгунца. Данные 2002 и 2003 гг. демонстрируют, что остатки хлорсульфурана в основном распределяются в верхнем (0—5 см) слое почвы. Внесение извести повышает уровень персистентности хлорсульфурана во всех слоях почвенного профиля. В более влажный 2003 г. гербицид проникает в более глубокие слои 5—10 и 10—15 см. Особенно это заметно в вариантах севооборота, что, по-видимому, может быть объяснено перемешиванием почвенных слоев при пахоте и поэтому затем более однородными свойствами почвы (например, плотность, порозность и пр.), что способствует и более однородному распределению остатков гербицида. 

УДК 632.954:633.1

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ГЕРБИЦИДОВ В СОЧЕТАНИИ С ПАВ В ПОСЕВАХ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

**Г.И. Баздырев, Российский государственный аграрный университет — Московская сельскохозяйственная академия им. К.А. Тимирязева, Н.Г. Решетникова, Марийский государственный университет**

Внедрение адаптивно-ландшафтных систем земледелия требует разработки и освоения экологических методов защиты растений. Использование поверхностно-активных веществ (ПАВ), не снижая биологическую и хозяйственную эффективность гербицидов, позволяет улучшить экологические характеристики обработок [1, 2, 3]. Нами проведено изучение действия гербицидов и их комбинации с ПАВ при возделывании яровых зерновых культур, что позволяет рекомендовать экологически сбалансированную систему борьбы с сорными растениями в посевах яровой пшеницы [4, 5].

Исследования проводили в 2005—2006 гг. на опытном поле Марийского госуниверситета на яровой пшенице сорта Лада, предшественник — картофель. Почва опытного участка дерново-слабо-подзолистая, суглинистая, на

покровных структурных суглинках, pH=5,6, содержание гумуса — 1,59%, легкогидролизуемого азота — 7,9 мг, подвижного фосфора — 16,7 мг/100 г почвы. Пахотный слой — 20—22 см. Потенциальный запас жизнеспособных семян сорняков до закладки опыта составил 1,5—2 млрд шт/га пахотного слоя почвы.

Вегетационные периоды характеризовались продолжительной весенней засухой в сочетании с холодами. Недобор тепла в июне 2005 г. и влаги в 2006 г. привели к слабому развитию пшеницы в этот период. В июле дефицит тепла и влаги не отмечены, что способствовало хорошему росту и развитию яровой пшеницы.

Варианты опыта: 1 — контроль (опрыскивание водой без гербицидов и ПАВ); 2 — обработка ПАВ (Оксанол агро,

200 мл/га) без гербицидов; 3 — Гранстар (10 г/га) + ПАВ; 4 — Гранстар (15 г/га) + ПАВ; 5 — Гранстар (20 г/га) + ПАВ; 6 — Банвел (0,2 л/га) + ПАВ; 7 — Банвел (0,25 л/га) + ПАВ; 8 — Банвел (0,3 л/га) + ПАВ. Во всех вариантах в раствор добавляли аммиачную селитру (5 кг/га д.в.). Расход рабочей жидкости — 230 л/га. В момент опрыскивания малолетние сорняки находились в основном в фазе 3–4 листьев, многолетние корнеотпрысковые — розетки — начала стеблевания, яровая пшеница — в фазе полного кушения.

В агроценозе яровой пшеницы из многолетних сорных растений преобладали осот розовый (*Cirsium arvensis*), осот полевой (*Sonchus arvensis*), вьюнок полевой (*Convolvulus arvensis*), подорожник большой (*Plantago major*), из малолетников — марь белая (*Chenopodium album*), подмаренник цепкий (*Galium aparine*), горец вьюнковый (*Polygonum convolvulus*), фиалка полевая (*Viola arvensis*), василек синий (*Centaurea cyanus*), ромашка непахучая (*Matricaria chamomilla*), пастушья сумка (*Capsella bursa*), пикульник красивый (*Galeopsis speciosa*), пикульник обыкновенный (*Galeopsis tetrahit*). Всего общая численность сорных растений составила 130–140 шт/м<sup>2</sup> и воздушно-сухая масса надземных органов — 81,2 г/м<sup>2</sup>.

Эффективность действия препаратов зависела от видового состава малолетних и многолетних сорняков, потенциальной засоренности почвы, степени ее увлажненности и температуры, ее гранулометрического состава, обеспеченности гумусом, поглотительной способности, рН почвенного раствора, количества осадков и времени их выпадения, температуры воздуха, фаз роста и развития яровой пшеницы. Действие препаратов на численность и общую массу сорных растений отчетливо проявилось через 2 нед. после обработки. Через 2 мес. после внесения гербицидов в вариантах с применением Гранстара и Банвела совместно с ПАВ установлена высокая их эффективность против многолетних, ранних яровых и некоторых видов зимующих сорняков. В варианте 5 посева яровой пшеницы были практически свободны от многолетних сорняков, в единичных экземплярах встречались василек синий, пастушья сумка, фиалка полевая, подмаренник цепкий (табл. 1).

Вариант	Сорные растения, шт/м <sup>2</sup>		Воздушно-сухая масса, г/м <sup>2</sup>	По отношению к контролю, ±%*	Урожайность, т/га	
	Малолетние	Многолетние			2005 г.	2006 г.
1	81	35	132,4	100/100	1,87	2,64
2	92	39	127,3	+12,5/-1,7	1,87	2,68
3	19	22	23,8	-57/-82	2,66	3,44
4	13,5	8	10,77	-80,5/-91	2,74	3,69
5	9	2	6,1	-91,6/-94,5	2,54	3,32
6	49	24	59,7	-36/-49	2,15	2,85
7	23	14	37,3	-66/-69	2,32	3,27
8	12	5	17,9	-85,5/-84	2,4	3,03
НСР <sub>0,5</sub>					0,152	0,13

\* В числителе — количество сорняков, шт/м<sup>2</sup>; в знаменателе — воздушно-сухая масса, г/м<sup>2</sup>.

В варианте 3 отмечено увеличение количества зимующих и яровых сорняков на 12%, а их массы — на 11,5%. Во всех вариантах с Гранстаром (10–20 г/га) многолетние сорные растения были уничтожены в 2006 г., тогда как в 2005 г. только на 37–94%. Уменьшение доз внесения Банвела с 0,3 до 0,2 л/га снизило его биологическую и хозяйствен-

ную эффективность в 2,4 раза. Смеси гербицидов с ПАВ в вариантах 3, 4, 5, 7, 8 способствовали более эффективному уничтожению трудноискоряемых сорняков, листовые пластины которых покрыты восковым налетом или густым опушением, за счет лучшей смачиваемости, увеличения скорости проникновения действующего вещества и замедления скорости испарения рабочего раствора.

По данным отлова, в почвенной фауне преобладали виды жуужелиц, стафелинов и пауков, питающихся вредителями злаковых культур. Применение Гранстара с ПАВ и Банвела с ПАВ в фазе кушения привело к снижению численности жуужелиц, стафелинов и пауков на 9–16% соответственно (табл. 2).

**Таблица 2. Влияние гербицидов на численность почвенной мезофауны, экз/банку-ловушку**

Вариант	Виды энтомофауны		
	Стафелины	Пауки	Виды жуужелиц
1	14	98	483
2	19	93	487
3	27	104	426
4	22	91	477
5	11	138	439
6	10	96	412
7	13	80	405
8	7	74	427

Применение гербицидов способствовало повышению продуктивной кустистости и увеличению количества продуктивных стеблей пшеницы (табл. 3). В варианте 4 отмечено достоверное увеличение числа зерен в колосе. Более плотным сложением сухих веществ обладало зерно в вариантах 3, 4, 5 и 7.

**Таблица 3. Влияние гербицидов и ПАВ на элементы структуры урожая яровой пшеницы**

Вариант	Число продуктивных стеблей, шт/м <sup>2</sup>	Продуктивная кустистость	Высота стебля, см	Длина колоса, см	Число зерен в колосе, шт	Масса 1000 зерен, г	На-турная масса, г/л
1	474	1,23	84,21	7,93	29,64	33,317	751
2	480	1,27	81,96	7,94	29,64	33,33	751,2
3	493	1,36	78,62	8,08	38,17	34,53	764,8
4	516	1,47	75,68	8,25	41,06	36,21	769
5	487	1,44	74,30	8,07	36,68	32,36	758
6	474	1,29	81,57	8,16	31,19	35,58	764,5
7	479	1,38	78,51	7,93	34,9	34,06	766
8	453	1,41	74,40	7,71	32,12	33,72	753,8

ПАВ не обладает биологически активными свойствами, но его применение в рабочем растворе с гербицидами позволило уменьшить норму их расхода на 17–50%.

Таким образом, использование гербицидов Гранстар (10–15 г/га) и Банвел (0,25 л/га) в смеси с ПАВ способствовало снижению доз гербицидов и расширению спектра их действия.

Считаем, что применение гербицидов в смеси с ПАВ является перспективным приемом улучшения фитосанитарного состояния посевов яровой пшеницы. Оно позволяет в 2 раза уменьшить дозы гербицидов. В смесях мы рекомендуем применять Гранстар в дозе 10 г/га вместо 20 г/га, а Банвел — 0,25 л/га вместо 0,5 л/га. В баковые смеси целесообразно добавлять 5–10 кг/га аммиачной селитры. □

УДК 632.951

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИНСЕКТИЦИДА ИМИДОР ТЕПЛИЧНОЙ БЕЛОКРЫЛКИ И БАХЧЕВОЙ ТЛИ НА ОВОЩНЫХ КУЛЬТУРАХ В ТЕПЛИЦЕ

Л.А. Буркова, Всероссийский НИИ защиты растений, Санкт-Петербург

Имидор (200 г/л), ВРК — новый инсектицид ЗАО «Щелково Агрохим» на основе имидаклоприда — обладает высокой инсектицидной активностью и может использоваться для опрыскивания вегетирующих растений. С 2006 г. препарат разрешен к применению на территории РФ в защищенном грунте против тли на огурце и тепличной белокрылки на огурце и томате.

Испытания Имидора проводили в двух световых зонах с нормой расхода рабочего раствора 1000—3000 л/га при концентрации 0,015—0,025% (бахчевая тля) и 0,05% (тепличная белокрылка).

На первом этапе была изучена эффективность Имидора против бахчевой тли (*Aphis gossypii* Glov.). Эксперимент проводили в блочной зимней теплице ЗАО «Лето» (С.-Петербург) на огурце защищенного грунта сорта Маринда во втором культурообороте. Для опрыскивания растений на тепличном торфогрунте использовали систему Мункофф. Плотность посадки — 24 тыс. растений/га, обработку проводили в вечернее время.

В опытной теплице в первом культурообороте также выращивали огурец, что сказалось на достаточно активном заселении растений вредителем и интенсивном его развитии. Численность тлей в момент закладки опыта составляла 26—63 экз/лист. Заметное снижение численности наблюдалось на 7-е сут. после обработки (8.08) и было наиболее выраженным в варианте с Имидором в концентрации 0,025%. Этот вариант опыта по эффективности был на уровне эталона (Конфидор) с той же концентрацией рабочего раствора (табл. 1). Показатели эффективности препарата в концентрации 0,015% были высокими, но длительность защитного действия ограничена двумя неделями.

**Таблица 1. Биологическая эффективность Имидора против бахчевой тли на огурце (Ленинградская обл.)**

Вариант	Численность тлей до обработки, экз/лист	Снижение численности тлей относительно исходной с поправкой на контроль по суткам учетов после обработки, %			
		3	7	14	21
Контроль	28	—	—	—	—
Имидор, 0,015%	32	66	95	96	95
Имидор, 0,025%	47	89	98	100	100
Эталон, 0,025%	56	94	99	100	100

На высоком фоне заселения растений бахчевой тлей начальная скорость токсического действия и длительность защитного периода Имидора (0,025%) находились на уровне эталона в той же концентрации. Препарат не оказывал отрицательного влияния на рост и развитие растений.

На втором этапе основной задачей была оценка эффективности Имидора в борьбе с тепличной белокрылкой (*Trialeurodes vaporariorum* Westw.) на основных овощных культурах защищенного грунта. На растениях огурца опыты проводили параллельно в двух световых зонах.

В мае-июне 2003 г. в ЗАО «Лето» на огурце сорта Эффект в первом культурообороте был проведен опыт по изучению эффективности Имидора против тепличной белокрылки (имаго, личинки). Высадку рассады провели из

расчета 24 тыс. шт/га. В качестве субстрата использовали тепличный торфогрунт с рыхлящими добавками (торф + доломитовая мука, 1600 кг/га, калий сернокислый, 320 кг/га, аммиачная селитра, 400 кг/га, азофоска, 300 кг/га). Обработку растений проводили 0,05%-м рабочим раствором препаратов Имидор и Конфидор (эталон) с помощью ранцевого опрыскивателя Харди. Закладку опыта провели при средней численности имаго белокрылки 7—9, личинок — 12—13 экз/лист.

Снижение численности имаго в варианте с Имидором отмечено уже к 3-м сут., и на протяжении двух недель она была незначительной (2—6 экз/лист), что соответствовало биологической эффективности 88—87%. Резкое увеличение численности произошло на 21-е сут. — до 25 экз/лист. В эталонном варианте к 3-м сут. численность вредителя снизилась незначительно (до 4 экз/лист), но препарат сдерживал численность имаго белокрылки в течение 14-и сут., а на 21-е сут. она увеличилась до 33 экз/лист (табл. 2).

**Таблица 2. Биологическая эффективность Имидора против тепличной белокрылки на огурце (Ленинградская обл.)**

Вариант	Фаза развития вредителя	Численность вредителя до обработки, экз/лист	Снижение численности вредителя относительно исходной с поправкой на контроль по дням учетов после обработки, %			
			3	7	14	21
Контроль	Имаго	9	—	—	—	—
Имидор		8	88	92	87	59
Эталон		7	70	87	78	42
Контроль	Личинки	13	—	—	—	—
Имидор		14	50	79	78	80
Эталон		12	34	67	63	66

Против личинок препарат был менее эффективен. При начальном невысоком фоне численность личинок увеличивалась в течение всего учетного периода, достигая максимума на 21-е сут. В эталонном варианте нарастание численности вредителя было более интенсивным. Биологическая эффективность против личинок на протяжении всего учетного периода в варианте с Имидором была выше по сравнению с эталоном.

В контрольном варианте белокрылка развивалась интенсивно, на 21-е сут. численность имаго вредителя увеличилась до 72 экз/лист, а личинок — до 150 экз/лист. На этом фоне общая эффективность Имидора составила 62—74%, эталонного препарата — 46—59%.

В мае-июне 2003 г. в ОАО «Тепличное» (Предгорный р-н Ставропольского края) на огурце сорта Маринда был проведен опыт по определению эффективности Имидора против имаго и личинок тепличной белокрылки. Семена высевали в лунки из расчета 100 г/1000 м<sup>2</sup>. Растения выращивали на субстрате из тепличного грунта с содержанием органических веществ в почве 33% и нейтральной рН. Подкормку минеральными удобрениями (аммиачная и калиевая селитра, сульфат калия и магния — 40 г/10 л воды) проводили еженедельно. Обработку провели при



численности белокрылки 19 экз/лист 0,05%-м рабочим раствором Иמידора и Конфидора (эталон) с помощью ОЗГ-400 (расход рабочей жидкости — 1000 л/га).

В контроле (без обработки) отмечено интенсивное развитие белокрылки — до 123 имаго и личинок/лист. На этом фоне Иמידор в концентрации 0,05% эффективно снижал численность имаго вредителя в течение трех недель, но после этого отмечено ее нарастание. В отношении личинок препарат проявил слабое действие.

На растениях томата опыты проводили параллельно в двух световых зонах.

В условиях Северо-Запада (ЗАО «Лето») испытания Иמידора в борьбе с тепличной белокрылкой проводили в ангарных теплицах на томате сорта Армандо второго культурооборота. Рассадку высаживали из расчета 22 тыс. шт/га в субстрат из торфогрунта с корой в соотношении 3:1. До посадки вносили азофоску (15 г/м<sup>2</sup>), еженедельно — Растворин, NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>, Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, MgSO<sub>4</sub> — 20 г/м<sup>3</sup>. Обработку растений проводили 0,05%-м рабочим раствором Иמידора и Конфидора (эталон) с помощью системы Мункофф (расход рабочей жидкости — 1000 л/га). Закладку опыта провели при средней плотности имаго белокрылки 4—5 экз/лист, личинки в момент обработки отсутствовали.

Снижение численности имаго в варианте с Иמידором отмечено уже к 3-м сут. (менее 1 экз/лист) и на протяжении всего периода учетов численность имаго вредителя была незначительной, на 28-е сут. она составляла чуть более 1 экз/лист. В эталонном варианте к 3-м сут. численность вредителя снизилась незначительно (до 2 экз/лист), и препарат удерживал численность имаго белокрылки на постоянном уровне в течение 28 сут.

Численность личинок в период проведения учетов слабо увеличивалась, достигнув на 28-е сут в варианте с Иמידором 1 экз/лист, а в варианте с эталоном — 8 экз/лист.

В контроле белокрылка интенсивно развивалась весь период наблюдений и на 28-е сут. численность имаго вредителя увеличилась в 8 раз, а личинок — в 15 раз.

УДК: 633.11:632.754

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРЕПАРАТОВ ЗАО «ЩЕЛКОВО АГРОХИМ» В БОРЬБЕ С КЛОПОМ ВРЕДНАЯ ЧЕРЕПАШКА НА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЕ

**Э.А. Пикушова, В.С. Горьковенко, И.В. Бедловская,**  
Кубанский государственный аграрный университет

Клоп вредная черепашка продолжает оставаться одним из основных вредителей озимой пшеницы в Краснодарском крае. Повреждение зерна этим фитофагом приводит к резкому снижению его качества, а при отсутствии защиты посевов зерно становится невозможно использовать не только на пищевые, но и на кормовые цели. На Кубани борьбу с черепашкой осложняет отсутствие осадков и жаркая погода в середине лета, что не позволяет использовать многие препараты из-за их низкой эффективности в таких погодных условиях.

В настоящее время ЗАО «Щелково Агрохим» предлагает новые инсектициды для защиты пшеницы от вредной черепашки, которые можно эффективно применять и в условиях недостатка влаги при высокой температуре воздуха. Среди них инсектициды Иמידор, ВРК (200 г/л), Кинфос, КЭ (300 + 40 г/л) и Фаскорд, КЭ (100 г/л).

В 2007 г. в СПК ПЗК «Наша Родина» Гулькевичского р-на Краснодарская края в полевом производственном опыте провели испытания инсектицидов Иמידор, Кинфос и Фаскорд

Общая эффективность в снижении численности вредителя (в сумме по имаго и личинкам) составила в варианте с Иמידором 79—97%, а эталонном — 52—84%.

Испытание эффективности Иמידора в борьбе с тепличной белокрылкой в условиях Северного Кавказа провели в ОАО «Тепличное» (Предгорный р-н Ставропольского края). Рассадку томата сорта Марфа высадили из расчета 20 тыс. шт/га на субстрат из тепличного грунта, содержащий 33% органических веществ, рН=6,7. Подкормку минеральными удобрениями — NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>, K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, MgSO<sub>4</sub> — проводили еженедельно.

Закладку опыта провели при высокой численности имаго (9—16 экз/лист) и личинок (9—15 экз/лист) белокрылки. Обработку растений проводили 0,05%-м рабочим раствором препаратов Иמידор и Конфидор (эталон) с помощью системы Мункофф, расход рабочей жидкости — 1000 л/га.

Резкое снижение численности имаго в варианте с Иמידором отмечено уже к 3-м сут. Динамика численности белокрылки на фоне применения Иמידора показывает, что препарат эффективно снижает численность имаго вредителя в течение трех недель. В отношении личинок отмечено слабое действие Иמידора, сравнимое с эталонным вариантом. В целом Иמידор по своей эффективности был равноценен эталону в соответствующих нормах расхода.

Инсектицид Иמידор, ВРК (200 г/л) ЗАО «Щелково Агрохим» рекомендован для включения в «Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации» на огурце и томате защищенного грунта против белокрылки в концентрации 0,05%, на огурце защищенного грунта против тлей в концентрации 0,015—0,025%.

Особенность применения Иמידора — 2-кратные обработки с целью истощения популяции и смещение ее возрастной структуры с максимальным уничтожением имагинальной фазы и глубоким подавлением в развитии личиночных фаз. Интервалы между двумя последовательными обработками могут составлять 2—3 недели. ■

в борьбе с клопом вредная черепашка (*Eurygaster integriceps* Put) на посевах озимой пшеницы сорта Нота (предшественник — сахарная свекла). Эталоном служил Каратэ Зеон.

Апрель 2007 г. характеризовался умеренно теплой погодой с резкими колебаниями температуры и осадками в I и II декадах. В мае и июне стояла аномально жаркая, практически без осадков погода, максимальная температура составляла 41°C.

Почва участка (40 га) — слабокарбонатные западно-предкавказские черноземы, в большей части глинистые. Содержание гумуса — 5,2%, рН=7,2. Пшеницу выращивали по принятой для хозяйства технологии. Опрыскивание посевов провели 6.06. Фазы развития черепашки на момент обработки: I возраст — 37%, II — 44, III — 17, IV — 2%. Температура воздуха во время обработки составляла 24°C, относительная влажность воздуха — 52%, ветра не было.

Несмотря на экстремальные погодные условия, все препараты ЗАО «Щелково Агрохим» показали высокую эффективность против вредной черепашки (табл.).

Эффективность Иמידора, Кинфоса и Фаскорда против клопа вредная черепашка на озимой пшенице						
Препарат (норма расхода, л/га)	Количество личинок до обработки, экз/м <sup>2</sup>	Биологическая эффективность, %			Повреждение зерна, %	Снижение повреждения зерна, % к контролю
		13.06	20.06	5.07		
Контроль (без обработки)	11	—	—	—	9,3	—
Эталон (0,15)	12	99	97	94	0,5	95
Иמידор (0,07)	12	99	97	94	0,4	96
Кинфос (0,15)	10	97	97	93	0,4	96
Кинфос (0,25)	10	99	99	99	0,1	99
Фаскорд (0,1)	11	98	97	94	0,5	95

Эффективность Иמידора, Фаскорда и Кинфоса (0,25 л/га) против вредной черепашки была близка к 100%. Особо следует выделить длительное защитное действие Кинфоса в дозе 0,25 л/га, что позволило снизить повреждение зерна до исчезающе малой величины (0,1%). Несмотря на то что защитное действие Иמידора и Фаскорда не было столь длительным, как Кинфоса, применение этих препара-

УДК: 632.4; 632.937.14.05

## БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ФУНГИЦИДА МИКРОБНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ НА ОЗИМОЙ И ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЕ

**Т.Ю. Коршунова, Н.Н. Силищев, Т.Ф. Бойко, Н.Ф. Галимзянова, Институт биологии Уфимского научного центра РАН, О.Н. Логинов, ГУП «Опытный завод АН РБ»**

В последние годы в системе интегрированной защиты растений пшеницы от болезней все большее внимание уделяется биологическому методу. Биопрепараты применяют в качестве фунгицидов и протравителей семян в борьбе с корневыми и прикорневыми гнилями, болезнями колоса и листьев. Кроме того, многие биопрепараты обладают и ростстимулирующим действием.

Цель работы — изучение биологической эффективности микробиологического препарата Елена, Ж на посевах озимой и яровой пшеницы против грибных заболеваний. Семена озимой (сорта Офелия и Зиндар) и яровой (сорта Валерия и Саратовская 42) пшеницы за 1—2 сут. до посева обрабатывали биопрепаратом с нормой расхода 1 л/т, расход рабочей жидкости — 10 л/т. Опытные делянки имели площадь 5 м<sup>2</sup>, размещение — рендомизированное,

тов позволило добиться высокой эффективности против вредителя, снизив повреждение зерна до экономически неощутимых величин. Иמידор и Фаскорд были близки по эффективности к эталону, но, учитывая меньшую стоимость их гектарной нормы, применение Иמידора и Фаскорда экономически более целесообразно. Кинфос был существенно эффективнее эталонного препарата, что говорит о безусловной необходимости его использования в системах защиты от вредной черепашки в условиях Краснодарского края.

Таким образом, результаты испытаний инсектицидов Иמידор, Кинфос и Фаскорд производства ЗАО «Щелково Агрохим» показали, что их можно рекомендовать к применению в системах защиты озимой пшеницы от клопа вредная черепашка в условиях Юга России, где погодноклиматические условия вегетационного сезона (полное отсутствие осадков при высокой температуре воздуха) зачастую близки к экстремальным. Это особенно важно в условиях засухи, когда недобор урожая из-за неблагоприятных погодных условий может быть компенсирован только высоким качеством зерна, что возможно лишь при условии эффективной защиты посевов от вредной черепашки. ■

повторностей — 4. Опыт проводили в Краснодарском крае (черноземы) и Волгоградской обл. (каштановые почвы).

Биологическая эффективность фунгицида Елена против фузариозно-гельминтоспориозных заболеваний пшеницы была достаточно высокой даже при уровне зараженности семян более 50% (табл. 1) и сохранялась (несколько снижаясь) в течение всего периода вегетации (табл. 2).

Дополнительно в Краснодарском крае проверили эффективность биопрепарата против бурой ржавчины и септориоза озимой пшеницы (сорт Офелия). Оказалось, что при развитии бурой ржавчины в контроле на уровне 10%, а септориоза — 15%, его биологическая эффективность составила 33%.

Использование биопрепарата положительно сказалось на структуре урожая пшеницы (табл. 3).

**Таблица 1. Биологическая эффективность биопрепарата против семенной инфекции**

Болезнь	Озимая пшеница				Яровая пшеница			
	Краснодарский край (Офелия)		Волгоградская обл. (Зиндар)		Краснодарский край (Валерия)		Волгоградская обл. (Саратовская 42)	
	Зараженность семян, %	Биологическая эффективность, %	Зараженность семян, %	Биологическая эффективность, %	Зараженность семян, %	Биологическая эффективность, %	Зараженность семян, %	Биологическая эффективность, %
Комплексная семенная инфекция	53	40	53	48	55	22	58	49
Фузариоз	26	31	8	50	49	18	11	48
Гельминтоспориоз	—	—	22	42	—	—	15	58
Альтернариоз	8	13	16	50	1	100	9	47
Плесневение семян	19	63	6	55	5	60	23	48

**Таблица 2. Биологическая эффективность биопрепарата против фузариозно-гельминтоспориозных гнилей на искусственном инфекционном фоне**

Фаза вегетации	Озимая пшеница				Яровая пшеница			
	Краснодарский край (Офелия)		Волгоградская обл. (Зиндар)		Краснодарский край (Офелия)		Волгоградская обл. (Зиндар)	
	Зараженность семян, %	Биологическая эффективность, %	Зараженность семян, %	Биологическая эффективность, %	Зараженность семян, %	Биологическая эффективность, %	Зараженность семян, %	Биологическая эффективность, %
Кущение	8/20*	51/52*	6/8*	42/36*	4	56	9	43
Восковая спелость	23	49	11	29	8	35	13	31

\* В числителе — осень, в знаменателе — весна

**Таблица 3. Изменение структуры урожая пшеницы под влиянием биопрепарата**

Показатели	Озимая пшеница				Яровая пшеница			
	Краснодарский край (Офелия)		Волгоградская обл. (Зиндар)		Краснодарский край (Валерия)		Волгоградская обл. (Саратовская 42)	
	Контроль	После обработки	Контроль	После обработки	Контроль	После обработки	Контроль	После обработки
Густота стояния растений в фазе кущения, шт/м <sup>2</sup>	357/300*	363/342*	322	327	715	742	255	285
Продуктивная кустистость	2,3	2,6	2,2	2,5	1,4	1,7	1,5	1,7
Масса зерна с 1 колоса, г	1,2	1,7	1,0	1,1	0,97	1,1	0,8	0,8
Масса 1000 зерен, г	41,2	41,8	28,6	29,8	27,8	28,8	30,3	30,7
Урожайность, г/м <sup>2</sup>	700,0	755,0	46,0	59,1	248,0	258,5	173,3	184,9
Сохраненный урожай, %	—	7,9	—	28,5	—	4,2	—	6,7

\* В числителе — осень, в знаменателе — весна

В Краснодарском крае биопрепарат способствовал лучшей перезимовке озимой пшеницы, что выразилось в значительно большей густоте стояния растений в фазу кущения весной по сравнению с контролем.

В целом, сохраненный урожай озимой пшеницы в Краснодарском крае составил 7,9%, в Волгоградской обл. — 28,5%, а яровой — соответственно 4,2 и 6,7%.

Таким образом, биофунгицид Елена способствовал снижению поражения пшеницы корневыми гнилями фузариозно-гельминтоспориозной этиологии, эффективен против плесневения семян и оказывал стимулирующее воздействие на рост и развитие растений. Полученные результаты позволяют сделать вывод о целесообразности применения биопрепарата в системах защиты пшеницы от болезней. ■

УДК 632.4.:635.64:632.937

## ВЛИЯНИЕ ЛОВАСТАТИНА НА ФИТОПАТОГЕННЫЕ ГРИБЫ

**В.В. Джавахия, Г.Г. Петелина, Всероссийский НИИ фитопатологии**

Один из возможных путей решения проблемы защиты растений от вредных объектов — использование защитных средств, воздействующих на определенные пути метаболизма в растении или патогене, частичное блокирование или изменение которых приводит к нарушениям питательной цепочки в системе растение — паразит.

Известно, что стерины являются необходимыми компонентами клеточных мембран живых организмов, в т.ч. и фитопатогенных. Разработка препаратов, действие которых направлено на различные стадии биосинтеза стерина, является одним из перспективных подходов в защите растений от болезней.

Одни из наиболее перспективных ингибиторов биосинтеза стерина — статины, открытые в 1970-х гг. Они способны подавлять ранние этапы биосинтеза стерина, ингибируя фермент окси-3-метилглутарил-КоА-редуктазу [6]. Статины до сих пор использовали только в медицине. Мы предположили, что эти соединения могут обладать защитным действием против фитопатогенов сельскохозяйственных культур. Одним из типичных представителей группы статинов является ловастатин.

Фунгитоксичность ловастатина *in vitro* определяли для грибов *Stagonospora nodorum* (возбудителя септориоза пшеницы) и *Colletotrichum atramentarium* (возбудителя ан-

ракноза томатов), которые выращивали на агаризованной среде Чапека-Докса с добавлением 1 г/л дрожжевого экстракта, а также гриба *Magnaporthe grisea* (возбудителя перикоуляриоза риса), который выращивали на морковной агаризованной среде. Водный раствор натриевой соли ловастатина добавляли в стерильные агаризованные питательные среды в различных концентрациях, затем на поверхность сред в центр чашки Петри вносили фрагменты грибного мицелия. Культивирование гриба *M. grisea* проводили при температуре 28°C, а грибов *St. nodorum* и *C. atramentarium* — при 24°C. Диаметр выросших колоний измеряли на 7-й и 12-й дни роста. Опыт проводили дважды в 3-кратной повторности. Степень ингибирования роста колоний определяли как отношение диаметра колоний грибов, выращенных на средах с добавлением различных концентраций ловастатина, к диаметру контрольных колоний, выращенных на среде без добавления ловастатина.

Для изучения влияния ловастатина на развитие возбудителя септориоза проростки пшеницы выращивали в климатической камере. Продолжительность дневного периода составляла 16 ч, дневные и ночные температуры — 22°C и 20°C соответственно. Отрезки первых, полностью развернувшихся листьев помещали на агар с бензилидазолом (40 мг/л) по 10 шт. в каждую чашку. На верхнюю часть каждого

отрезка наносили по 10 мкл суспензии спор *Sf. nodorum* в растворах ловастатина. На нижнюю часть отрезков листьев наносили 10 мкл суспензии спор гриба в воде. Концентрация ловастатина составляла от 0,0005% до 0,05%, концентрация спор в суспензии — 2—3·10<sup>6</sup> спор/мл. Чашки Петри с листьями пшеницы выдерживали в течение суток в темноте, а затем помещали в световую камеру при комнатной температуре на 6 сут. Степень развития септориоза пшеницы определяли по 5-балльной шкале.

Вегетационные опыты по оценке фитотоксичности ловастатина на проростки пшеницы проводили следующим образом. Семена пшеницы сорта Мироновская 808 замачивали в растворе ловастатина на 1,5—2 ч и помещали в чашки Петри на фильтровальную бумагу, смоченную раствором ловастатина разной концентрации. Проросшие зерна высевали в горшки с грунтом и выращивали растения в климатической камере при указанных выше условиях. Длину проростков измеряли в фазе двух листьев.

Ингибирующий эффект ловастатина на линейный рост колоний был в той или иной степени отмечен для всех исследуемых грибов. Среди культур грибов наиболее устойчивой оказалась *Sf. nodorum* (в концентрации 0,02% ловастатина на 7-е сут. скорость роста ингибировалась в среднем в 2 раза относительно контроля). Менее устойчивой к ловастатину была культура *S. atramentarium* (ингибирование роста на 7-е сут. в среднем было на 20% выше, чем у *Sf. nodorum*). Максимальный эффект ингибирования был обнаружен для культуры *M. grisea*. При концентрации ловастатина 0,005% диаметр колоний на 7-е сут. уменьшался на 60%, а при концентрациях 0,02% и выше рост был полностью подавлен (табл. 1).

**Таблица 1. Изменения диаметров колоний грибов в зависимости от концентрации ловастатина, % к контролю**

Культура	Возраст культуры	Концентрация натриевой соли ловастатина, %							
		0	0,00025	0,001	0,005	0,01	0,02	0,04	0,1
<i>St. nodorum</i>	7	100	92,3	91,7	70,9	65,1	45,3	27,0	7,3
	12	100	96,4	97,7	84,1	73,3	58,7	34,5	6,8
<i>M. grisea</i>	7	100	88,9	68,0	40,3	22,5	*	*	*
	12	100	97,2	60,0	34,7	31,5	16,7	*	*
<i>C. atramentarium</i>	7	100	78,0	65,8	48,1	38,5	23,5	11,5	*
	12	100	95,6	74,8	68,9	41,1	34,8	22,9	*

\* Отсутствие роста

Наряду с ингибированием роста грибов, во всех трех случаях наблюдалось также обесцвечивание их мицелия. Это свидетельствовало о способности ловастатина подавлять меланиногенез у патогенов (блокирование биосинтеза меланина у ряда фитопатогенных грибов приводит к потере их патогенности [5]). Можно предположить, что ловастатин, помимо контактного фунгицидного действия, может оказывать защитное действие против грибов, снижая их патогенность вследствие подавления меланиногенеза.

Помимо исследований по влиянию ловастатина на рост колоний грибов, были проведены опыты по оценке его влияния на развитие септориоза на изолированных листьях пшеницы.

Результаты опытов свидетельствуют о способности ловастатина подавлять развитие септориоза на листьях пшеницы (табл.2)

Оказалось, что применение ловастатина в концентрации до 0,005% могло вызывать повреждение листовой пластинки. Более низкая его концентрация вызывала существенный защитный эффект, который не сопровождался фитотоксичностью. Поскольку в предыдущем опыте показано, что прямое фунгиотоксичное действие ловастатина на гриб *Sf. nodorum* проявляется при концентрации выше 0,1%. Высокий защитный эффект низких концентраций ловастатина,

по-видимому, должен быть обусловлен иным механизмом действия в системе *Sf. nodorum* — пшеница, например, снижением патогенности данного гриба, вследствие подавления биосинтеза меланина или вследствие ингибирования синтеза грибных стероидов.

Срок после инфицирования, сут.	Концентрация ловастатина, %	Средний балл поражения	Защитный эффект, % к контролю
3	0	3,6±0,14	—
	0,05	Фитотоксичность	—
	0,005	0,2±0,008	94
	0,0005	0,2±0,007	94
7	0	3,8±0,15	—
	0,05	Фитотоксичность	—
	0,005	Фитотоксичность	—
	0,0005	1,0±0,03	72

Обработка ловастатином зерен пшеницы в концентрации 0,1% подавляла рост проростков в среднем на 50%, но при концентрации ловастатина 0,01% рост-ингибирующий эффект уже не наблюдался. Следовательно, защитным эффектом против грибных патогенов обладал 0,0005%-й раствор ловастатина, в то время как его ретардантный эффект отмечался для гораздо более высоких концентраций. Можно предположить, что применение ловастатина на пшенице в «защитных» дозах не должно оказывать негативного влияния на ее рост и развитие.

Результаты проведенных экспериментов свидетельствуют о способности ловастатина подавлять развитие септориоза на листьях пшеницы, причем для защиты от данного возбудителя эффективны низкие концентрации этого статина.

В наших исследованиях обнаружено, что ловастатин способен обесцвечивать мицелий *Sf. nodorum*, *M. grisea* и *S. atramentarium*. Чувствительность систем, ответственных за биосинтез пигмента в мицелии этих грибов была различной, но во всех случаях минимальные концентрации ловастатина, обесцвечивающие мицелий, и минимальные концентрации ловастатина полностью подавляющие рост грибов, различались на порядок.

Роль меланина фитопатогенных грибов интенсивно изучали в 1980—1990-х гг. У фитопатогенных грибов *Colletotrichum lagenarium* и *Pycularia oryzae* обнаружено, что их меланиндефицитные мутанты теряют патогенность. Ни один из описанных дефектных по пигментации мутантов этих грибов не обладал патогенными свойствами [1, 4]. Однако в опытах по биохимической комплементации между мутантами, дефектными по различным стадиям биосинтеза меланина, наблюдалось восстановление пигментации одного из мутантов, что приводило к восстановлению патогенности спор, собранных с такого мицелия [2, 3, 4]. Пигментация таких мутантов восстанавливалась также при добавлении в питательную среду соответствующего предшественника из цепи биосинтеза пигмента. При этом восстанавливалась патогенность собранных с нормально пигментированного мицелия спор. Каков бы ни был механизм потери патогенности при блокировании биосинтеза грибного пигмента, очевидным является то, что ловастатин, способен в низких дозах обесцвечивать мицелий фитопатогенных грибов.

Таким образом, ловастатин можно считать потенциальным защитным препаратом, основное действие которого направлено не столько на подавление роста гриба, сколько на ингибирование меланиногенеза, т.е. на подавление его патогенных свойств. ■



УДК 579.64 + 632.4

## ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРЕПАРАТА НА ОСНОВЕ *BACILLUS SUBTILIS* И *BACILLUS LICHENIFORMIS* В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ

Л.П. Белов, ООО «НИИ Пробиотиков»,

В.А. Шкалик, Ю.С. Дунаева, Российский государственный аграрный университет — Московская сельскохозяйственная академия им. К.А. Тимирязева

Традиционно для защиты растений от микозов используют химический метод, включающий как протравливание семян, так и обработку посевов фунгицидами. В последнее время для защиты посевов от болезней используют биопрепараты. Сейчас в мире для борьбы с возбудителями болезней растений применяют препараты, в состав которых входит около 20 видов грибов и бактерий. Так в качестве биофунгицидов используют штаммы *Trichoderma lignorum*, *Penicillium vermiculatum*. Предложен ряд препаратов на основе бактерий антагонистов — *Pseudomonas auerofaciens*, *Ps. fluorescens*, *Bacillus subtilis*. Хорошо известны американские биофунгициды на основе *B. subtilis* и *B. pumilis*. Практический и теоретический интерес представляют микроорганизмы, поселяющиеся в здоровых тканях растений (эндифиты) и не вызывающие патологического процесса (*Bacillus subtilis*).

В 2003 г. на базе МСХА им. К.А. Тимирязева провели вегетационный опыт, в ходе которого пораженные мучнистой росой растения огурца опрыскивали суспензией препарата Субтилис\* (комплекс спорообразующих бактерий *Bacillus subtilis* и *Bacillus licheniformis*). Показана эффективность препарата, однако организационные моменты не позволили перейти к более широким испытаниям.

Одной из причин потерь урожая зерновых являются корневые гнили, выпады растений вследствие поражения этой болезнью могут составлять до 60%. Возбудители корневых гнилей — почвенные фитопатогенные грибы родов *Fusarium*, *Helminthosporium*, *Cercospora*, *Ophiobolus* хорошо сохраняются в почве в состоянии покоя, могут развиваться на растительных остатках. Поэтому опасность поражения корневыми гнилями увеличивается при большой доле зерновых в севообороте. Резерваторами инфекционного начала могут быть дикорастущие и сорные злаки (пырей, щетинник, мятлик, костер, овсяница).

В 2003—2006 гг. мы провели вегетационные и мелкоделные опыты по оценке возможности использования препарата для борьбы с микозами растений.

УДК 634.7:631.8

## О ПРИМЕНЕНИИ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ В ЯГОДНОМ ПИТОМНИКЕ

О.А. Суркова, Всероссийский НИИ садоводства им. И.В. Мичурина

В настоящее время площади промышленных насаждений черной смородины значительно сократились, а производственные плантации крыжовника практически отсутствуют. Одной из причин сложившегося положения является недостаток или отсутствие высококачественного посадочного материала, пригодного для закладки интенсивных насаждений. Современные

В условиях Московской обл. на яровой пшенице сорта Лютеценс 937 изучали с целью последующего сравнения действий химических протравителей и биопрепарата. Опыт включал следующие варианты: I — контроль (необработанные семена); II — обработка семян Креолином (0,1 л/т); III и IV — обработка семян препаратом Колфуго дуплет\* в дозе 1,5 и 2 л/т соответственно; V — обработка смесью Колфуго дуплет (1,5 л/т) + Креолин (0,1 л/т); VI — обработка семян препаратом Субтилис. Семена обрабатывали методом увлажненного протравливания. Повторность опытов 4-кратная, размещение рендомизированное, площадь учетных делянок 2 м<sup>2</sup>.

Установлено, что обработка семян биопрепаратом обеспечивает лучшую защиту от корневых гнилей (*Fusarium* sp., *Bipolaris* sp.), чем Колфуго дуплет (2 л/т) в фазе восковой спелости (табл.). В этом же варианте получена наибольшая величина сохраненного урожая.

**Поражение корневыми гнилями и урожайность пшеницы при использовании фунгицидов и биопрепарата для обработки семян**

Вариант	Развитие болезни, %	Густота стояния растений, шт/м <sup>2</sup>	Масса колоса, г	Урожайность, т/га	Сохраненный урожай, %
I	60	253	1,6	3,49	—
II	39	259	1,8	4,12	17,9
III	48	263	2,0	4,32	23,8
IV	62	262	1,9	4,28	22,7
V	57	250	1,9	4,31	23,5
VI	37	260	2,0	4,42	26,8
НСП <sub>05</sub>		3,5	0,3		

Таким образом, приведенные данные показывают необходимость дальнейшего изучения биопрепарата в качестве средства защиты растений от микозов. ■

\* Препарат не внесен в «Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации, 2008 год»

Цель наших исследований, проведенных в 2004—2006 гг. в ягодном питомнике ОПО ВНИИС им. И.В. Мичурина, — определение оптимальных доз, сроков и способов внесения удобрения в ягодном питомнике.

Почва участка — чернозем тяжелосуглинистый, средневывщелоченный, залегающий на лёссовидном суглинке средней мощности. Структура почвы — пылевато-зернистая и комковато-зернистая. Глубина гумусового горизонта — 40—50 см, содержание гумуса — 3—6%,  $pH_{\text{сол.}} = 4,65—4,70$ ,  $pH_{\text{водн.}} = 5,25—5,35$ . Объектами исследования служили 2-летние саженцы крыжовника сорта Черномор, полученные из отводков, и саженцы черной смородины сорта Зеленая Дымка, полученные из одревесневших черенков. В качестве минеральных удобрений использовали аммиачную селитру, хлористый и серноокислый калий; кратность внесения — однократное (весной) и 2-кратное (весной и летом с интервалом 1,5 мес.); способы внесения — поверхностное и на глубину 15—20 см с последующей заделкой. Повторность — 5—6-кратная. Ежегодно дважды за сезон (весной и летом) во всех вариантах опытов с глубины 0—20 см отбирали почвенные образцы. Для определения влияния минеральных удобрений на содержание элементов питания листья отбирали с середины побегов на 2—3 повторностях опыта.

Установлено, что наиболее сильное влияние на рост растений крыжовника оказало поверхностное 2-кратное внесение аммиачной селитры. Вероятно, это объясняется ослаблением излишнего поглощения фосфора в начальной фазе роста растений из-за конкуренции между ионами  $PO_4^-$  и  $NO_3^-$ , поскольку аммиачная селитра, внесенная поверхностно, поступала в почву только в форме нитратов, о чем свидетельствуют результаты химических анализов почвы. Так, содержание элементов питания весной перед внесением удобрений составило:  $NO_3^-$  — 5,36 мг/кг,  $NH_4^+$  — следы,  $P_2O_5$  — 244,0,  $K_2O$  — 150 мг/кг. Летом содержание элементов питания перед повторным внесением азота было следующим:  $NO_3^-$  — 5,08 мг/кг,  $NH_4^+$  — 28,3,  $P_2O_5$  — 199,0,  $K_2O$  — 150 мг/кг.

Сравнение содержания элементов питания в почве весной (перед внесением удобрения) и летом (спустя 1,5 мес.) говорит о том, что ослабление поглощения излишнего фосфора обусловило улучшение поглощения всех остальных питательных элементов (табл. 1).

Самый низкий результат получен в случае глубокого внесения сульфата калия и аммиачной селитры. Глубокая заделка аммонийсодержащего удобрения (аммиачная селитра) не снизила избыточное поглощение фосфора и азота в ущерб поглощению других элементов питания, что и обусловило худшую ростовую активность, уступающую контрольному варианту.

**Таблица 1. Содержание минерального азота, фосфора и калия в почве, мг/кг**

Вариант	N-NH <sub>3</sub>	N-NO <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Контроль	28,9	4,92	190,4	150,0
N <sub>aa</sub> 20 K <sub>x</sub> 30 (глубоко)	25,6	6,08	228,0	150,0
K <sub>x</sub> 30 (глубоко) + N <sub>aa</sub> 20 (поверхностно, сразу)	23,0	5,08	220,0	150,0
N <sub>aa</sub> 20 (поверхностно) + N <sub>aa</sub> 10 (поверхностно, через 1,5 мес.)	28,3	5,08	199,0	150,0

В варианте K<sub>x</sub> 30 (глубоко) + N<sub>aa</sub> 20 (поверхностно, сразу) получены промежуточные данные. Видимо, доза азота оказалась недостаточной, чтобы существенно повлиять на избыток фосфора в почве.

По данным химического анализа листьев крыжовника, содержание азота было несколько выше оптимального, наблюдался явный избыток фосфора по всем вариантам, содержание K<sub>2</sub>O не превышало допустимого уровня (2%) только при внесении хлористого калия на глубину весной с поверхностным внесением азота летом (табл. 2).

**Таблица 2. Влияние минеральных удобрений на содержание элементов питания в листьях крыжовника, %**

Вариант	Общий азот	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Контроль	2,8	1,2	2,5
N <sub>aa</sub> 20 K <sub>x</sub> 30 (глубоко)	2,4	1,1	2,1
K <sub>x</sub> 30 (глубоко) + N <sub>aa</sub> 20 (поверхностно, сразу)	2,9	1,1	2,0
N <sub>aa</sub> 20 (поверхностно) + N <sub>aa</sub> 10 (поверхностно, через 1,5 мес.)	3,1	1,2	2,2
Оптимальное содержание	2,6	0,6	2,0

Опыты со смородиной показали, что наиболее эффективным оказался вариант с глубоким внесением аммиачной селитры весной. Повторное летнее внесение N<sub>aa</sub> 60 и N<sub>aa</sub> 30 не оказало существенного влияния на рост побегов, несколько снизив его. Видимо, глубокое внесение аммиачной селитры в борозды в достаточной степени обеспечило потребности растений в питательных веществах, что и обусловило получение высококачественного посадочного материала.

На черноземной почве с повышенным содержанием фосфора однократное внесение аммиачной селитры снизило его количество на 24,6% по сравнению с контролем, а поверхностное внесение азота (табл. 3) не оказало такого влияния, напротив, содержание фосфора было на 8% выше контроля. Следовательно, при глубоком внесении аммиачной селитры обеспечивается контакт отрицательно заряженных ионов фосфата с положительно заряженными аммонийными ионами. При этом усиливается поглощение азота и фосфора, и как результат улучшается рост растений.

**Таблица 3. Содержание минерального азота, фосфора и калия в почве, мг/кг**

Вариант	N-NH <sub>4</sub>	N-NO <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Контроль	44,6	5,36	203,5	200,0
N <sub>aa</sub> 60 (глубоко)	126,4	17,52	153,5	150,0
N <sub>aa</sub> 60 (глубоко) + N <sub>aa</sub> 30 (поверхностно, через 1,5 мес.)	51,0	23,8	150,0	150,0
N <sub>aa</sub> 60 K <sub>x</sub> 60 (глубоко)	39,6	20,28	145,0	200,0
K <sub>x</sub> 60 + N <sub>aa</sub> 60 (поверхностно, сразу)	48,9	6,08	220,0	200,0

Изучение влияния минеральных удобрений на содержание элементов питания в листьях смородины показало, что во всех вариантах содержание общего азота было близко к оптимальному, но наблюдалось недостаточное количество калия даже в вариантах с внесением калийного удобрения. Так же, как и в листьях крыжовника, отмечено повышенное содержание фосфора (табл. 4).

**Таблица 4. Влияние минеральных удобрений на содержание элементов питания в листьях смородины, %**

Вариант	Общий азот	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Контроль	2,4	1,5	1,00
N <sub>aa</sub> 60 (глубоко)	2,5	1,0	1,20
N <sub>aa</sub> 60 (глубоко) + N <sub>aa</sub> 30 (поверхностно, через 1,5 мес.)	2,5	0,9	1,10
N <sub>aa</sub> 60 K <sub>x</sub> 60 (глубоко)	2,9	0,8	1,20
K <sub>x</sub> 60 + N <sub>aa</sub> 60 (поверхностно, сразу)	2,9	1,1	1,20
Оптимальное содержание	2,8	0,6	2,00

Таким образом, для усиления роста саженцев крыжовника в питомнике при высоком содержании фосфора в почве их следует удобрять поверхностно дважды — весной и летом дозой азота по 20 кг /га при каждом внесении. Азотное удобрение черной смородины в питомнике рационально вносить в один срок на глубину примерно 15 см дозой 60

кг/га (по д.в.). Предварительные исследования показали, что крыжовник более требователен к азотному питанию, чем к калийному, а черная смородина — наоборот. Это не согласуется с литературными данными, в которых постоянно подчеркивается большая потребность в калийном питании плодоносящих насаждений крыжовника. ■

УДК 633.32.01:631.53.04

## РАЗРАБОТКА ОТДЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КЛЕВЕРА СХОДНОГО НА СЕМЕНА

Ж.А. Арькова, Мичуринский государственный аграрный университет

Практический интерес для производства представляет новая кормовая культура — клевер сходный (*Trifolium ambiguum* Vieb.) сорта Вись селекции Мичуринского ГАУ. Для этой культуры характерно потенциальное долголетие (10 и более лет), высокое содержание белка (18—23%), выносливость при пастбищном использовании, способность к вегетативному размножению корневищами. Клевер сходный является наиболее ксерофильным видом из рода *Trifolium*. Он обладает еще одним преимуществом — не вызывает тимпанита у животных. Существенными препятствиями внедрения клевера сходного в производство являются отсутствие рекомендаций по его возделыванию и дефицит семян.

Цель исследований — разработка основных элементов технологии возделывания клевера сходного на семена. В первом опыте изучали особенности формирования урожая семян клевера сходного при подпокровном и беспокровном посевах при разных его сроках. В качестве покровных культур использовали ячмень (сорт Ауксиняй 3) с нормами высева 5 млн, 3 млн и 2,5 млн всхожих семян/га, кукурузу на силос (гибрид Молдавский 215 СВ) с густотой стояния 70 тыс. растений/га, вико-овсяную смесь (овес сорта Горизонт, вика яровая сорта Львовская 1031) с нормой высева по 2 млн всхожих семян/га. Ячмень и вико-овсяную смесь высевали рядовым способом (0,15 м), кукурузу и клевер — широко-рядно (0,45 м), причем клевер высевали перпендикулярно направлению посевов покровных культур. Площадь учетной делянки 20 м<sup>2</sup>, повторность 4-кратная. Опыты закладывали в 1996 и 1997 гг. на опытном поле Мичуринского ГАУ в учхозе «Комсомолец» Тамбовской обл. Почва опытного участка — чернозем выщелоченный, тяжелосуглинистого состава с содержанием гумуса 4,48%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> — 5,4, K<sub>2</sub>O — 10,4 мг/100 г почвы, рН=5,2, сумма поглощенных оснований — 29,8 мг-экв/100 г, гидролитическая кислотность — 8,1 мг-экв/100 г почвы.

В сложившихся погодных условиях отмечены небольшие различия условий влагообеспеченности в слое почвы 0—5 см для беспокровных и подпокровных посевов. Очевидно, это связано с разрывами во времени между сроками посева покровных культур и подпокровного клевера.

Покровные культуры были более конкурентоспособными и в послевсходовый период с различной степенью воздействовали угнетающе на подпокровный клевер. В наибольшей степени покровные культуры влияли на освещенность и при достаточной влагообеспеченности на высоком питательном фоне, но при затенении клевер сходный находится в угнетенном состоянии. Минимальный уровень освещенности складывался под покровом ячменя и вико-овсяной смеси (освещенность в критические периоды снижалась до 27,9—31,3 тыс. лк против 91,7—95,8 тыс. лк при беспокровном посеве). В этих условиях подпокровный клевер практически не развивался и значительно изреживался. Из-за существенного изреживания в вариантах покровного ячменя с полной и уменьшенной на 30% нормой высева и из-под вико-овсяной смеси посева клевера были выбракованы как погибшие, и из дальнейших исследований их исключили.

Определяющим фактором, обеспечивающим высокую степень реализации потенциала семенной продуктивности, является плотность формирования соцветий на единице площади, степень обсемененности и масса 1000 семян. На второй год жизни генеративные органы (соцветия) у клевера формировались лишь на травостоях беспокровных посевов (в среднем 765—821 шт/м<sup>2</sup>), причем более высокий уровень их формирования отмечен в вариантах с ручной прополкой. На третий год жизни в этих вариантах плотность травостоя увеличивалась за счет формирования новых парциальных растений, выступающих в качестве конкурирующего фактора при использовании травостоя на семенные цели. В результате различия между вариантами в плотности формирования соцветий сглаживались и уровень их формирования несколько снижался (в среднем до 759—764 шт/м<sup>2</sup>). В это время отмечено формирование соцветий и на травостоях клевера сходного, вышедшего из-под покрова кукурузы (в среднем — 718 шт/м<sup>2</sup>, что близко к показателю беспокровного посева), и ячменя с уменьшенной на 50% нормой высева (в среднем 49 шт/м<sup>2</sup>).

В первом году пользования количество цветков в соцветиях беспокровного посева находилось в пределах 59—167 шт/м<sup>2</sup> при обсемененности 61—76%. Лучшие условия развития растений, складывающиеся при ручной прополке в беспокровном посеве, по сравнению с подкашиванием сорняков обуславливали формирование более выполненных семян (в среднем 0,06 г).

В последующие годы из-за прогрессирующего самозагущения участка парциальными кустами происходило некоторое уменьшение числа цветков в соцветиях и снижение показателя обсемененности.

Только беспокровные посева клевера сходного обеспечивали достаточно высокие и стабильные урожаи семян (401,9—432,0 кг/га в среднем за 2 года пользования).

В опыте со сроками посева установлено, что только растения клевера сходного ранних сроков посева своевременно успевали достичь необходимой степени развития (сформировали хорошо развитые розетки, прошли фазы стеблевания, нарастили значительную листовую поверхность), были способны переносить временные неблагоприятные условия, которые порой складываются в отдельные периоды вегетации и в период перезимовки. Только при ранних сроках посева (не позже июня) был обеспечен необходимый комплекс условий для формирования достаточной плотности и выравненности стеблестоя по густоте. В первый год пользования в травостоях первых сроков посева (апрель-июнь) средний показатель числа генеративных побегов в среднем составил 3,9—4,2 шт/растение. В травостое последующего срока посева этот показатель был существенно ниже.

На второй год пользования тенденция дальнейшего увеличения количества генеративных побегов несколько снижалась (до 3,9—4,4 шт/растение). В последующем году из-за конкуренции со значительным количеством вновь сформировавшихся парциальных кустов количество генеративных побегов уменьшалось до 1,3—2,2 шт/растение.

Плотность формирования соцветий в первый год пользования в среднем составляла 830—856 шт/м<sup>2</sup>. На второй год пользования также прослеживалась тенденция уменьшения формирования соцветий на травостоях ранних сроков посева. На травостоях более поздних сроков посева происходило увеличение количества соцветий на единице площади, но количество их было существенно ниже показателя более ранних сроков посева — 199—485 против 755—773 шт/м<sup>2</sup>.

Так же, как и в первом опыте, к третьему году пользования во всех вариантах отмечено усиление загущенности травостоя неплодоносящими парциальными кустами. К этому времени широкорядные посева превратились в травостои сплошного стояния, почвы уплотнились и во

всех вариантах уменьшилась плотность формирования соцветий.

Формирование более крупных соцветий с большим количеством цветков приходилось на первый год пользования семенным травостоем. В дальнейшем отмечено уменьшение размеров соцветий, а также снижение выполненности семян.

В сумме за 2 года пользования травостоем в среднем по двум закладкам опыта наибольший сбор семян получен на травостоях более ранних сроков посева — 557,5—537,5 против 83,3—215,0 кг/га.

Таким образом, семенные посева клевера сходного сорта Высь целесообразно закладывать беспокровно в ранние сроки (не позже июня). ■

УДК: 634.11:631.5

## ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА БАЛАНС ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ В ЛИСТЯХ И ЕГО СВЯЗЬ С ПРОДУКТИВНОСТЬЮ И РОСТОМ ЯБЛОНИ

*М.А. Рогачев, Всероссийский НИИ садоводства им. И.В. Мичурина*

Элементы питания взаимосвязаны между собой не только в почве, но и в растении. Так, доказан синергизм и антагонизм между ионами питательных элементов в почве, на чем и основана концепция внесения удобрений Кондакова. Знания об оптимальном балансе NPK в растении, содержании элементов питания в почве, взаимосвязи между ионами дают возможность добиться сокращения использования удобрений и нагрузки на почву, повысить продуктивность насаждений, улучшить качество и сохранность плодов.

В большинстве исследований изучали внесение полного минерального удобрения, причем дозы, как правило, варьировали от 90 до 320 кг/га д.в. Это же касается и плодовых культур. Однако не все растения одинаково отзывчивы на внесение тех или иных удобрений. По литературным данным, на внесение фосфорных удобрений яблоня реагирует слабее, чем на внесение азота и калия. Многочисленными опытами, проведенными в Канаде, США, некоторых странах Европы и Австралии, установлено, что низкая требовательность яблони к фосфору объясняется высокой способностью корней усваивать его из труднорастворимых соединений. В многолетнем опыте Уманского СХИ под влиянием систематического внесения фосфорных удобрений наблюдалось снижение урожайности яблони по сравнению с теми участками, где вносили только азот и калий. Это объясняют тем, что избыточные дозы фосфора ведут к нарушению соотношения содержания элементов питания в растениях.

Мы предположили, что именно содержание фосфора в почве будет определяющим при выборе доз, сроков и способов внесения удобрений, которые способствуют восстановлению баланса NPK в растении. Мы провели корреляционный анализ данных по содержанию NPK в листьях яблони ряда полевых и вегетационных опытов, что позволило выявить ряд закономерностей.

По влиянию на урожайность и рост яблони из проанализированных элементов большее значение принадлежит азоту ( $r=0,62-0,73$ ). С содержанием фосфора в листьях и продуктивностью, наоборот, наблюдается отрицательная корреляция ( $r=-0,41...-0,62$ ). Растения вариантов с повышенным содержанием фосфора в листьях характеризуются меньшей окружностью штамбов и более низкими годичными приростами, у них наблюдается снижение массы плода и площади листовой пластинки, урожайность — меньше. Это обусловлено тем, что почва, где проводятся опыты, характеризуется очень высокой обеспеченностью фосфатами,

превышающей норму в 1,9—2,3 раза, а содержание P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> в листьях в 1,6—3,35 раза превышает оптимальное валовое содержание. Отмечена сильная отрицательная корреляция между содержанием N и P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> в листьях  $r=-0,71...-0,51$ , что подтверждает многочисленные работы других ученых. По нашему мнению, это вызвано складывающимся в почве антагонизмом между ионами NO<sub>3</sub><sup>-</sup> и PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> при поглощении их корнями растений.

Почва опытных участков характеризуется средней обеспеченностью калием (170—265 мг/кг почвы). Однако анализы показывают резкий недостаток K<sub>2</sub>O в листьях практически во всех полевых и вегетационных опытах. Содержание его составляет 0,5—1,1%, при оптимуме 1,4—1,8%. По данным Язвицкого, при избытке фосфора часто отмечается снижение поступления в растение калия. В наших многолетних полевых и вегетационных опытах на яблоне это не было подтверждено. Лишь в одном опыте на сорте Богатырь корреляция между содержанием фосфора и калия в листьях оказалась близка к нулю, во всех же остальных опытах она, наоборот, была положительной и изменялась в пределах от +0,52 до +0,70. Отмечено, что повышение или понижение уровня калия в растении неоднозначно влияет на продуктивность и рост яблони. Так, на сорте Декабренок повышение содержания калия в некоторых вариантах способствовало уменьшению урожайности ( $r=-0,60$ ) и в то же время стимулировало рост листьев и побегов ( $r=0,60-0,62$ ). Между содержанием N и K<sub>2</sub>O ни в одном из опытов не было отмечено какой-либо сильной зависимости.

Обычно при использовании метода листовой диагностики анализируют содержание не одного, а сразу нескольких элементов питания, что дает возможность вычислить отношение между ними. Рубин, ссылаясь на ряд авторов, пишет, что оптимальным является соотношение в листьях N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O, равное 2,5:1:3,5. Нууст в условиях Эстонии определил, что для получения устойчивых высоких урожаев в листьях яблони должно быть не менее 2,8% азота, 0,41 — P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и 1,45% — K<sub>2</sub>O.

Баланс между питательными элементами можно выражать и посредством отношений, как, например, это делается для определения потенциала лежкости плодов с использованием показателя (K+Mg)/Ca или Mg/Mn для прогнозирования роста пшеницы и томатов в Великобритании. Поэтому нами был проанализирован ряд показателей, которые, на наш взгляд, позволили бы более системно отразить качество минерального питания: N/P,



$P/K, N/K, P/N, K/N, K/P, (N+P)/K, (N+K)/P, (K+P)/N, (N \cdot P)/K, (N \cdot K)/P$  и  $(K \cdot P)/N$  (под  $P$  подразумевается  $P_2O_5$ , под  $K$  —  $K_2O$ ).

Из рассмотренных отношений наибольшее внимание заслуживают  $P/N$  и  $(N+K)/P$ .

Во всех наших опытах наблюдалась сильная отрицательная корреляция между отношением  $P/N$ , продуктивностью и ростом яблони, которая изменялась от  $-0,65$  до  $-0,83$ . Самые высокие урожаи и площади листовых пластинок были получены при отношении  $P/N$ , равном  $0,28—0,40$ . При повышении данного показателя наблюдалось снижение урожайности и ростовой активности.

Комплексный подход к определению качества минерального питания растений обеспечивается при одновременном анализе нескольких питательных элементов. Самым ярким в этом смысле оказался показатель  $(N+K)/P$ . Он имеет сильную положительную корреляцию ( $r=0,66—0,75$ ) практически во всех полевых и вегетационных опытах с урожайностью, окружностью штамба и площадью листьев. По обобщенным данным ряда российских и зарубежных ученых, оказывается, что для сильнорослой яблони данное соотношение должно быть близко к  $9,25$ .

Между показателем  $(N+K)/P$  и урожайностью существует четкая зависимость. Например, в одном из вариантов при изменении соотношения с  $3,49$  до  $4,49$  урожайность выросла на  $42\%$ . Данное отношение показывает большую значимость азотного и калийного питания в жизни яблони. Отсюда также следует, что, чем меньше фосфора поглощено растениями, тем выше окажется урожайность. Но это не означает, что фосфорному питанию не стоит уделять внимание. В наших опытах именно оно и является ограничивающим фактором урожайности растений, а если быть точнее, то его избыток, с которым нужно бороться. Поэтому при избытке фосфора в почве и рас-

тениях, вызванном ежегодным внесением удобрений или чрезмерно высокими дозами навоза, следует особое внимание уделить срокам и способам внесения азотных удобрений и временно исключить из использования фосфорные удобрения.

Анализ содержания элементов питания в почве и листьях за 3 года показал, что в результате внесения аммиачной селитры ( $30$  кг д.в.) осенью в борозды или весной поверхностно уровень  $P_2O_5$  в листьях снижался в  $1,4—1,9$  раза по сравнению с контролем и летним внесением азота. А показатель  $(N+K)/P$  в этих вариантах возрастал в  $1,34—1,44$  раза. Это можно объяснить тем, что поглощение основной доли фосфора происходит в ранневесенний период, и в течение всего вегетационного периода используются именно эти запасы. Внесенные осенью или весной азотные удобрения обильно снабжают почву нитратами, которые, как известно, являются антагонистами фосфатов. Нитраты летних подкормок уже не способны повлиять на накопленный еще с весны фосфор, что, как и в контрольном варианте, приводит к фосфорному «отравлению» и негативно отражается на росте и продуктивности яблони.

Таким образом, содержание азота и калия в почве является основным фактором, определяющим продуктивность яблони. Избыток фосфора снижает урожайность и рост яблони. Избыток фосфора в почве можно блокировать глубоким осенним или поверхностным весенним внесением азотных удобрений. Определяющими в выборе удобрений и сроках и способах их внесения должны стать листовая диагностика и данные о балансе элементов питания. Комплексный подход к определению сбалансированности питания яблони обеспечивается при использовании показателя  $(N+K)/P$ , у которого наблюдается сильная положительная корреляция с ростом и урожайностью яблони. ■

УДК: 504.53

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАПСА ЯРОВОГО В КАЧЕСТВЕ ФИТОМЕЛИОРАНТА

Ю.И. Сискевич, ФГУ ЦАС «Липецкий»,

Г.Н. Никонова, Липецкий государственный педагогический университет

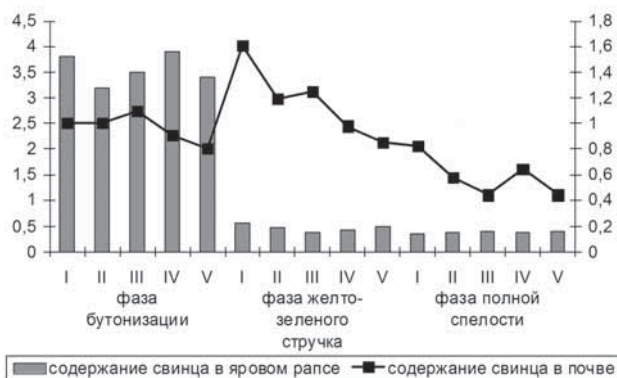
Устойчивость растений к тяжелым металлам (ТМ) определяется комплексом факторов, одним из которых является содержание ТМ в почвенном растворе. Существует целый ряд растений, способных накапливать отдельные ТМ без видимых признаков угнетения. Например, салат и шпинат могут содержать до  $100$  мг/кг кадмия без видимых проявлений отравления [1]. Однако механизмы устойчивости различных видов растений к повышенному содержанию ТМ изучены недостаточно. Устойчивость растений к одному металлу не распространяется на другой, т.е. сугубо специфична. По-видимому, эта устойчивость является генетически закрепленным признаком, который можно использовать в различных технологиях очистки окружающей среды при помощи растений (фитомелиорация).

За рубежом в последнее десятилетие достаточно активно стали использовать технологии фиторемедиации [2]. Для фиторемедиации загрязненных почв необходимо использовать растения-гипераккумуляторы ТМ, а также культурные растения, отличающиеся высокой аккумуляцией тяжелых металлов в наземных органах. Гипераккумуляторы характеризуются высоким коэффициентом ТМ и большой вегетативной массой: такие растения могут извлекать и накапливать в наземных органах в  $10—1000$  раз больше ТМ, чем обычные растения. Поиск видов растений, характерных для конкретных почвенно-климатических условий и типа загрязнения с высокой скоростью

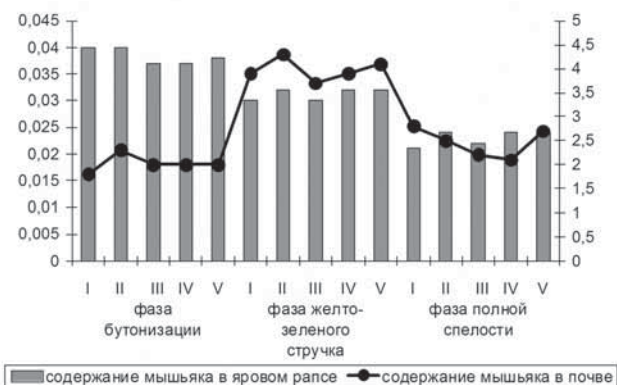
роста и относительно большой биомассой, толерантных к высоким концентрациям загрязнителей, способных к их поглощению и аккумуляции в надземной биомассе и проявляющих прямую корреляционную зависимость между накоплением металла в надземной биомассе и его содержанием в среде, является одной из важнейших задач в области биоремедиации почв.

Для восстановления окружающей среды в различных странах применяют виды культурных растений: *Agropyron pectinatum* (Bieb.) Beauv., *Bromopsis inermis* (Leys.) Holub, *Brassica oleracea* L., *Brassica juncea* (L.) Czern., *Raphanus sativus* L., *Sinapis alba* L., *Helianthus annuus* L., *Lycopersicon esculentum* Miller., *Sorghum saccharatum* (L.) Moench, *Zea mays* L. [3, 4]. Для этих же целей используют сеgetальные виды и виды естественных экосистем: *Sefaria viridis* (L.) Beauv., *Elytrigia elongate* (Host) Nevski, *Elytrigia repens* (L.) Nevski, *Elsholtzia splendens* Naki и др. [5, 6]. Несмотря на то что некоторые исследователи [7] виды семейства *Brassicaceae* считают перспективными для фиторемедиации, другие [8] отмечают, что вынос тяжелых металлов наземными органами растений видов *Brassica* недостаточен, чтобы считать эти культуры эффективными фитомелиорантами.

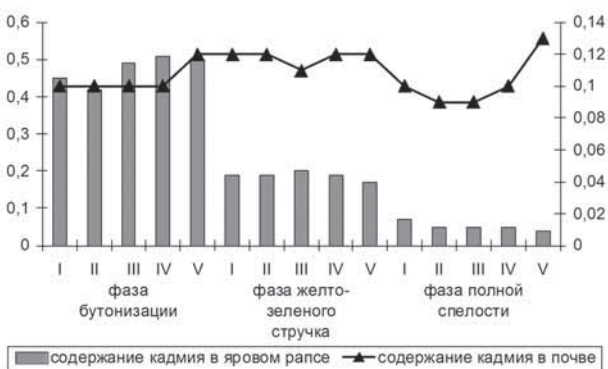
С целью обоснования применения *Brassica napus* L. в качестве фитомелиоранта, сотрудниками был заложен полевой опыт по выращиванию ярового рапса сорта Ратник на делянках с использованием осадка сточных вод, содер-



**Рис. 1. Содержание свинца (мг/кг) в растительных и почвенных образцах в разные фазы развития рапса (I–V — варианты опыта)**



**Рис. 2. Содержание мышьяка (мг/кг) в растительных и почвенных образцах в разные фазы развития рапса (I–V — варианты опыта)**



**Рис. 3. Содержание кадмия (мг/кг) в растительных и почвенных образцах в разные фазы развития рапса (I–V — варианты опыта)**

УДК: 502.521

## НАКОПЛЕНИЕ МАКРОЭЛЕМЕНТОВ ОВСОМ НА ФОНЕ ВОЗРАСТАЮЩИХ КОНЦЕНТРАЦИЙ КАДМИЯ И ЦИНКА

М.А. Ефремова, А.Н. Губин, В.Н. Ефимов, Санкт-Петербургский государственный аграрный университет

В опыте использовали образцы торфяных низинных почв, отобранные из верхнего (0–25 см) слоя на торфяном целинном массиве болота «Литошицкое» Волосовского р-на Ленинградской обл. Они имели следующие агрохимические характеристики: высокозольная почва

жащих ТМ. Особенность рапса, как модельного объекта при изучении проблемы накопления ТМ, состоит в том, что он совмещает особенности овощной и технической культуры. Кроме того, его можно использовать как индикаторный объект для определения степени загрязнения почвы тяжелыми металлами.

Схема опыта включала следующие варианты, г/м<sup>2</sup>: I — контроль; II — цинк (1,80), медь (0,62), свинец (0,18), кадмий (0,02), мышьяк (0,006); III — цинк (3,60), медь (1,24), свинец (0,36), кадмий (0,04), мышьяк (0,012); IV — цинк (5,40), медь (1,86), свинец (0,54), кадмий (0,06), мышьяк (0,018); V — цинк (7,20), медь (2,48), свинец (0,72), кадмий (0,08), мышьяк (0,024).

После внесения осадка сточных вод в почвенных образцах всех вариантов содержание подвижных форм ТМ не превышало допустимых пределов, хотя концентрация цинка, меди, свинца и мышьяка существенно возрастала к фазе желто-зеленого стручка (рис. 1–3). Анализ почвенных образцов, отобранных в фазе полной спелости, показал снижение содержания подвижных форм цинка, меди, свинца и мышьяка.

Наибольшее количество тяжелых металлов накапливалось в зеленой массе ярового рапса. Во всех вариантах наблюдалось превышение предельно допустимых концентраций по кадмию в зеленой массе (ПДК=0,30 мг/кг). Достаточно высокое содержание отмечалось и для свинца (3,4–3,9 мг/кг). Анализ растительного материала ярового рапса показал, что в стеблях и побегах в фазе желто-зеленого стручка превышение предельно допустимых концентраций ТМ не наблюдалось. Аналогичные результаты получены и при исследовании семян в фазе полной спелости. Содержание цинка и мышьяка в соломе и семенах снизилось по сравнению с зеленой массой в меньшей степени, чем содержание меди и свинца. Особенно резко уменьшилась концентрация кадмия.

Как правило, уровень накопления ТМ в репродуктивных органах растений ниже, чем в вегетативных. Он определяется биологическими особенностями культуры, физиологической ролью элемента и содержанием его в почве.

Незначительные различия в содержании ТМ между вариантами в определенной степени обусловлены тем, что использование растениями ярового рапса ТМ из почвы, удобренной осадками сточных вод, зависит от действия сопряженных процессов сорбции — десорбции элементов в подсистеме осадков — почва и их транслокационной активности (повышение уровня элемента в почве не всегда означает увеличение их содержания в растениях).

Таким образом, яровой рапс при уборке в фазе бутонизации накапливает значительные количества ТМ, что можно использовать при рекультивации загрязненных ими земель. В настоящее время растет интерес к выращиванию рапса для получения биотоплива, что расширяет возможности использования этой культуры в качестве фитомелиоранта. ■

30,5 мг/100 г, 76,5 и 10,8 мг/100 г. Следует отметить, что высокозольная торфяная низинная почва с содержанием золы 17,6% по агрохимическим показателям характеризуется как более высокая по плодородию, чем нормальнозольная с содержанием золы 7,2%.

Опыт включал 5 вариантов, каждый из которых соответствовал определенной степени загрязнения почвы ТМ: ТМ<sub>1</sub> — Cd и Zn фон; ТМ<sub>2</sub> — соответственно 3 и 150; ТМ<sub>3</sub> — 6 и 300, ТМ<sub>4</sub> — 12 и 600, ТМ<sub>5</sub> — 24 и 1200 (ОДК 0,5—2,0 и 55—220 соответственно). Повторность — 3-кратная. В опыте мы использовали хорошо растворимые в воде соли 3CdSO<sub>4</sub>·8H<sub>2</sub>O и ZnSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O. Почвенные образцы компостировали 12 мес. После компостирования вносили минеральные удобрения (аммиачная селитра, суперфосфат простой и хлористый калий) в дозе N<sub>100</sub>P<sub>100</sub>K<sub>200</sub> по д.в. После внесения удобрения высевали семена овса по 5 шт/сосуд. На 55-й день растения срезали в фазе выхода в трубку — выметывание.

Среди биометрических показателей нами была определена масса растений овса. На высокозольной торфяной низинной почве возрастающие концентрации кадмия снижали массу растений овса в среднем в 1,5 раза по сравнению с контролем. На нормальнозольной почве наблюдалось снижение массы растений в 1,7 раза. Проведенные расчеты корреляционной зависимости массы растений от кислоторастворимых и подвижных соединений ТМ указывают на тесную обратную связь показателя роста растений от содержания поллютанта как на высокозольной, так и на нормальнозольной торфяной низинной почве. Принято считать ПДК ТМ в почве такую его концентрацию, которая снижает урожайность растений на 10%. В нашем эксперименте таким ориентировочно допустимым содержанием Cd в почве является 3 мг/кг высокозольной почвы (фитотоксический эффект 18,6%). На нормальнозольной торфяной низинной почве фитотоксический эффект наблюдался начиная с большей концентрации Cd (6 мг/кг) и составил 32,2%. Фитотоксический эффект Zn по массе растений составил 10,9—32,3% для высокозольной почвы и 26,8—28,3% для нормальнозольной торфяной низинной почвы. Фитотоксический эффект нашел свое проявление на высокозольной почве с дозы Zn<sub>300</sub>, на нормальнозольной — с дозы Zn<sub>600</sub>.

На фоне возрастающих концентраций ТМ на обеих почвах содержание азота в растениях овса снижалось, но незначительно (табл. 1). В опыте с Cd произошло максимальное сокращение концентрации азота в растениях в среднем на 5% от его содержания в фоновом варианте на высокозольной и на 7% на нормальнозольной почве. Коэффициенты корреляции между концентрацией азота в растениях и содержанием валовых и подвижных соединений Cd и Zn в высокозольной почве показывают отрицательную среднюю связь этих параметров.

На нормальнозольной почве корреляционная зависимость между концентрацией азота в растениях и содержанием кислоторастворимых и подвижных форм ТМ значительно выше, чем на почве с большей зольностью. По-видимому, низкое содержание минеральных компонентов в почве способствует большей подвижности ТМ и усилению их фитотоксического действия.

Содержание фосфора в растениях снижалось пропорционально увеличению концентрации ТМ (табл. 1). На высокозольной торфяной низинной почве при увеличении содержания Cd в почве концентрация фосфора в растениях в целом уменьшилась на 16,5% по сравнению с фоном, на нормальнозольной — на 22,8%. На фоне 150 мг/кг Zn в высокозольной и нормальнозольной торфяной низинной почве произошло некоторое увеличение содержания фосфора в растениях. Можно предположить, что при такой концентрации Zn улучшается микробиологическая деятельность в почве, в результате которой несколько возрастает концентрация подвижных соединений фосфора и его концентрация в растениях. При большем увеличении

содержания Zn в почве концентрация фосфора в растениях уменьшилась на 28,1% (высокозольная) и на 30,3% (нормальнозольная). Корреляционный анализ показал, что взаимосвязь между концентрацией фосфора в растениях и подвижными соединениями Cd и Zn в торфяных низинных почвах очень тесная.

На высокозольной и нормальнозольной торфяной низинной почве концентрация калия в растениях овса снижалась на фоне возрастающих концентраций ТМ (табл. 1). Установлена высокая отрицательная корреляционная зависимость концентрации калия в растениях от содержания кислоторастворимых и подвижных соединений ТМ в высокозольной и нормальнозольной торфяной низинной почве. Поскольку калий практически не образует нерастворимых соединений, то уменьшение его концентрации в овсе можно связать с его конкуренцией с ТМ за места сорбции на поверхности корня. Вероятно, чем больше содержание положительных ионов тяжелых металлов около обменных центров на корневой поверхности, тем меньше сорбция на них иона калия.

**Таблица 1. Изменение содержания азота, фосфора и калия в растениях овса, %**

Вариант	Высокозольная почва		Нормальнозольная почва	
	Cd	Zn	Cd	Zn
Азот				
ТМ <sub>1</sub>	2,31	2,24	1,94	2,08
ТМ <sub>2</sub>	2,22	2,21	1,91	2,15
ТМ <sub>3</sub>	2,14	2,13	1,88	1,91
ТМ <sub>4</sub>	2,13	2,14	1,84	1,85
ТМ <sub>5</sub>	2,19	2,15	1,81	1,80
Фосфор				
ТМ <sub>1</sub>	0,85	0,79	0,89	0,76
ТМ <sub>2</sub>	0,82	0,75	0,94	0,82
ТМ <sub>3</sub>	0,80	0,71	0,84	0,78
ТМ <sub>4</sub>	0,76	0,67	0,78	0,67
ТМ <sub>5</sub>	0,71	0,61	0,64	0,53
Калий				
ТМ <sub>1</sub>	3,54	3,54	3,42	3,41
ТМ <sub>2</sub>	3,51	3,53	3,40	3,39
ТМ <sub>3</sub>	3,48	3,43	3,34	3,32
ТМ <sub>4</sub>	3,43	3,37	3,26	3,24
ТМ <sub>5</sub>	3,38	3,34	3,22	3,18

Растения обладают неодинаковой способностью накапливать различные ТМ (табл. 2). Большое значение в накоплении Cd и Zn растениями играет степень их подвижности в почве. С увеличением концентрации Cd и Zn происходит увеличение кислоторастворимых соединений и подвижных форм ТМ после компостирования и после выращивания растений в торфяной низинной почве различной зольности.

Подвижность токсикантов возросла после компостирования в высокозольной торфяной низинной почве (Cd — на 32%, Zn — на 15%), а также после растений (Cd — на 35%, Zn — на 15). Ранее установлено, что фракции, выделенные из торфа, связывали Cd за счет участия карбоксильных и фенол-гидроксильных групп гуминовых кислот. С органическим веществом Zn образует устойчивые формы, комплексные соединения, поэтому в большинстве случаев он накапливается в горизонтах почв с высоким содержанием гумуса и в торфе. На нормальнозольной почве в целом содержание подвижных соединений ТМ выше, чем на высокозольной и после компостирования, и после



**Таблица 2. Распределение кадмия и цинка в системе почва — растение, мг/кг**

Почва	Вариант	Содержание ТМ в почве					Содержание ТМ в растениях, мг/кг
		ААБ*, мг/кг	Подвижность, %	1н HNO <sub>3</sub> ** мг/кг	ААБ***, мг/кг	Подвижность, %	
Высокозольная	Cd <sub>0</sub>	0,07	29,2	0,11	0,04	16,7	0,23
	Cd <sub>3</sub>	1,53	51,0	2,33	1,42	47,3	1,42
	Cd <sub>6</sub>	3,45	57,5	4,37	2,91	48,5	2,87
	Cd <sub>12</sub>	6,93	57,8	9,24	5,84	48,7	6,44
	Cd <sub>24</sub>	14,7	61,4	20,5	12,3	51,3	14,5
Нормальнозольная	Cd <sub>0</sub>	0,08	47,1	0,09	0,07	41,2	0,17
	Cd <sub>3</sub>	2,07	69,0	2,42	1,73	57,7	1,61
	Cd <sub>6</sub>	3,61	60,2	5,21	3,23	53,8	3,46
	Cd <sub>12</sub>	7,04	58,7	10,1	6,56	54,7	8,42
	Cd <sub>24</sub>	15,2	63,3	21,8	14,0	58,3	18,8
Высокозольная	Zn <sub>0</sub>	6,32	32,9	17,2	6,12	31,8	16,9
	Zn <sub>150</sub>	75,7	50,5	90,3	65,4	43,6	47,5
	Zn <sub>300</sub>	131,2	43,7	212,7	123,2	41,1	110,1
	Zn <sub>600</sub>	316,8	52,8	507,9	278,6	46,4	312,3
	Zn <sub>1200</sub>	578,4	48,2	1092,1	562,5	46,9	669,4
Нормальнозольная	Zn <sub>0</sub>	8,52	35,3	20,45	8,25	34,2	22,1
	Zn <sub>150</sub>	80,4	53,6	106,8	79,3	52,9	60,2
	Zn <sub>300</sub>	153,4	51,1	232,4	142,7	47,6	133,4
	Zn <sub>600</sub>	331,9	55,3	547,2	293,6	48,9	356,6
	Zn <sub>1200</sub>	672,3	56,0	1125,3	644,9	53,7	769,5

\* Концентрация ТМ в почве после компостирования, мг/кг, вытяжка ААБ;

\*\* концентрация ТМ в почве после растений, мг/кг, вытяжка 1н HNO<sub>3</sub>;

\*\*\* концентрация ТМ в почве после растений, мг/кг, вытяжка ААБ

выращивания растений. Концентрация ТМ в растениях овса увеличивалась прямо пропорционально содержанию токсикантов в почве. Так концентрация Cd и Zn в растениях, выросших на нормальнозольной почве выше, чем на высокозольной в среднем в 1,2 раза. Загрязняя почву ТМ, мы сбиваем природное равновесие между слабо- и прочносвязанными соединениями поллютантов, резко увеличивая количество их подвижных соединений. Так, концентрация подвижного Cd в варианте с наименьшей степенью загрязнения почвы по сравнению с контролем возросла в 21,9 раза на высокозольной и 25,9 раза на нормальнозольной почве. Концентрация подвижного Zn увеличивалась в аналогичном варианте по сравнению с контролем в 11,9 раз на высокозольной и 9,43 раза — на нормальнозольной почве. Подвижность кадмия в вариантах с загрязнением почвы возросла в 1,6 раза по сравнению с контролем в среднем для обеих почв, подвижность цинка — в 1,5 раза.

Таким образом, возрастающие концентрации ТМ (Cd и Zn) в большей степени снижали массу растений овса, выращенных на нормальнозольной почве, чем на высокозольной. На фоне возрастающих концентраций Cd и Zn концентрация азота, фосфора и калия в растениях овса снижается, Cd накапливался растениями овса в большей степени, чем Zn. На нормальнозольной почве отмечается большее накопление тяжелых металлов, чем на высокозольной. [4]

УДК: 631.618(01); 631.416.8(01)

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДРОЖЖЕЙ *SACCHAROMYCES CEREVISIAE* В КАЧЕСТВЕ БИОСОРБЕНТА И БИОАККУМУЛЯТОРА КАТИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

Р.А. Гаранин, И.Н. Лыков, Калужский государственный педагогический университет

Физико-химические методы очистки сточных вод от тяжелых металлов (ТМ) не в состоянии снизить их содержание до необходимых величин. В результате ТМ попадают в водные объекты и почвы, а затем и в сельскохозяйственную продукцию. В настоящее время весьма перспективным направлением очистки является привлечение микроорганизмов, способных к биосорбции и биоаккумуляции ТМ. Среди многообразия таких микроорганизмов наибольший интерес, на наш взгляд, представляют дрожжи *Saccharomyces cerevisiae*. Их можно применять для решения многих экологических задач, среди которых очистка сточных вод, биоремедиация загрязненных почв, поиск биологических индикаторов загрязнения и т.д.

Устойчивость дрожжей к ТМ может развиваться в результате многократных пересевов в присутствии возрастающих концентраций катионов металла. В других случаях происходит адаптация при первом же пассаже на среду с металлом. Вначале наблюдается некоторое замедление роста культуры дрожжей, которое сопровождается ингибированием метаболизма. Затем проис-

ходит репарация повреждений и восстановление роста, т.е. включаются защитные механизмы в клетках. В хромосомах и во внехромосомных элементах генетического аппарата — плаزمиде и транспозонах — расположены гены, кодирующие признак устойчивости к ТМ (цинк, никель, медь и т.д.).

Дрожжи используют широкий спектр механизмов детоксикации ТМ: образование специализированных белков (металлотионеин-подобные белки), низкомолекулярных пептидов (глутатион), фитохелатинов и др. При этом происходит связывание ТМ посредством биосорбции и биоаккумуляции с последующим образованием малотоксичных соединений. Кроме того, дрожжи легко культивируются и технологичны.

В своих исследованиях мы использовали биомассу пивоваренных дрожжей. В качестве среды для экспериментов применяли сточную воду с повышенным содержанием ТМ. Для определения влияния количества дрожжей на биосорбцию цинка, никеля и меди в сточные воды вносили дрожжи 3-х штаммов (1, 2, 3) и штамм MIX (смесь 3-х штаммов) в количествах от 5 до 10 г/дм<sup>3</sup> (в пересчете на



сухое вещество); время экспозиции — 24 ч при температуре 29°C, рН сточной воды — 8. После этого образцы сточной воды фильтровали и определяли в них методом атомной абсорбционной спектроскопии содержание цинка, никеля и меди.

Значения эффективности биосорбции и биоаккумуляции рассчитывали по формуле: эффективность % = 100 – конечная концентрация металла / начальная концентрация металла × 100.

Повышение количества навески дрожжей с 5 до 10 г/дм<sup>3</sup> приводило к незначительному увеличению эффективности биосорбции и биоаккумуляции цинка из сточных вод и принимало значения: штамм 1 — с 96,1 до 98,3%, штамм 2 — с 95,6 до 97,7%, штамм 3 — с 95,9 до 98,1% и штаммы MIX — с 96,0 до 98,1%. При этом эффективность биосорбции и биоаккумуляции штаммов 1, 2, MIX увеличивалась на 2,1%, а штамма 3 — на 2,3%. Значения по увеличению эффективности сопоставимы. По биосорбции и биоаккумуляции никеля повышение количества навески дрожжей приводило к весьма значительному увеличению эффективности и принимало значения: штамм 1 — с 37,7 до 79,3%, штамм 2 — с 28,3 до 73,6%, штамм 3 — с 24,5 до 60,4% и штаммы MIX — с 28,3 до 75,5%. При этом эффективность штамма 1 увеличивалась на 41,5%, штамма 2 — на 45,3, штамма 3 — на 35,8, штаммов MIX — на 47,2%. По биосорбции и биоаккумуляции меди повышение количества навески дрожжей приводило к ошутимому увеличению эффективности и принимало значения: штамм 1 — с 53,3 до 78,3%, штамм 2 — с 45,0 до 73,3%, штамм 3 — с 41,7 до 70,0% и штаммы MIX — с 45,0 до 75,0%. При этом эффективность штамма 1 увеличивалась на 25,0%, штамма 2 — на 28,3, штамма 3 — на 28,3, а штаммов MIX — на 30,0%.

Дальнейшие исследования были направлены на изучение влияния корректировки среды на эффективность биосорбции и биоаккумуляции цинка, никеля и меди. Сточные воды откорректировали в 3-х вариантах: I — рН снизили с 8 до 5,5; II — при рН=8 вводили сахарозу до 1%; III — рН снизили с 8 до 5,5 и вводили сахарозу до 1%. При этом в сточные воды вносили дрожжи в количестве от 5 до 10 г/дм<sup>3</sup>. Время экспозиции составило 24 ч при температуре 29°C.

В уровне биосорбции и биоаккумуляции цинка наблюдалась положительная тенденция от корректировки среды. Однако увеличение навески дрожжей с 5 до 10 г/дм<sup>3</sup> и корректировка среды не приводили к существенному увеличению эффективности биосорбции и биоаккумуляции цинка из сточных вод. Прирост эффективности составил в варианте I — 1,6—1,7%, II — 1,1—1,2, III — 1,5—1,7, а без корректировки среды — 2,1—2,3%. Если мы оценим значение корректировки среды для навесок дрожжей 5 и 10 г/дм<sup>3</sup> в отдельности, сравнивая вариант без коррек-

тировки среды и вариант корректировки (III), то получим следующие значения: для 5 г/дм<sup>3</sup> прирост составил 0,9—1,1%, для 10 г/дм<sup>3</sup> — 0,3—0,5%. Вариант без корректировки был взят для сравнения, как содержащий наименьшие значения по эффективности, а вариант III, как имеющий наибольшие значения по эффективности. По полученным данным относительно биосорбции и биоаккумуляции никеля очевидна положительная тенденция от корректировки среды. Увеличение навески дрожжей и корректировка среды приводили к уменьшению эффективности сорбции никеля из сточных вод. Прирост эффективности в варианте I составил 41,5—45,3%, II — 34,9—37,7%, III — 17,9—20,8, без корректировки среды — 35,8—47,2%. Если мы оценим значение корректировки среды для навесок дрожжей 5 и 10 г/дм<sup>3</sup> в отдельности, сравнивая вариант без корректировки среды и вариант III, то получим следующие значения: для 5 г/дм<sup>3</sup> прирост составил 35,8—41,5%, для 10 г/дм<sup>3</sup> — всего 13,2—20,8%. Вариант без корректировки был взят для сравнения, как содержащий наименьшие значения по эффективности, а вариант III, как имеющий наибольшие значения по эффективности.

Относительно биосорбции и биоаккумуляции меди видна положительная тенденция от корректировки среды. Однако увеличение навески дрожжей с 5,0 до 10,0 г/дм<sup>3</sup> с корректировкой среды приводило к уменьшению эффективности биосорбции и биоаккумуляции меди из сточных вод с увеличением сорбирующей биомассы. Прирост эффективности в варианте I составил 21,7—26,7%, II — 21,7—25,0, III — 16,7—18,3, без корректировки среды — 25,0—30,0%. Если мы оценим значение корректировки среды для навесок дрожжей 5 и 10 г/дм<sup>3</sup> в отдельности, сравнивая вариант без корректировки среды и вариант III, то получим следующие значения: для 5 г/дм<sup>3</sup> прирост составил 13,3—16,7%, для 10 г/дм<sup>3</sup> — всего 3,3—5,0%. Вариант без корректировки был взят для сравнения, как содержащий наименьшие значения по эффективности, а вариант III, как имеющий наибольшие значения по эффективности.

Таким образом, при коррекции среды наблюдается явное увеличение биосорбции и биоаккумуляции никеля и меди и незначительное увеличение цинка, хотя показатели эффективности биосорбции и биоаккумуляции цинка являются самыми высокими. Корректировка среды дает значительный прирост эффективности для дрожжей с навеской 5 г/дм<sup>3</sup> и гораздо меньший — с навеской в 10 г/дм<sup>3</sup> в случае с никелем и медью. По этой причине целесообразно использовать для очистки сточных вод либо дрожжи с навеской 10 г/дм<sup>3</sup> без корректировки среды, либо дрожжи с навеской 5 г/дм<sup>3</sup> с корректировкой среды до рН=5,5 и введение в нее 1% сахарозы. ■

УДК: 633.88:582.971.3; 631.82

## ВЛИЯНИЕ КОМПЛЕКСНЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙ И КАЧЕСТВО СЫРЬЯ ВАЛЕРИАНЫ ЛЕКАРСТВЕННОЙ

*Е.Ю. Бабаева Е.Ю., Российский университет дружбы народов*

Использование комплексных удобрений, содержащих макро- и микроэлементы, считается весьма перспективным направлением. Однако до настоящего времени остается неизученной система оптимизации минерального питания валерианы лекарственной с включением микроэлементов. Цель наших исследований — изучение влияния условий минерального питания на урожай и качество сырья валерианы лекарственной.

Экспериментальную и аналитическую работы проводили в 2002—2003 гг. в ВИЛАР, МГАУ — МСХА им. К.А. Тимирязева и РУДН. Полевой опыт по изучению влияния условий минерального питания с применением комплексных минеральных удобрений («Универсал 2», «Свекловичное 6» и «Полевое 9») на урожай и качество сырья валерианы лекарственной в первый (2002) и второй (2003) годы вегетации заложен по следующей схеме: К — кон-

троль (без удобрений), I — нитроаммофоска ( $N_{60}P_{60}K_{60}$ ); II — нитроаммофоска + микроэлементы ( $Mn_{0,85} + Fe_{0,85} + Zn_{0,43} + B_{0,43} + Mo_{0,28}$ ), III — «Универсал 2» ( $N_{51,4}P_{34,3}K_{60}$ ), IV — «Свекловичное 6» ( $N_{56,5}P_{42,3}K_{60}$ ), V — «Полевое 9» ( $N_{65,6}P_{27,2}K_{60}$ ). Повторность — 4-кратная, общая площадь делянки — 15,6 м<sup>2</sup>, учетная — 10,8 м<sup>2</sup>. Микроэлементы вносили в виде солей в количестве эквивалентном комплексному удобрению «Универсал 2». Дозы комплексных удобрений рассчитывали по калию эквивалентно нитроаммофоске. Посев проводили из расчета 8 кг/га семян с междурядьями 60 см при одновременном локальном внесении удобрения.

В 2002 г. урожайность корневищ валерианы в опытных вариантах была близка к контролю, а в 2003 г. превышала его в среднем на 33% (табл. 1).

**Таблица 1. Урожайность корневищ валерианы лекарственной по годам вегетации, кг/делянка**

Вариант	2002 г.	2003 г.
K	0,53	2,00
I	0,62	2,46
II	0,72	2,62
III	0,67	2,84
IV	0,66	2,71
V	0,63	2,66
HCP <sub>0,5</sub>	0,09	0,29

В 2003 г. урожайность корневищ с корнями культуры была выше урожайности сырья в 2002 г. в 4—5 раз (максимальной массы подземные органы валерианы достигают к окончанию второго года вегетации). Между опытными вариантами существенных различий не отмечено.

Содержание эфирного масла в сырье зависело от форм удобрений (табл. 2). В оба года вегетации наибольшая концентрация эфирного масла в сырье наблюдалась в варианте II. Комплексные удобрения повлияли на выход масла практически одинаково. В опытных вариантах по обоим годам вегетации общий сбор масла в опытных вариантах был существенно выше контроля. В первый год вегетации применение нитроаммофоски с микроэлементами увеличивало этот показатель в 1,6 раза. В остальных вариантах общий сбор возрастал по сравнению с контролем в среднем на 32%. Второй год вегетации характеризовался максимальной величиной общего сбора в варианте III. Содержание эфирного масла в сырье по годам менялось незначительно, а общий его сбор в сырье второго года вегетации был выше по сравнению с первым примерно в 4 раза. На величину общего сбора масла большее влияние оказала урожайность культуры по сравнению с накоплением эфирного масла.

**Таблица 2. Содержание и общий сбор эфирного масла в сырье валерианы лекарственной**

Вариант	2002 г.		2003 г.	
	Содержание, %	Общий сбор, г/делянка	Содержание, %	Общий сбор, г/делянка
K	1,40	7,42	1,51	30,20
I	1,46	9,05	1,58	38,87
II	1,63	11,74	1,70	44,54
III	1,57	10,52	1,62	46,01
IV	1,54	10,16	1,62	43,90
V	1,52	9,58	1,57	41,76
HCP <sub>0,5</sub>	0,04	0,50	0,06	0,80

Для извлечения экстрактивных веществ из сырья использовали 70%-й этиловый спирт. В первый год вегетации удобрения (за исключением варианта IV) способствовали возрастанию содержания экстрактивных веществ в сырье по отношению к контролю (табл. 3). В варианте IV отмечено существенное снижение данного показателя по сравнению с остальными вариантами. Применение других комплексных удобрений достоверно увеличивало содержание экстрактивных веществ в сырье по сравнению с контролем в среднем на 4%.

Расчет общего сбора экстрактивных веществ по результатам обоих лет вегетации показал, что во всех опытных вариантах он превышал контроль в среднем в 1,3—1,4 раза. Между накоплением в сырье экстрактивных веществ и эфирного масла существует тесная корреляционная зависимость (2002 г. —  $r=0,80$ , 2003 г. —  $r=0,98$ ).

**Таблица 3. Содержание и общий сбор экстрактивных веществ в сырье валерианы**

Вариант	2002 г.		2003 г.	
	Содержание, %	Общий сбор, г/делянка	Содержание, %	Общий сбор, г/делянка
K	27,3	145,2	30,3	606,2
I	28,5	176,8	32,6	802,2
II	28,9	208,7	30,9	810,4
III	29,8	201,2	33,3	944,3
IV	27,2	178,6	28,3	765,9
V	29,7	183,7	34,7	921,7
HCP <sub>0,5</sub>	0,9	26,6	1,2	92,2

Во всех опытных вариантах по сравнению с контролем наблюдалось существенное возрастание содержания азота по обоим годам проведения исследований (табл. 4). В первый год по содержанию усвоенных форм азота первенство принадлежало варианту III. Сырье растений второго года вегетации в среднем по вариантам II—V имело содержание азота на 0,67% выше, чем в контроле. Аналогичная закономерность отмечалась в накоплении в сырье фосфора и калия.

**Таблица 4. Содержание азота, фосфора и калия в корневищах с корнями валерианы, %**

Вариант	Азот		Фосфор		Калий	
	2002 г.	2003 г.	2002 г.	2003 г.	2002 г.	2003 г.
K	2,39	2,62	1,61	1,64	6,20	7,80
I	2,63	3,00	1,71	1,78	9,20	10,10
II	2,73	3,23	1,83	1,95	11,00	11,70
III	2,89	3,40	1,85	2,01	9,60	10,10
IV	2,71	3,22	1,79	1,93	8,50	9,30
V	2,77	3,30	1,71	1,72	7,30	9,10
HCP <sub>0,5</sub>	0,05	0,07	0,04	0,05	0,80	0,90

Нами рассчитан вынос макроэлементов с урожаем сырья валерианы за 2 года (табл. 5). Максимальный вынос азота сырьем за 2 года отмечен в варианте III, а в первый год вегетации — в варианте II. Превышение к контролю составило в первый год получения сырья в среднем 1,5 раза, во второй — 1,8 раза. Наибольший вынос фосфора зафиксирован в оба года вегетации в вариантах II—V, а во второй год вегетации в вариантах II—IV. Вынос калия сырьем в оба года был наибольшим в варианте II. Соотношение между выносом питательных элементов в корневищах с

корнями валерианы по годам и вариантам практически не изменялось и составило 0,3:1 и 0,2:1. Лишь для варианта V оно составило за оба года 0,4:1 и 0,2:1.

**Таблица 5. Вынос азота, фосфора и калия с урожаем валерианы, г/делянка**

Вариант	Азот		Фосфор		Калий	
	2002 г.	2003 г.	2002 г.	2003 г.	2002 г.	2003 г.
K	12,7	52,4	8,5	32,8	32,9	156,0
I	16,3	73,8	10,6	43,8	57,0	248,5
II	19,7	84,6	13,2	51,1	79,2	306,5
III	19,4	96,6	12,4	57,1	64,3	286,8
IV	17,9	87,3	11,8	52,3	56,1	252,0
V	17,5	87,8	10,8	45,8	46,0	242,1
HCP <sub>0,05</sub>	0,5	3,4	0,6	2,5	1,8	3,6

При изучении содержания микроэлементов в сырье установлено, что в первый год вегетации в варианте II уровень марганца в корневищах валерианы в 3,7 раза превышал контроль, а в вариантах III—V — в среднем в 1,7 раза (табл. 6).

В 2003 г. в вариантах II и V отмечено достоверное повышение содержания марганца в среднем на 20% к контролю. Следует отметить высокий уровень содержания усвояемых форм марганца в корневищах с корнями валерианы. Содержание цинка в сырье растений первого года вегетации в опытных вариантах (кроме варианта I) достоверно превышало контроль в среднем в 1,7 раза, а в сырье растений второго года вегетации в вариантах III—V — в среднем в 1,4 раза. В варианте II установлено увеличение аккумуляции цинка сырьем по отношению к контролю вдвое.

В варианте II содержание меди в сырье растений первого года возрастало по отношению к контролю в 10,3 раза. Комплексные удобрения (варианты III—V) также способствовали существенному повышению уровня меди в сырье (в среднем в 5,4 раза). Сырье второго года вегетации в варианте II содержало в 2,5 раза больше меди, а в вариантах III—V — в среднем в 1,4 раза больше по отношению к контролю. По аккумуляции марганца, меди и цинка их можно расположить в следующий ряд: Mn > Zn > Cu.

УДК: 631.618

## ЗНАЧЕНИЕ ПОЧВОГРУНТОВ ПРИ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ОТВАЛОВ РАЙЧИХИНСКОГО БУРОУГОЛЬНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

**А.Н. Алешичев, Институт леса Дальневосточного государственного аграрного университета**

Отрицательное влияние на природные процессы Амурской обл. оказывают золотодобыча и угольная промышленность [1]. Наибольшие повреждения поверхности земли наблюдаются в результате работы угле- и золотодобывающих предприятий, особенно при открытом способе разработки месторождений. Ежегодно в Амурской обл. только при золотодобыче перерабатывается около 50 млн м<sup>3</sup> горной массы [7]. На окружающую среду в местах действия горнодобывающих предприятий влияет и интенсивное локальное загрязнение ртутью всех ее компонентов [5]. Загрязнение почвы, воды и воздуха тяжелыми металлами (ТМ) чрезвычайно опасно как для региона, так и в масштабе страны [4]. Территории, занятые загрязненными ландшафтами, представляют собой голые,

При внесении всех форм удобрений аккумуляция микроэлементов сырьем достоверно возрастала по сравнению с контролем в оба года. При этом сырье, полученное от растений первого года, характеризовалось большим разбросом данных по вариантам, чем сырье от растений второго года. Сырье второго года вегетации накапливало элементы в 2—4 раза больше. Максимальное накопление всех микроэлементов отмечалось в варианте II. Наибольшая вариабельность содержания микроэлементов в сырье валерианы в опытных вариантах по сравнению с контролем отмечена у меди. В то же время в сырье накапливалось небольшое количество меди по сравнению с цинком и марганцем.

По нашим расчетам, при использовании лекарственных препаратов из сырья валерианы в рекомендуемых обычно врачами дозах микроэлементы, поступающие при этом в организм человека, не будут превышать данных суточной потребности.

**Таблица 6. Микроэлементный состав сырья валерианы, мг/кг сухой массы**

Вариант	Mn		Zn		Cu	
	2002 г.	2003 г.	2002 г.	2003 г.	2002 г.	2003 г.
K	32,6	223,0	15,8	68,4	1,2	8,7
I	42,4	232,0	23,4	81,1	3,1	10,1
II	120,4	271,0	29,2	136,1	12,3	22,1
III	57,8	250,0	26,1	91,0	7,3	11,5
IV	59,6	231,0	25,5	98,7	6,9	12,1
V	51,0	264,0	27,2	90,1	5,8	12,0
HCP <sub>0,05</sub>	3,2	5,3	0,6	3,2	0,5	0,6

Таким образом, наибольшее влияние на урожай и показатели качества сырья валерианы лекарственной оказали механическая смесь нитроаммофоски с микроэлементами, а также комплексное удобрение «Универсал 2». Исходя из того, что приготовление смеси требует затрат времени, наличия агрегата для перемешивания и обязательного присутствия всех компонентов в необходимых количествах, целесообразно использовать готовое комплексное удобрение «Универсал 2». ■

лишенные растительности земли. Отвалы пород, подвергаясь водно-ветровой эрозии, вызывают загрязнение водных источников. Все это обуславливает необходимость принятия комплекса мероприятий по ликвидации вредных последствий деятельности человека.

В Амурской обл. в 2002 г. подверглось рекультивации 2,4 тыс. га отработанных площадей [3]. Анализ состояния земельных ресурсов показывает, что уровень экологически допустимого воздействия на землю в ряде районов превышен и существует реальная угроза истощения почвы. Среди путей решения проблемы восстановления биологической продуктивности техногенных ландшафтов важное место занимает лесная рекультивация промышленных отвалов.

Вскрышные породы представлены разнозернистыми и грубозернистыми песками с включением до 10–15% гравийно-галечниковых частиц. Пески пылеватые. Среди этих песков на различных глубинах залегают крупнозернистые пески и тонкозернистые супеси. Крупнозернистые пески приурочены к грунтовым водам небольшого дебита (1,0–0,5 л/сек), ниже их расположены глины. Мощность песчаных отложений в зависимости от рельефа участков колеблется от нескольких до 35–50 м.

Лабораторные исследования показали, что по гранулометрическому составу отвалыные перемешанные грунты составляют камни с диаметром частиц более 3 мм (от 10 до 13%), гравий — 3–1 мм (от 1,33 до 12%), песок крупнозернистый — 1–0,5 мм (от 0,66 до 26,4%), песок среднезернистый — 0,5–0,25 мм (от 2,0 до 32,0%), песок мелкозернистый — 0,25–0,05 мм (от 1,0 до 25,0%), пыль крупная — 0,05–0,01 мм (от 1,0 до 24,0%), глина — менее 0,05 мм (от 1,0 до 5,0%). По гранулометрическому составу пески отчетливо подразделяются на мелко-, средне- и крупнозернистые. Пески имеют преобладающее значение, т.к. устойчивость бортов вскрышных уступов зависит от их состояния и физико-механических свойств, т.е. будет влиять на почвенный слой (если он не будет смыт) на склонах отвалов. Пески в основном уплотненные, с повышенным объемным весом (1,81–1,88 г/см<sup>3</sup>), удельный вес — 2,56–2,6 г/см<sup>3</sup>. Увеличение удельного веса наблюдается с увеличением зернистости песков. Коэффициент пористости колеблется в пределах 0,430–0,494. Влажность песков в условиях полного насыщения не превышает 19,3%. Угол естественного откоса для песчаных грунтов в сухом состоянии составляет 40°12'–40°45', под водой углы понижаются на 4%.

Гранулометрический и химический анализы почвогрунтов отвалов Приамурья выявили, что их значительная часть относится к категории легких и средних пылевато-песчаных суглинков, бедны элементами питания. Они относятся к кислым, малогумусным, бедным азотом и фосфором. Среднеобеспеченными их можно считать лишь по содержанию калия. Водорастворимых солей в породах практически нет, соли же подвижных металлов (алюминий) в них отсутствуют или находятся в незначительных количествах (6–10 мг/100 г породы). Из микроэлементов в породах Райчихинских отвалов в значительных количествах обнаружены В, Мп, Си. Особенно велико в них содержание Мп. Такие важные для жизни растений элементы, как Со и Мо, обнаружены в «следовых» количествах, либо полностью отсутствуют в породах. Повышенному содержанию Мп способствует кислая реакция среды и периодическое переувлажнение почвы, что характерно для Приамурья. Отвалыные (перемешанные) грунты состоят из разнозернистого песка с включениями комочков и примазок угля, глин по глубине от 1 до 10 м со следующими химическими показателями: рН=4,5, содержание органического вещества — 0,21%, гидролитическая кислотность — 1,31, Р<sub>2</sub>О<sub>5</sub> — 0,75 мг/100 г грунта, К<sub>2</sub>О — 5,0 мг/100 г грунта, Са — 2,4 мг-экв/100 г, Mg — 0,4 мг-экв/100 г, емкость поглощения — 4,11 мг-экв/100 г грунта.

Грунты различных разностей и с различных глубин обладают кислотностью от 4 до 5, что говорит о сильнокислой реакции среды, которая будет оказывать негативное влияние на условия питания растений. Небольшая емкость поглощения катионов (от 2 до 7 мг/100 г грунта) показывает, что естественное плодородие грунтов крайне низкое. Недостаточное содержание доступных форм фосфора нарушает процесс питания. Калием грунты достаточно богаты по всему профилю (2,0–11,25 мг-экв/100 г). Грунты свежееотсыпанных отвалов имеют неудовлетворительные химические показатели, но по величине рН являются нетоксичными.

Образцы дерновой земли обладают неплохими агрохимическими свойствами: высокое содержание органических веществ, достаточная емкость поглощения катионов, благоприятная реакция. Дерновый горизонт беден лишь фосфорной кислотой. Этот слой необходимо сохранять и

в дальнейшем использовать для формирования верхнего культурного слоя.

Породы Райчихинских отвалов не являются фитотоксичными. Согласно ГОСТ 17.5.1.02-78 их следует отнести к группе малопригодных пород для биологической рекультивации. Характер механического состава и агрохимическая характеристика почвенных слоев некультивированных и рекультивированных отвалов свидетельствуют о том, что понятие «почва» к ним даже спустя 30 лет после их отсыпки не применимо [8].

Опыт создания лесных культур из сосны показывает, что биологические свойства этой породы соответствуют перспективности культивирования на легких почвах отвалов месторождения. Древесная растительность на техногенных землях выполняет средообразующие функции.

Это подтверждается положительным опытом создания Райчихинским лесничеством культуры сосны хорошего и удовлетворительного качества на рекультивированных землях отвалов на площади 1068 га (62% общего объема) [6]. В лесничестве имеется более чем 40-летний опыт посадки лесных культур. Основной древесной породой в лесных культурах является сосна обыкновенная. Первые посадки этой древесной породы датированы 1964 г. Город Райчихинск и его поселки окружены почти полностью или расположены рядом с отвалами, имеющими высоту от 10 до 55 м. В силу этого в городе создается своеобразный котлованный микроклимат. Отвалы сложены породами светлого цвета с большой отражательной способностью и лишены растительности. Вентиляция города воздушными потоками происходит главным образом в направлении ЮВ—СЗ (и наоборот). Частота этих ветров в Райчихинске примерно на 20% больше, чем в соседних местах. В отвалах присутствует до 3% (по объему) угольной крошки, в межотвалных понижениях много мелких озер, пополняющихся за счет поверхностного стока. Угли быстро окисляются, и ветрами, дующими со стороны карьеров, приносит заметный специфический запах, особенно в пасмурные дни. В отдельных случаях содержание кислорода в городской черте снижается на 3% против нормы. В засушливые периоды и зимой, в дни с ветрами более 10 м/сек наблюдаются пыльные бури, при которых пылеватые фракции переносятся из одного конца города в другой. Общим источником такого пылеобразования являются результаты деятельности вскрышных и добычных экскаваторов. Экскавация грунта идет таким образом, что верхняя ее часть (плодородный слой почвы) оказывается в подошве отвала, мелкозернистые пески и супесчаные породы остаются на поверхности. Дальнейшее высыхание пород способствует распространению мелких пылевых частиц вместе с ветром. Ливневый сток с территории отвалов из-за особенностей водонакопления, характера грунтов и общего уклона местности направлен в сторону города.

Рекультивация отвалов направлена на оздоровление окружающей среды, выполняет защитные, санитарно-гигиенические, рекреационные и дизайнерно-эстетические функции. Лесонасаждения на отвалах укрепляют корнями склоны, изменяют микроклимат, улучшают распределение снежного покрова, уменьшают глубину промерзания почвы, регулируют поверхностный сток, ослабляя эрозионные процессы. Отметим, что заболевания органов дыхания людей, проживающих в Райчихинске и прилегающих к нему территориях, напрямую связаны с техногенным загрязнением атмосферы.

Таким образом, качество почвогрунтов относится к основным показателям, влияющим на рост и развитие древесных растений. Результаты их анализа определяют правильность подбора породного и видового состава насаждений. Правильно выполненные работы по рекультивации отвалов дают возможность создавать в короткие сроки лесные насаждения для рекреационного пользования, улучшения экологического состояния воздушной среды вокруг города и прилегающих к нему территорий. ■



УДК: 664.84

## БИОАККУМУЛЯЦИЯ СЕЛЕНА РАСТЕНИЯМИ НА РАЗЛИЧНЫХ ТИПАХ ПОЧВ МОЛДОВЫ

*М.В. Капитальчук, Институт генетики и физиологии растений, Кишинев,  
Н.А. Голубкина, Всероссийский НИИ селекции и семеноводства овощных культур*

Селен — условно необходимый микроэлемент питания растений. Он способен изоморфно замещать серу в сульфиде благодаря близости ионных радиусов, а селеноорганические соединения подобны сернистым [9]. Следовательно, учитывая сходные химические свойства серы и селена, физиологическую роль селена для растений необходимо рассматривать, исходя из функций аналогичных серосодержащих соединений.

Сера поглощается растением в виде анионов  $SO_4^{2-}$ , с которыми могут конкурировать благодаря общим химическим свойствам анионы  $SeO_4^{2-}$ . Селениты ( $Se^{4+}$ ) и селенаты ( $Se^{6+}$ ) могут поступать прямо из почвенных растворов в растения, но при этом корни аккумулируют  $Se^{4+}$  не более, чем его содержание в наружном растворе, в то время как  $Se^{6+}$  аккумулируется значительно активнее и его концентрация в корне превышает содержание в наружном растворе [16].

Селен содержится в растениях главным образом в виде селенометионина, органического селена, аналогичного аминокислоте метионину. Селенометионин может быть встроен в структуру белков вместо метионина, относящегося к незаменимым аминокислотам, и служит в качестве средства для хранения селена в органах и тканях растений [14, 15]. В зерновых, являющихся главным источником селена в питании человека, основная часть этой аминокислоты содержится в зародыше зерен [13].

При избыточном содержании в почве селен может быть токсичным для растений. При этом наблюдается не только распространение эндемических болезней растений, но и появление морфологических изменений растений [7], вплоть до образования новых видов. Например, избыточное количество селена сыграло, по-видимому, определенную роль в видообразовании астрагала [8], виды которого содержат большое количество этого элемента. Однако на основе изучения адсорбционной способности различных пищевых волокон показано, что характер этой зависимости все же подтверждает отсутствие эссенциальности селена для растений [5].

Селен оказался жизненно важным элементом для человека и животных, прежде всего, благодаря своим антиоксидантным свойствам [2].

Ранее были изучены особенности распределения селена в поверхностных и подземных водах, а также в различных типах почв на территории Молдовы [10, 11]. В настоящей работе обсуждаются предварительные результаты исследований накопления селена сельскохозяйственными растениями, произрастающими на различных почвах.

Сбор растений проводили в местах отбора почвенных проб в соответствии со стандартными методиками [7] на территории двух почвенных районов Молдовы: района типичных и карбонатных черноземов лесостепи юго-западной окраины Вольно-Подольской возвышенности и района обыкновенных и южных черноземов Южноприднестровской степной равнины.

Определение селена в почвенных образцах осуществляли атомно-абсорбционным методом с помощью спектрофотометра, оснащенного проточно-инжекционной системой [1]. Содержание селена в растениях определяли флуориметрическим методом с использованием референс-стандартов [12]. Для зерновых культур (пшеница и ячмень) содержание селена в надземной части растения и в зерне определяли отдельно.

Имеющиеся на сегодняшний день данные по накоплению селена кукурузой, пшеницей, ячменем, подсолнечником

и люцерной в условиях разных типов почв представлены в табл. 1. Основным фактором, определяющим аккумуляцию микроэлемента в растениях, является уровень и химическая форма этого элемента в почвах. Поэтому здесь также указано валовое содержание селена в пахотном слое (0–40 см) в местах сбора растений. Однако содержание валовых форм селена в почвах дает лишь ориентировочное представление об обеспеченности их микроэлементом, т.к. растения могут использовать только ту его часть, которая находится в физиологически доступных подвижных формах. Представление о доле биодоступных форм селена от его валового содержания в почве дает коэффициент биологического накопления (КБН), равный отношению количества селена в растении к его общему содержанию в почве [6].

Диапазон валового содержания селена в почвах составляет от 265 до 355 мкг/кг, в то время как концентрация микроэлемента в надземной части растений находится в интервале 80–166 мкг/кг, а в зерне колеблется от 78 до 157 мкг/кг. При этом не выявлено корреляции между содержанием общего селена в почвах и его концентрацией в растениях.

Содержание микроэлементов сильно зависит от гранулометрического состава почвы, обнаруживая высокую степень корреляции между содержанием глинистых частиц и содержанием микроэлементов. В почвах Молдовы наблюдается закономерное уменьшение содержания большинства микроэлементов в генетическом ряду черноземов от выщелоченного к обыкновенному и карбонатному, а внутри каждого подтипа — с облегчением гранулометрического состава [6]. Для содержания общего селена в почвах такой закономерности не прослеживается, по крайней мере, в рамках рассматриваемой выборки. Но ранее нами было установлено аномально низкое содержание селена именно для карбонатного чернозема, где почвообразующими породами служили супеси и легкие суглинки. Аномально высокое содержание селена (1930 мкг/кг), наоборот, обнаружено в тяжелосуглинном обыкновенном черноземе [11].

Исходя из среднего значения содержания селена в растениях, аккумулирующих селен из различных почв, черноземы можно расположить в следующей последовательности: типичный > выщелоченный > обыкновенный > карбонатный. Данная последовательность, видимо, отражает тенденцию изменения биодоступного селена в ряду черноземов и близка к общей зависимости содержания микроэлементов от гранулометрических свойств почв.

Еще более убедительно подтверждает общую для Молдовы закономерность распределения биодоступных микроэлементов в генетическом ряду черноземов последовательность, построенная на основе средних значений КБН селена: выщелоченный > типичный > обыкновенный > карбонатный. Эта последовательность означает, что в среднем содержание селена в растениях на выщелоченном черноземе составляет 44,6% от концентрации микроэлемента в почве, понижаясь до 34,2% при переходе к карбонатному чернозему.

Отдельно следует сказать о двух случаях накопления селена растениями в условиях экстремальных значений микроэлемента в почвах (данные не включены в табл. 1). В первом случае при дефицитном содержании селена (100 мкг/кг) в супесчаном карбонатном черноземе его аккумуляция растениями оказалась относительно высокой

и составила для кукурузы и подсолнечника 107 и 104 мкг/кг соответственно, а значения КБН достигли 1,070 и 1,040.

<b>Таблица 1. Накопление селена сельскохозяйственными культурами на различных почвах Молдовы</b>				
Место взятия образцов	Селен в почве, мкг/кг	Культура	Селен в растениях, мкг/кг	КБН
<b>Черноземы карбонатные</b>				
с. Кузьмин, Каменский р-н	355	Кукуруза (надземная часть)	90	0,254
		Пшеница (надземная часть)	80	0,225
		Зерно пшеницы	107	0,301
с. Бутор, Григориопольский р-н	270	Ячмень (надземная часть)	102	0,378
		Зерно ячменя	94	0,348
		Кукуруза (надземная часть)	128	0,474
		Подсолнечник (надземн. часть)	111	0,411
В среднем	312		102	0,342
<b>Черноземы обыкновенные</b>				
с. Попенки, Рыбницкий р-н	290	Пшеница (надземная часть)	108	0,372
		Зерно пшеницы	116	0,400
		Подсолнечник (надземн. часть)	105	0,362
с. Гармацкое, Дубоссарский р-н	340	Пшеница (надземная часть)	121	0,356
		Зерно пшеницы	143	0,420
		Кукуруза (надземная часть)	89	0,262
		Подсолнечник (надземн. часть)	117	0,344
г. Тирасполь	275	Люцерна	114	0,415
с. Парканы, Слободзейский р-н	315	Кукуруза (надземная часть)	109	0,346
В среднем	305		114	0,364
<b>Черноземы типичные</b>				
с. Грушка, Каменский р-н	320	Подсолнечник (надземн. часть)	143	0,447
		Кукуруза (надземная часть)	90	0,281
		Ячмень (надземная часть)	107	0,334
		Зерно ячменя	157	0,491
В среднем	320		124	0,388
<b>Черноземы выщелоченные</b>				
с. Строевцы, Рыбницкий р-н	265	Люцерна	166	0,626
		Пшеница (надземная часть)	111	0,419
		Зерно пшеницы	78	0,294
В среднем	265		118	0,446
<b>Пойменная луговая слоистая почва</b>				
с. Чобручи, Слободзейский р-н	339	Кукуруза (надземная часть)	119	0,351
В среднем	339		119	0,351

<b>Таблица 2. Содержание селена и значения КБН для некоторых сельскохозяйственных культур</b>				
Культура	Содержание селена, мкг/кг		КБН	
	Диапазон значений	Среднее	Диапазон значений	Среднее
Кукуруза	89—128	104,6	0,254—0,474	0,328
Пшеница — надземная часть	80—121	105,0	0,225—0,419	0,343
	— зерно	78—143	111,0	0,294—0,420
Ячмень — надземная часть	102—107	104,5	0,334—0,378	0,356
	— зерно	94—157	125,5	0,348—0,491
Подсолнечник	104—143	115,6	0,344—0,447	0,391
Люцерна	105—166	128,5	0,415—0,626	0,520

В случае, когда содержание селена в пахотном слое тяжелосуглинистого обыкновенного чернозема достигало аномально высокого значения (1483 мкг/кг), биоаккумуляция микроэлемента растениями возросла незначительно и составила для подсолнечника 114 мкг/кг (КБН — 0,077), клевера — 111 мкг/кг (КБН — 0,075), люцерны — 105 мкг/кг (КБН — 0,071). Таким образом, при самом высоком содержании валовых форм селена в почве значения коэффициента биологического накопления селена оказались аномально низкими.

Приведенные примеры еще раз свидетельствуют о том, что накопление селена растениями зависит от конкретной геохимической обстановки территории. Высокое содержание валовых форм селена в почве является необходимым, но недостаточным условием, определяющим величину аккумуляции микроэлемента растениями. При низком содержании валовых форм селена, но в условиях рыхлых, хорошо аэрируемых почв возможна интенсивная биоаккумуляция микроэлемента, т.к. он присутствует в значительной мере в форме селенатов, которые хорошо растворимы и легко усваиваются растениями [3]. В значительной мере накопление микроэлемента растениями может снижать присутствие в почвах элементов-антагонистов, которыми для селена являются сера, фосфор, кадмий, медь, марганец и цинк [6].

При прочих равных условиях биогенная аккумуляция селена должна зависеть от вида растения. В табл. 2 обобщены данные по содержанию селена и значению КБН для некоторых сельскохозяйственных растений на исследуемой территории.

Содержание селена в сельскохозяйственных культурах изменяется в широком диапазоне в зависимости от конкретных геохимических условий. Средние значения концентрации селена в надземной части растений кукурузы, пшеницы и ячменя оказались очень близкими и составили около 105 мкг/кг. Как правило, содержание микроэлемента в зерне выше, чем в надземной части пшеницы и ячменя, что находит отражение в средних значениях концентрации селена. Однако в отдельных случаях стебли и листья растений аккумулируют селена намного больше, чем зерно (табл. 1). В стеблях и листьях подсолнечника и люцерны концентрация селена существенно возрастает по сравнению с зерновыми культурами и в среднем достигает 115,6 мкг/кг для подсолнечника и 128,5 мкг/кг для люцерны.

По величине среднего значения КБН селена для надземной части сельскохозяйственных культур можно построить следующую последовательность: люцерна > подсолнечник > ячмень > пшеница > кукуруза. В среднем наблюдается уменьшение биогенного накопления селена от люцерны к подсолнечнику и далее к ячменю, пшенице и кукурузе.

Таким образом, содержание селена в сельскохозяйственных культурах изменяется в широких пределах (от 78 до 166 мкг/кг) в зависимости от конкретных геохимических условий, а коэффициент биологического накопления (КБН) селена растениями составляет 0,225—0,626. При этом взаимосвязи между содержанием валовых форм селена в почвах и его аккумуляцией растениями не обнаружено. Интенсивность биогенного накопления селена растениями уменьшается от чернозема выщелоченного к типичному и далее к обыкновенному и карбонатному. В среднем наблюдается уменьшение биоаккумуляции селена в надземной части растений при переходе от люцерны к подсолнечнику и затем к ячменю, пшенице и кукурузе. Как правило, содержание микроэлемента в зерне ячменя и пшеницы выше, чем в стеблях и листьях растений, хотя в отдельных случаях наблюдается обратное соотношение концентрации селена. ■