

# АГРОХИ

№ 4-6 2007  
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

**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), В.Ф. Ладонин, М.М. Левитин, В.Г. Лошаков, М.И. Лунев, А.А. Макаров, О.А. Монастырский, М.С. Раскин (зам. главного редактора), А.С. Ремизов, 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 сельскохозяйственных наук,  
профессор В.Г. Лошаков

**Верстка:** Л.В. Самарченко

**Корректор:** С.Г. Саркисян

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

Индекс в каталоге «Почта России» 10852

**Адрес редакции:**

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

Телефон: (495) 780-87-65

Факс: (495) 780-87-66

E-mail: [info@agrox.ru](mailto:info@agrox.ru) <http://www.agrox.ru>

Тираж 2000 экз.

## СОДЕРЖАНИЕ

|                                                                                                                                                                                                                                    |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>О.А. Монастырский</b><br>Наука — ведущий фактор устойчивого развития государства .....                                                                                                                                          | 3  |
| <b>М.М. Токбаев, А.Х. Токбаев, А.Ж. Тхагапсоева</b><br>Некоторые вопросы информационного обеспечения ИКС и эффективности внедренческой деятельности предприятий .....                                                              | 5  |
| <b>С.А. Показаньев</b><br>Экономическая эффективность систем обработки почвы в зернопаровом севообороте .....                                                                                                                      | 7  |
| <b>Б.Б. Хамчиев</b><br>Рапс — стратегическая культура .....                                                                                                                                                                        | 9  |
| <b>К.Ю. Дибихин</b><br>Обоснование технологической схемы летной операции при производстве авиационно-химических работ .....                                                                                                        | 12 |
| <b>В.М. Бебякин, А.И. Сергеева, О.В. Крупнова, А.И. Прянишников, Т.Б. Кулеватова</b><br>Фенотипическая стабильность сортов озимой пшеницы по критериям качества зерна .....                                                        | 14 |
| <b>Т.С. Маркелова</b><br>Использование диких видов и сородичей пшеницы для интрогрессии генов устойчивости к болезням .....                                                                                                        | 16 |
| <b>В.М. Бебякин, И.А. Кибкало, И.А. Осыка</b><br>Устойчивость сортов и гибридных популяций яровой мягкой пшеницы к бурой ржавчине и мучнистой росе .....                                                                           | 18 |
| <b>Г.В. Бельская, В.Д. Кобылянский</b><br>Исходный материал для селекции пивоваренного ячменя в Центральной Черноземной зоне .....                                                                                                 | 20 |
| <b>Р.Р. Исмагилов, А.Г. Галикеев</b><br>Урожайность и хлебопекарные качества зерна различных сортов озимой ржи в условиях Республики Башкортостан .....                                                                            | 22 |
| <b>В.С.П. Кумари, Ю.Л. Гужов, Н.А. Урсул, Е.Г. Козарь, И.Т. Балашова</b><br>Экспрессия генов устойчивости томата к ВТМ при действии холодового стресса на стадии прорастания семян .....                                           | 22 |
| <b>А.Р. Павел, Е.С. Салина, Е.Н. Седов, М.А. Макаркина, Н.С. Левгерова</b><br>Биохимические, товарные и технологические качества плодов сортов яблони, иммунных к парше .....                                                      | 24 |
| <b>Ю.В. Трунов, А.В. Соловьев, Н.М. Соломатин</b><br>Результаты селекции клоновых подвоев яблони .....                                                                                                                             | 26 |
| <b>С.Л. Расторгуев</b><br>Скрининг устойчивых к хлориду натрия тканевых линий малины .....                                                                                                                                         | 28 |
| <b>Н.Н. Семенова</b><br>Разработка индексов экологической опасности применения пестицидов для почв агроценозов .....                                                                                                               | 29 |
| <b>Г.Е. Ларина, Л.Д. Протасова</b><br>Сорные и культурные растения как консорбенты агрофитоценоза .....                                                                                                                            | 34 |
| <b>О.Ю. Кремнева, Г.В. Волкова</b><br>Желтая пятнистость листьев пшеницы на Северном Кавказе: структура популяции патогена и устойчивость растения-хозяина .....                                                                   | 36 |
| <b>Т.С. Маркелова</b><br>Изучение структуры и изменчивости популяции бурой ржавчины пшеницы в Поволжье .....                                                                                                                       | 37 |
| <b>В.П. Понажев</b><br>Зараженность семян льна-долгунца в зависимости от приемов выращивания и способов уборки .....                                                                                                               | 40 |
| <b>О.З. Метлицкий, С.Е. Головин, И.А. Ундрицова, Н.А. Холод</b><br>Антракноз садовой земляники .....                                                                                                                               | 40 |
| <b>В.И. Пономарев, Н.В. Шаталин, Е.М. Андреева, А.А. Орозумбеков, А.М. Мамытов</b><br>Ассортативность лёта самцов непарного шелкопряда разного фенотипа в феромонные ловушки .....                                                 | 41 |
| <b>В.Б. Лебедев, Н.И. Стрижков</b><br>Последствие гербицидов в севообороте .....                                                                                                                                                   | 43 |
| <b>Н.И. Стрижков</b><br>Эффективность различных систем борьбы с сорняками в севообороте .....                                                                                                                                      | 44 |
| <b>О.Н. Рождественская, Э.А. Пикушова, В.С. Горьковенко, Т.П. Казанцева, Т.В. Чихичина, Л.Н. Вислобокова, В.А. Воронцов, Т.Д. Ершова, М. Койшибаев</b><br>Зонтран и Титул 390: новые препаративные формы — новые возможности ..... | 46 |
| <b>Н.И. Стрижков</b><br>Гербициды против горчача розового .....                                                                                                                                                                    | 48 |
| <b>Н.С. Васильчук, В.А. Эпштейн</b><br>Влияние предпосевной обработки семян системными протравителями и озоном на начальные ростовые процессы и продуктивность озимой пшеницы .....                                                | 49 |
| <b>Х.Х. Кимсанбаев, Б.А. Сулаймонов, В.А. Автономов</b><br>Биологическая борьба с ржавым клещом в условиях открытого и защищенного грунта .....                                                                                    | 50 |
| <b>А. В. Шуравилин, Н. А. Муромцев, К. Б. Анисимов, А.Ю. Кулаковский, Д. А. Сухов</b><br>Водопотребление многолетних трав на аллювиальных почвах Москворецкой поймы .....                                                          | 52 |
| <b>А.В. Шуравилин, Д.А. Сухов, Е.А. Пивень</b><br>Влияние многолетнего внесения животноводческих стоков на плодородие дерново-подзолистых почв .....                                                                               | 53 |
| <b>В.С. Бжеумыхов, М.М. Токбаев</b><br>Агроэнергетическая оценка и белковая продуктивность старовозрастных посевов люцерны в зависимости от способа улучшения травостоя .....                                                      | 55 |

# НАУКА — ВЕДУЩИЙ ФАКТОР УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ГОСУДАРСТВА

**О.А. Монастырский, Всероссийский НИИ биологической защиты растений**

Устойчивое развитие государства определяется поступательным развитием основных отраслей народного хозяйства, одной из которых является агропромышленный комплекс. Во всех развитых странах это один из наиболее наукоемких и динамично развивающихся государственных производственных комплексов, поскольку обеспечивает продовольственную независимость государства.

В настоящее время в России вся наука, особенно сельскохозяйственная таким фактором не является, и, вероятно, не скоро станет. Почему это происходит и что делать?

Вот уже 10 лет как принят Федеральный закон «О науке и государственной научно-технической политике», а в прошлом году — «О внесении изменений в федеральный закон «О науке и государственной научно-технической политике». Цель закона — регулировать отношения между органами государственной власти и потребителями научной и научно-технической продукции. Закон декларирует, что государственная научно-техническая политика определяет цели, направления, формы деятельности органов государственной власти в области науки и реализации ее достижений, гарантирует финансирование проектов, выполняемых по государственному заказу. Из этих положений следует, что органы государственной власти, и в первую очередь отраслевые министерства, обязаны определять государственно-важные направления исследований, выдавать заказы на проекты и соответственно финансировать научно-исследовательские учреждения (НИУ) и научно-исследовательские работы (НИР). В действительности всего этого нет. Поэтому, как правильно как-то выразился Председатель Правительства, такая наука нам не нужна. Правда, при этом не констатировалось, что наука находится на обочине интересов государства и правительство не проявляет системного интереса к науке. Сейчас у науки нет ни конкретно осуществляемых прав, ни ответственности, ни необходимого и достаточного финансирования. Существующий закон о науке и научно-технической деятельности не способен стимулировать успешное развитие науки. Показательно, что 90% опрошенных научных сотрудников ничего не знали об этом законе и он никогда не обсуждался на Ученых советах.

При сырьевой и транзитной экономике России наука государству не очень нужна. Да и за упущения в науке никто не наказывается.

Президент В.В. Путин определил науку как важнейший приоритет государства. Но имеет ли этот закон положительное и конструктивное значение для российской гражданской науки.

Закон содержит много правильных и актуальных положений о праве научного работника на объективную оценку своей научной деятельности и получение вознаграждений, поощрений и льгот, соответствующих его творческому вкладу. Однако не определены критерии и подходы к такой оценке научной деятельности рядовых научных работников от лаборанта до заведующего лабораторией, если они не претендуют на очень престижную государственную или международную, тем более Нобелевскую, премию. Не редкость, что существующая в наших НИУ оценка научных достижений сотрудников субъективна, а часто и конъюнктурна. Для многих научных сотрудников заниматься наукой становится неинтересно, потому что нет надежды на признание. Мнение, что наука держится и развивается благодаря одержимым подвижникам науки, несправедливо. Согласно данным медицинской генетики и статистике

научных достижений, одержимые в науке составляют менее 1 на 100 тысяч научных работников. Основной вклад в науку делают высококвалифицированные научные сотрудники, рассматривающие научную деятельность как интересную и престижную работу. Поэтому вклад в науку далеко не всегда соответствует научной степени и званию сотрудника. Именно поэтому введенные недавно доплаты за звания и степени, существенно не улучшая материальное положение, не повлияют положительно на ситуацию в деятельности НИУ и общую эффективность НИР. Сейчас в науке много случайных людей, которые будут стремиться получить любой ценой степень и звание. При этом нельзя забывать, что значительно больше половины непосредственной научной работы делается научными сотрудниками и техническим персоналом, не имеющим научной степени и по разным причинам не стремящимся ее получить. Их материальное положение никак не улучшилось, что может усилить социальную напряженность в научных коллективах. Кандидаты наук, а тем более доктора наук, сами науку делать не смогут.

Следует учитывать, что 90% уезжающих из страны на работу за границу специалистов не академики и не доктора наук. Это среднее звено — от старших лаборантов до старших научных сотрудников, которые и «делают науку», но которые по уровню зарплаты при весьма плохом научном оборудовании в вузах и НИУ не могут реализовать свой творческий потенциал.

Если, согласно принятым изменениям в федеральный закон «О науке ...», академии наук стали «государственными академиями наук», то, следовательно, научные работники стали государственными служащими и должны быть приравнены к чиновникам по уровню зарплаты, льготам и пенсиям. И тогда в соответствии с должностью (а не степенью и званием) они должны получать материальное содержание. Интересно, что, по данным Росстата, опубликованным в конце 2006 г., в списке профессий и сфер деятельности с самой высокой зарплатой научные работники не упоминаются. На последнем 17 месте находится работники сельского хозяйства с зарплатой в 5045 руб., что соответствует зарплате научного сотрудника со степенью кандидата наук. Она на 34% меньше, чем у учителей, на 41% — работника здравоохранения и в 2,6 раза меньше, чем у чиновников.

Закон о науке и деятельность правительства страны не сформировали и строго не обязывают осуществлять стратегию развития человеческого капитала, который в России по вкладу в ВВП составляет 5% против 70% в развитых странах. В вузах и НИУ нет технологий развития интеллекта студента и научного сотрудника. А у них нет мотивации его развивать, т.к. другие факторы определяют успех карьеры и уровень зарплаты.

К общим наиболее важным недостаткам в нашей науке можно отнести то, что звания довлеют над знаниями, идеи ученого часто приходят в конфликт с интересами руководства института, нет ценностных ориентиров науки, у ученых отсутствуют стимулы для саморазвития, социальная справедливость уже не является доминантной в деятельности как НИУ, так и науки в целом, потому что главной идеей, цитируя Н. Бердяева, является не творчество, а распределение материальных благ. В деятельности научных учреждений очень мало внимания уделяется нравственности, духовности и интеллигентности ученого, вследствие чего ученые теряют профессиональную этику.

Этому способствует и двухуровневая система научных степеней, и оплата не за знания и научный вклад, а за степень и звание. Именно здесь в полную силу работает закон Энгеле: если недостойные получают такое же вознаграждение, как достойные, — это приводит к краху всех. Молодые ученые не хотят жить для будущего, т.к. нет в нем уверенности. Во многом это определяется тем, что, вследствие крайнего недостатка целевого финансирования научная деятельность и научный процесс регулируются коммерческими договорами без гарантии, что полученные результаты принесут долговременную выгоду разработчику. Государство не создает основу и не поощряет развитие интеллекта. А у работодателя основным мотивом становится личная прибыль любой ценой.

Нелишне вспомнить, как в царской России университеты, тогда основные научные учреждения, готовили будущих научных работников. Сейчас НИУ не могут найти квалифицированных сотрудников на вакантные научные должности и берут всех, кто согласится. Лишь бы было высшее образование. Сейчас в НИУ исследователи в основном констатируют факты. У нас очень дешевые риски, поэтому научные исследования доверяют слабо подготовленным людям.

Назрела острая необходимость, чтобы на государственном уровне срочно решить проблему стимулов и тесно связанную с ней проблему критериев оценки научного труда даже за счет кардинального сокращения числа НИУ, с тем, чтобы оставшимся создать хотя бы средневропейские условия финансирования и организации научного труда. Иначе все ухудшающегося состояния в российской гражданской науке не преодолеть, да еще и с общим финансированием в 1 млрд долл. на всех.

В России, и особенно в области сельскохозяйственных исследований, больше научных сотрудников, чем в любой стране мира. В то же время на одного ученого средств расходуется в 20 раз меньше, чем в США и в 10 раз меньше, чем в ЕС, значительно меньше, чем в Японии, Индии и Китае. Во многом этим объясняется, что директора НИУ не конкурентоспособны на международном уровне и их основная деятельность, зачастую вынужденно, направлена на сдачу институтской собственности в аренду, а научные усилия коллектива направляются на поиск зарубежных грантов.

На мировом рынке научных достижений доля России составляет менее 1%. Россия занимает 8 место по числу опубликованных научных работ и 18 место по индексу цитирования (число публикаций за последние 10 лет ежегодно снижается и сейчас составляет около 14 тыс. в год). Доля наших публикаций в мировой научной прессе не превышает 2,4%, а индекс цитирования составляет 0,85. Статью российского ученого из реферируемого издания в среднем цитируют 2 раза, американского — 13. У нас крайне дорог и сложен процесс регистрации новых материалов, препаратов, технологий. Поэтому внедряется всего 0,5% выданных патентов, которых у нас регистрируется в 10 раз меньше, чем в Японии, в 6 раз меньше, чем в США, в 2 раза меньше, чем в Южной Корее. Очень плох обобщенный показатель эффективности науки, выражающийся в сальдо экспорта-импорта технологий: в России он минус 361, в США — плюс 24844, а в области технологий для АПК этот показатель значительно хуже. Это одна из причин того, что наша страна ежегодно импортирует продовольствия на 19 млрд долл., что больше, чем финансирование всего АПК.

В настоящее время наука в стране очень заформализована и научное обеспечение не может опережать и упреждать негативные процессы как в производстве, так и в обществе. Нуждается в серьезном и многоэтапном реформировании вузовского образования. Сейчас в стране происходит быстрая поляризация элитного и обычного образования. Особую тревогу вызывает быстрый рост числа коммерческих негосударственных вузов. В России из 3200 вузов только 650 государственных, многие из

которых тоже быстро коммерциализируются. Массовое и элитное высшее образование и успех, выраженный в востребованности и карьерных перспективах выпускников, уже вступили в жесткую конкуренцию. Коммерческие вузы в своем подавляющем большинстве не восприимчивы к новым важным предметам и дисциплинам, т.к. укомплектованы неквалифицированными и нетребовательными кадрами и не отчисляют неспособных студентов, чтобы не терять деньги. За коммерческими вузами практически нет должного государственного контроля. К сожалению, до сих пор не создано единых стандартов для вузовского образования. В США, например, давно уже существует официальная открытая система рейтингов ведущих университетов. Не случайно, что в составленный китайскими учеными список лучших университетов мира в первую десятку вошли 8 американских и 2 английских вуза.

В законе «О науке и государственной научно-технической политике» с принятыми изменениями Академии наук и отраслевым академиям предоставлено право создания, реорганизации и ликвидации входящих в их состав предприятий, учреждений и организаций. Вероятно, пришло время, когда такая реорганизация должна пройти в области мониторинга деятельности НИУ, сокращения их числа и целевой реорганизации структуры каждого НИУ в направлении консолидации научного потенциала и средств на выполнение действительно приоритетных исследований. Это позволит на практике осуществить сформулированные в законе основные цели государственной научно-технической политики и на деле сформировать «рынок научной и (или) научно-технической продукции Российской Федерации».

Очень важными являются положения пункта 1 статьи 12 в новой редакции закона: «К полномочиям органов государственной власти Российской Федерации относятся: разработка и проведение единой государственной научно-технической политики; выбор приоритетных направлений развития науки и техники в Российской Федерации; формирование и реализация федеральных научных и научно-технических программ и проектов, а также определение федеральных органов исполнительной власти, ответственных за их выполнение ...». В первую очередь такими органами государственной власти должны стать министерства. В качестве примера можно привести Минсельхоз России. Министр А.В. Гордеев указал: «Сейчас мы имеем все возможности для выработки новой модели сельскохозяйственной науки, которая приспособит ее к новым условиям». Хотя он не преминул отметить, что «сами ученые не занимают активной позиции в преобразовании науки и не пытаются ее приспособить к новым реалиям». Но ученые институтов Российской академии сельскохозяйственных наук самостоятельно этого сделать не могут, т.к. не имеют необходимого финансирования и конкретных государственных заданий от заинтересованных министерств, в первую очередь, Минсельхоза России. Именно Минсельхоз России при активном участии РАСХН должен представить государственную концепцию развития аграрной науки, определять состояние сельскохозяйственного производства в стране, конкретные пути и задачи его подъема и развития, давать анализ основных параметров развития сельского хозяйства с учетом международного рынка сельскохозяйственной продукции и членства России в ВТО, а также социально-экономического состояния государства. Ученые не должны быть самодостаточными. Им необходимы обоснованно и достаточно финансируемые государственные заказы, позволяющие работать на государство, одновременно развивая и совершенствуя научно-техническую базу исследований, не ограничивая свободу исследователя в научном творчестве. Лучше быть нужным, чем свободным, принимая свободу как осознанную необходимость. Это касается как фундаментальных, так и прикладных исследований.

В стране остро стоит вопрос реформирования науки, который, к сожалению, никак не отражен в законе «О науке и государственной научно-технической политике». Для его решения необходимо на уровне государственной политики и при наличии четких критериев оценки работы провести инвентаризацию научных учреждений, разработать государственную научно-техническую политику, обеспеченную конкретными административными и финансовыми ресурсами.

Следует решить проблему стимулов научной работы на основании эффективных критериев оценки научного труда, что позволит нормализовать наметившуюся сильную поляризацию доходов и положение научных работников в зависимости от ученой степени и звания без учета научного вклада. Это даст возможность добиться качественного изменения интеллектуального состава сотрудников НИУ, которые будут заниматься именно научной работой без необходимости поиска «отхожего промысла». Реорганизацию и совершенствование деятельности НИУ необходи-

мо проводить в тесной взаимосвязи с разработкой общей государственной научно-технической политики и с учетом долгосрочной стратегии развития высшего образования, основных отраслей народного хозяйства, а также задач и направлений работы министерств и ведомств. Например, реорганизацию деятельности и структуры РАСХН и подведомственных ей НИУ следует проводить совместно и с учетом необходимой реорганизации работы Минсельхоза России, а также в соответствии с законом «О развитии сельского хозяйства», в котором, к сожалению, развитию и роли сельскохозяйственной науки не уделяется должного внимания. Это положение принципиально важно для всей отечественной науки, поскольку ее реформирование по предлагаемому типу, приведения положений закона о науке в соответствие с земельным и другими кодексами позволит просто решать частные задачи имущественного права и перераспределения владельцев академической собственности. ■

## НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИКС И ЭФФЕКТИВНОСТИ ВНЕДРЕНЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ

**М.М. Токбаев, А.Х. Токбаев, А.Ж. Тхагапсоева,**  
*Кабардино-Балкарская государственная сельскохозяйственная академия*

Важнейшая задача информационно-консультативной службы (ИКС) — своевременное обеспечение сельских товаропроизводителей необходимой для их деятельности информацией, а также распространение знаний и передового опыта. Именно поэтому в деятельности всех звеньев ИКС необходимо активно применять современные информационные технологии, основанные на использовании вычислительной техники и современных средств связи.

Эффективность деятельности как больших агрофирм, так и фермерских и крестьянских хозяйств в значительной мере зависит от того, насколько товаропроизводители информированы о новых технологиях, ценах на ресурсы и возможностях их приобретения, ценах на продукцию и особенностях каналов реализации, юридической стороне подготавливаемых сделок, прогнозах развития рыночной ситуации и т.д. Современные информационные технологии способны обеспечить оперативный доступ к необходимым для принятия решений сведениям.

Если многие виды коммуникаций, используемых в ИКС (Интернет, печать, телевидение и др.), способны обеспечить только общие советы для крупных групп потребителей информации, то информационные технологии предполагают конкретность, возможность выдачи информации персонально по запросу любого клиента. Считается, что руководство ИКС должно учитывать тенденцию к постоянному удешевлению компьютерно-информационных услуг и удорожания живого труда специалистов. Поэтому при разработке стратегии развития ИКС следует предусматривать хотя бы частичную замену индивидуальных консультаций, осуществляемых традиционным способом, доступом к базам данных с помощью компьютерных средств.

Важная особенность современных информационных технологий — регулярность и оперативность обновления информации, доступной клиентам различных информационных компьютерных систем. При этом обеспечиваются возможности, которые отсутствуют при использовании традиционных способов поиска, сбора, накопления и распределения информации (библиотеки, картотеки и др.).

Следовательно, применение современных информационных технологий в рамках ИКС способно обеспечить решение ранее недоступных задач, обеспечение досту-

па сельских товаропроизводителей непосредственно или с помощью сотрудников ИКС к важной оперативной информации, распространение знаний, информации о передовом опыте в сферах деятельности, необходимых для товаропроизводителя (новая техника и технологии, законодательство, рынки и т.д.).

С учетом перспективности этого направления деятельности ИКС ее сотрудники должны иметь достаточно четкое представление о типах современных систем, которые могут быть применены в системах обслуживания потребителей, а также о возможностях их рационального использования и проблемах, связанных с этим.

При проведении информатизации деятельности хозяйствующих субъектов аграрной сферы необходимо выявить информационную потребность с учетом коммерческой ориентации их руководителей. В табл. 1 представлены данные о рейтинге потребностей в коммерческой информации руководителей хозяйствующих субъектов аграрной сферы, показывающие, что насущными сведениями являются: данные о каналах сбыта сельскохозяйственной продукции и ценах на нее, информация о конкурентах и ценах на энергоносители и сельскохозяйственную технику.

Важнейшая составляющая информационного обеспечения — базы данных (БД) — документальные (библиографические, реферативные, полнотекстовые), фактографические и адресные.

Массивы информации в БД должны формироваться, в основном, на компакт-дисках (CD-ROM). ИКС для качественного консультирования сельских товаропроизводителей использует следующие базы данных Главного вычислительного центра Минсельхоза России: «Инженерно-техническое обеспечение АПК России», «Химические и органические удобрения», «Семена сельскохозяйственных культур (сорта), допущенные к использованию, посевные и репродуктивные качества», «Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных», «Правовые и нормативные документы по вопросам карантина растений», «Правовые и нормативные акты по племенному животноводству», «Ветеринарные препараты», «Правовые и нормативные документы по вопросам ветеринарии», «Состав и питательность кормов».

**Таблица 1. Потребность руководителей предприятий агробизнеса в информации**

| Тематика информационных потребностей                                                                               | Доля запросов, % |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| Каналы сбыта сельскохозяйственной продукции и цены на нее                                                          | 76,2             |
| Реальные и потенциальные конкуренты                                                                                | 63,5             |
| Цены на энергоносители и сельскохозяйственную технику                                                              | 60,7             |
| Условия получения возвратных вложений и надежность их держателей                                                   | 54,2             |
| Потенциальные держатели возвратных вложений (кредиты, инвестиции)                                                  | 46,8             |
| Перспективные сорта и гибриды сельскохозяйственных культур, породы и гибриды сельскохозяйственных животных и птицы | 41,3             |
| Передовые технологии, партнеры для совместного производства                                                        | 36,4             |
| Отечественный и зарубежный опыт в аналогичном виде деятельности                                                    | 27,5             |
| Лизингодержатели                                                                                                   | 21,4             |
| Информационные технологии и средства информатизации                                                                | 8,7              |

Большую помощь консультантам ИКС в ответах на запросы сельских товаропроизводителей оказывают издания ФГНУ «Росинформагротех»: каталог «Машины и оборудование для АПК», каталог перспективной сельскохозяйственной техники ведущих зарубежных фирм, журналы «Техника и оборудование для села», «Библиотека фермера» и «Библиотека консультанта», обзоры и брошюры о научно-технических достижениях и передовом опыте, информационные листки (проспекты) по новой сельскохозяйственной технике, поставляемой на производство. Ежемесячно пополняют БД ИКС 10 периодических журналов по тематике АПК («Зерновое хозяйство», «Новое сельское

хозяйство», «Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий», «Хранение и переработка сельскохозяйственного сырья» и др.).

Эффективность ИКС определяется ее влиянием на рентабельное ведение хозяйства в субъектах АПК, как результат инвестиционного процесса на основе внедрения передового опыта и достижений научно-технического прогресса. Целесообразно выделить два направления роста эффективности ИКС: у потребителей информационно-консультационных услуг (организации АПК) и предприятий ИКС, как коммерческих организаций.

Критерии эффективности ИКС предполагают максимальную оперативность доведения востребованной информации до товаропроизводителя, а также всего комплекса технических, технологических, социально-экономических, экологических знаний и научно-технических достижений (НТД), направленных на принятие целесообразных решений и прибыльное производство экологичной продукции высокого качества во всех отраслях.

Рентабельность работы предприятий АПК как потребителей информационно-консультационных услуг следует оценивать по показателям роста технологической, социальной, экологической, экономической и информационной эффективности. Алгоритм анализа видов и показателей эффективности субъектов агропромышленного комплекса приведен в табл. 2.

Вид технологической эффективности характеризуется комплексом показателей, отражающих степень использования трудовых и материальных ресурсов в процессе информатизации производства.

По отдельным сельскохозяйственным культурам и видам скота (птицы) обобщающими показателями технологической эффективности являются соответственно урожайность и продуктивность. Для ее определения в целом по предприятию используют показатели стоимости валовой продукции сельского хозяйства в сопоставимых ценах на 1 га сельскохозяйственных угодий (условной пашни), одного среднегодового работника, 1000 руб. производственных средств сельскохозяйственного назначения.

Эффективность внедрения в производство технологических элементов зависит от их объема (площадь посева, поголовье скота, птицы), цены реализации продукции, ее себестоимости и процентов налогообложения.

**Таблица 2. Показатели эффективности деятельности субъектов АПК**

| Критерий эффективности                                                                                                               | Показатель                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Технологический (уровень освоения систем земледелия и животноводства, производства продуктов питания из сельскохозяйственного сырья) | Урожайность сельскохозяйственных культур. Продуктивность животных. Энергоемкость производства продукции сельского хозяйства и продуктов питания.<br>Валовая продукция сельского хозяйства в сопоставимых ценах на 1 га сельскохозяйственных угодий, 1 работника, 1000 руб. основных производственных средств сельскохозяйственного назначения.<br>Валовая продукция растениеводства в сопоставимых ценах на 1 га сельскохозяйственных угодий, 1 га пашни.<br>Валовая продукция животноводства в сопоставимых ценах на 1 усл. гол. скота, 1 га кормовой площади.<br>Производство отдельных видов животноводческой продукции на 1 га сельскохозяйственных угодий, 1 га пашни |
| Социальный (степень достижения нормативного уровня жизни населения)                                                                  | Показатели уровня, в т.ч. качества жизни населения (обеспеченность объектами социальной инфраструктуры, уровень оплаты труда, демографические показатели воспроизводства населения, размер фонда потребления в расчете на одного работника, обеспеченность продуктами питания в соответствии с медицинскими нормами потребления)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Экологический (степень сохранения природной среды, ее улучшение, повышение экологичности производства)                               | Натуральные показатели снижения загрязнения природной среды: улучшение ее состояния, повышение качества производимой продукции                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Экономический (уровень финансовых результатов, обеспечивающих расширенное производство)                                              | Себестоимость продукции (по видам). Рентабельность производства (по видам продукции). Совокупная рентабельность.<br>Стоимость валовой продукции в текущих ценах, валовой доход и прибыль на 1 га сельскохозяйственных угодий, 1 га пашни, 1 работника, 1000 руб. основных производственных средств сельскохозяйственного назначения, 1000 руб. совокупных средств.<br>Финансовая устойчивость. Платежеспособность. Кредиторская и дебиторская задолженность                                                                                                                                                                                                                |
| Информационный (уровень качества управления, обеспечивающий экономию живого и овеществленного труда)                                 | Экономия материально-трудовых ресурсов и денежных средств, полученная в результате сокращения численности управленческого персонала, фонда заработной платы, расхода основных и вспомогательных материалов в результате автоматизации конкретных видов планово-учетных и аналитических работ. Повышение их качества, культуры и производительности труда, сокращение сроков составления сводок и документооборота                                                                                                                                                                                                                                                          |

Эффект от внедрения в производство определенного технологического элемента (Э) вычисляется по формуле:

$$\mathcal{E} = \Pi_1 (\mathcal{C}_1 - \mathcal{Z}_1) \mathcal{O}_1 - \Pi_0 (\mathcal{C}_0 - \mathcal{Z}_0) \mathcal{O}_0 - \mathcal{H}_0, \text{ где}$$

$\Pi_0, \Pi_1$  — продуктивность технологической единицы соответственно до и после осуществления мероприятия (урожайность культуры, продуктивность скота, птицы);

$\mathcal{C}_0, \mathcal{C}_1$  — цена единицы продукции соответственно до и после осуществления мероприятия, руб./ц;

$\mathcal{Z}_0, \mathcal{Z}_1$  — себестоимость единицы продукции соответственно до и после осуществления мероприятия, руб./ц;

$\mathcal{O}_0, \mathcal{O}_1$  — объем внедрения в производство определенного технологического элемента соответственно до и после осуществления мероприятия, га, гол.;

$\mathcal{H}_0, \mathcal{H}_1$  — сумма налога на прибыль соответственно до и после осуществления мероприятия, руб.

Эффективность услуг ИКС целесообразно оценивать следуя следующим принципам (табл. 3). Условия, приве-

денные в табл. 3, согласовываются сторонами договора и отражаются в соответствующих его разделах. Такая система стимулирования специалистов ИКС (ИКЦ) позволяет максимально исключить субъективно-формальный характер и объективно по легко контролируемым показателям оценивать ИКС. Кроме того, такая система оплаты услуг ИКС (ИКЦ) создает избирательную мотивацию на оказание наиболее «доходных» с позиции интересов ее услуг, что, в свою очередь, определяется интересами пользователей услуг центра.

Большое значение в повышении эффективности сельского хозяйства имеет внедрение достижений отечественной и зарубежной науки в производство. Связующим звеном между разработчиками, поставщиками инноваций и их потребителями являются ИКС (ИКЦ), а также ассоциации фермеров, образовательные учреждения, опытные и учебные хозяйства. Для улучшения положения с использованием научной продукции необходимо возложить на ИКС функции апробации разработок и их адаптации для нужд конкретных потребителей. С участием ИКС (ИКЦ) должна формироваться тематика прикладных научных исследований. Апробацию, проверку результатов, адаптацию и внедрение инноваций надо проводить, как правило, через показ на демонстрационных посевах и фермах. Целесообразно организовать на базе лицензионной деятельности и аналитических разработок ИКС систему мониторинга за использованием в АПК научнотехнической продукции. Инновационные проекты, разработанные на бюджетные средства, должны передаваться сельским товаропроизводителям через ИКС. Распространяемая ИКС (ИКЦ) информация, которая включает в себя массу сообщений о знаниях и технологиях, разрабатываемых НИУ, изобретателями и преуспевающими производителями, ускоряет поток и обеспечивает применение аграрных знаний и технологий там, где они наиболее приемлемы. Поэтому распространение новых технологий и передача агрознаний представляют собой систематический процесс сообщения потребителям информации о появляющихся новациях.

Внедрение и использование информационных технологий и современных средств связи улучшает процесс доведения информации до сельских товаропроизводителей. Необходимо создание единого информационного пространства, состоящего из множества информационных ресурсов, объединенных совокупностью аналогичных программно-компьютерных средств.

Таким образом, внедрением инновационных проектов должны заниматься ИКС (ИКЦ) на бесплатной, частично оплачиваемой и коммерческой основе с сохранением авторских или коллективных прав на интеллектуальную собственность, и целесообразно планомерно проводить политику освоения новых методик экологического и экономического просвещения руководителей субъектов АПК. ■

| Таблица 3. Условия оплаты оказанных услуг ИКС                                                    |               |                                                |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|------------------------------------------------|
| Группы услуг                                                                                     | Интервал      | Размер вознаграждения                          |
| Коэффициент выполнения договорных обязательств информационного характера                         | 90—100%       | От согласованной базовой суммы                 |
|                                                                                                  | 80—90%        |                                                |
|                                                                                                  | 80—60%        |                                                |
| Коэффициент выполнения плана услуг учебного характера                                            | 100%          | По согласованной стоимости часа                |
|                                                                                                  | 90%           | По уменьшенной на 20% стоимости часа           |
|                                                                                                  | Менее 90%     | По уменьшенной на 30% стоимости часа           |
| Коэффициент выполнения услуг инновационно-инвестиционного характера (обязательство по договорам) | 90—100%       | Согласованный процент от эффективности проекта |
|                                                                                                  | 80—90%        |                                                |
|                                                                                                  | Менее 80%     |                                                |
| Коэффициент выполнения обязательств по «сетевому взаимодействию»                                 | 90—100%       | Процент от полученной выгоды                   |
|                                                                                                  | 70—90%        |                                                |
|                                                                                                  | Менее 70%     |                                                |
| Оценка роли ИКС в динамике конечных результатов деятельности клиентов ИКС                        | Положительная | Согласованная сумма премии                     |
|                                                                                                  | Нейтральная   | —                                              |
|                                                                                                  | Отрицательная | Процент снижения стоимости услуг               |

## ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ СИСТЕМ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ В ЗЕРНОПАРОВОМ СЕВООБОРОТЕ

С.А. Показаньев, Курганский НИИ сельского хозяйства

Достижение продовольственной безопасности в современных рыночных условиях невозможно без адаптации российского земледелия к мировым стандартам качества сельскохозяйственной продукции и темпам развития сельскохозяйственного производства.

Диспаритет сложившихся в настоящее время в России цен на энергоресурсы, технику, средства химизации, с одной стороны, и зерно, мясо, молоко, с другой — поставил под сомнение возможность расширенного воспроизводства в сельском хозяйстве. По мнению первого заместителя директора департамента сель-

ского хозяйства и продовольствия Курганской области С.П. Жданова, с 1992 по 2004 г. рост цен на промышленную продукцию в 3,6 раза превысил темпы роста цен на продукцию сельского хозяйства. Например, для приобретения 1 т дизельного топлива в 1991 г. требовалось 0,5 т зерна продовольственной пшеницы, в 1999 г. — 2,1, в 2003 г. — 3,3, в 2005 г. — 4,8, весной 2006 г. — 5,3 т. При этом более 80% основных фондов сельскохозяйственных предприятий Курганской области физически и морально устарели, только в 2005 г. выбытие основных фондов в 1,5 раза превысило их поступление.

В результате продолжает нарастать технологический провал в аграрном секторе экономики Курганской области. Применяя сравнительную оценку агротехнологий, предложенную академиком В.И. Киришиным, можно утверждать, что более 90% площадей зерновых культур в текущем году в области возделывали по экстенсивным и близким к ним технологиям. Не более десятка хозяйств на ограниченных площадях внедряли интенсивные технологии, при этом пока не идет речь об освоении высокоинтенсивных (точных) технологий возделывания зерновых культур.

Принятие экономически обоснованных решений по внедрению новых ресурсосберегающих технологий в земледельческой практике затруднено не только в связи с недостаточным инвестированием капитала, но и медленным распространением созданных учеными информационно-справочных систем для разработки адаптивно-ландшафтных систем земледелия и экономической оценки агротехнологий. Внедряемые в производство программные продукты должны отличаться простым интерфейсом и основываться на анализе возрастающего объема текущей производственно-экономической информации в условиях быстро меняющихся рыночных отношений.

Исследования по уменьшению производственных затрат в земледелии на основе минимизации обработки почвы в Курганской области проводили в 1997–2005 гг. в различных почвенно-климатических зонах на трех опытных полях Курганского НИИСХ и опытном поле Шадринской сельскохозяйственной опытной станции им. Т.С. Мальцева. На центральном опытном поле эксперименты проводили в 5-польном зернопаровом севообороте (пар — пшеница — пшеница — овес — пшеница) на выщелоченном малогумусном маломощном черноземе среднесуглинистого механического состава. На варианты обработки почвы (представлены в табл. 1 и 2) накладывали варианты по фонам химизации: без средств химизации (контроль); N40P20 (удобрение); гербициды группы 2,4-Д + Пума Супер 100 (гербициды); N40P20 + гербициды группы 2,4-Д + Пума Супер 100 (комплексная химизация). Фунгициды и инсектициды за анализируемый период не применялись. Фосфорные удобрения в опыте с 2000 г. не вносили — изучали их последствие.

Закладку опыта в паровом поле провели в июне, в остальных полях севооборота варианты по обработке почвы закладывали осенью. Вспашку проводили плугом ПН-4-35 на глубину 22–24 см, рыхление — плоскорезом ОПТ-3-5 на 22–24 см, плоскорезные обработки — ОПТ-3-5 или КПШ-5 на 10–12 см, дискование — бороной дисковой БДТ-3 на 6–8 см, культивация пара — культиваторами КПЭ-3,8 или КПС-4 на глубину 6–8 см. Минеральные удобрения вносили дисковой сеялкой СЗ-3,6. Посев яровой пшеницы сорта Терция по пару и по отвальной обработке осуществляли дисковой сеялкой с последующим прикатыванием ЗКШ-6, на стерневых фонах — посев стерневой сеялкой СЗС-2,1. Урожайность зерновых культур учитывали Sampo-500.

Результаты экономической оценки технологий возделывания яровой пшеницы в зернопаровом севообороте с учетом сложившихся в Зауралье осенью 2005 г. цен на зерно (3 класс — 2230 руб./т, 4 класс — 2130 руб./т) показали, что выращивать ее даже по пару экономически нецелесообразно из-за низкой рентабельности (от –13 до +11%). Экономический интерес и возможности расширенного воспроизводства у зернопроизводящих хозяйств появляются только при условии повышения цен на зерно пшеницы 3 класса до 3300 руб./т, 4 класса — до 3200 руб./т (интервенционные цены 2005 г.). Поэтому при экономическом анализе, а также при расчете экономических нормативов мы использовали установленные Правительством России в 2005 г. цены на зерно яровой пшеницы.

Сравнительная оценка экономической эффективности технологий возделывания яровой пшеницы по пару на фоне последствия средств комплексной химизации доказывает целесообразность минимизации обработки почвы

в паровом поле. При этом производственные затраты с применением систем плоскорезной и минимально-нулевой обработки по сравнению с отвальной снижались на 893 и 1234 руб./га (табл. 1), рост прибыли составлял соответственно 473 и 937 руб./га; по сравнению с отвальной обработкой прибыль на контроле увеличивалась еще значительнее — на 809 и 1273 руб./га.

**Таблица 1. Экономическая оценка технологий возделывания яровой пшеницы при различных системах обработки почвы и применении средств химизации**

| Система обработки почвы                          | Урожайность, ц/га | Всего затрат, руб/га | Себестоимость, руб/ц | Прибыль, руб/га | Рентабельность, % |
|--------------------------------------------------|-------------------|----------------------|----------------------|-----------------|-------------------|
| Пшеница по пару (1997–2004 гг.)                  |                   |                      |                      |                 |                   |
| Отвальная на контроле                            | 23,9              | 5137                 | 215                  | 2750            | 54                |
| На фоне удобрений и гербицидов                   |                   |                      |                      |                 |                   |
| Отвальная                                        | 26,3              | 5593                 | 213                  | 3086            | 55                |
| Плоскорезная                                     | 25,3              | 4700                 | 195                  | 3559            | 74                |
| Отвально-плоскорезная                            | 25,5              | 5567                 | 218                  | 2848            | 51                |
| Отвально-нулевая                                 | 24,6              | 5540                 | 225                  | 2578            | 47                |
| Минимально-нулевая                               | 25,4              | 4359                 | 172                  | 4023            | 92                |
| Вторая пшеница после пара (1999–2005 гг.)        |                   |                      |                      |                 |                   |
| Отвальная на контроле                            | 14,2              | 3599                 | 253                  | 946             | 26                |
| На фоне удобрений и гербицидов                   |                   |                      |                      |                 |                   |
| Отвальная                                        | 18,4              | 4838                 | 263                  | 1050            | 22                |
| Плоскорезная                                     | 17,0              | 4380                 | 256                  | 1060            | 24                |
| Отвально-плоскорезная                            | 20,1              | 4463                 | 222                  | 1969            | 44                |
| Отвально-нулевая                                 | 19,2              | 4228                 | 220                  | 1916            | 45                |
| Минимально-нулевая                               | 17,0              | 4160                 | 245                  | 1176            | 30                |
| Пшеница после овса (1999–2005 гг.)               |                   |                      |                      |                 |                   |
| Отвальная на контроле                            | 10,6              | 3491                 | 329                  | –98             | –3                |
| На фоне удобрений и гербицидов                   |                   |                      |                      |                 |                   |
| Отвальная                                        | 19,7              | 4988                 | 253                  | 1315            | 28                |
| Плоскорезная                                     | 16,5              | 4380                 | 266                  | 802             | 17                |
| Отвально-плоскорезная                            | 17,7              | 4505                 | 254                  | 1029            | 25                |
| Отвально-нулевая                                 | 17,8              | 4294                 | 241                  | 1304            | 32                |
| Минимально-нулевая                               | 17,5              | 4160                 | 238                  | 1182            | 31                |
| Пшеница по севообороту в среднем (1997–2005 гг.) |                   |                      |                      |                 |                   |
| Отвальная на контроле                            | 252               | 4075                 | 252                  | 1199            | 29                |
| На фоне удобрений и гербицидов                   |                   |                      |                      |                 |                   |
| Отвальная                                        | 21,5              | 5140                 | 239                  | 1817            | 35                |
| Плоскорезная                                     | 19,6              | 4487                 | 229                  | 1807            | 40                |
| Отвально-плоскорезная                            | 21,1              | 4845                 | 230                  | 1949            | 40                |
| Отвально-нулевая                                 | 20,5              | 4687                 | 230                  | 1933            | 41                |
| Минимально-нулевая                               | 20,0              | 4226                 | 211                  | 2127            | 50                |

Лучшие экономические показатели получены при возделывании яровой пшеницы по пару по минимально-нулевой системе обработки (себестоимость зерна — 172 руб./ц, прибыль — 4023 руб./га, рентабельность — 92%).

Экономическим анализом технологий возделывания яровой пшеницы второй культурой после пара в системе отвальной обработки на контроле установлено значительное уменьшение производственных затрат по сравнению с возделыванием пшеницы по пару в том же варианте — с 5137 до 3599 руб./га. На фоне комплексной химизации уменьшение производственных затрат по сравнению с возделыванием пшеницы по пару отмечено в среднем по системам обработки почвы на 738 руб./га, но при этом



резко снижался размер получаемой прибыли (с 3219 до 1434 руб/га). Лучшие экономические показатели на этом фоне получены по отвално-плоскорезной и отвално-нулевой обработкам почвы — по сравнению с отвалной прибылью возросла соответственно на 919 и 866 руб/га. В сравнении с отвалной обработкой рост прибыли на контроле был еще более значительный (на 1023 и 970 руб/га). Минимизация обработки почвы до минимально-нулевой (прямой посев стерневой сеялкой на фоне удобрений и гербицидов) в сравнении с систематической отвалной обработкой на этом же фоне привела к снижению урожайности пшеницы на 8%, но способствовала уменьшению производственных затрат на 14%, повышению прибыли (на 12%) и рентабельности (до 30%). Показатели экономической оценки на контроле по сравнению со вспашкой более убедительны в пользу минимально-нулевой обработки: урожайность увеличилась на 20%, прибыль — на 24%.

Выращивание яровой пшеницы в завершающем поле севооборота (после овса) по экстенсивным технологиям (без применения средств химизации) даже по вспашке экономически нецелесообразно (убыток — 98 руб./га). При этом затраты на химизацию в этом поле полностью окупались ростом урожайности пшеницы (до 19,7 ц/га) и прибыли (до 1315 руб/га). В сочетании с удобрениями и гербицидами нулевая обработка почвы (в системе отвално-нулевой и минимально-нулевой) имела близкие показатели к вспашке по прибыли и рентабельности, но способствовала существенному снижению производственных затрат.

Экономический анализ средних (по трем предшественникам) показателей производства яровой пшеницы в 5-польном зернопаровом севообороте показал существенное влияние комплексной химизации на экономическую эффективность изучаемых технологий. Прибыль от интенсивных технологий возделывания яровой пшеницы по всем системам обработки почвы возросла на 51—77% (по сравнению с отвалной обработкой на контроле). Минимизация обработки почвы в севообороте на фоне комплексной химизации по сравнению с отвалной системой способствовала снижению производственных затрат (на 6—18%) и себестоимости зерна (на 4—18%), а также повышению прибыли (на 6—17%) и рентабельности (с 35 до 50%).

При расчетах экономических нормативов для оценки систем обработки почвы при возделывании яровой пшеницы в зернопаровом севообороте использовали информацию, полученную в длительных стационарных опытах. При этом за 100% принимали показатели, полученные при возделывании пшеницы без средств химизации (контроль) по отвалной системе обработки почвы, рентабельность представляли в натуральных процентах (табл. 2).

Таким образом, минимизация обработки почвы при возделывании пшеницы с применением средств химизации в зернопаровом севообороте способствовала уменьшению производственных затрат и снижению себестоимости продукции, повышению прибыли и рентабельности производства. При этом повышалась производительность труда, сокращались сроки проведения полевых работ, что особенно важно при неустойчивом климате в зоне

**Таблица 2. Экономические нормативы для оценки систем обработки почвы при возделывании яровой пшеницы в зернопаровом севообороте**

| Система обработки почвы                                   | Урожайность, ц/га | Всего затрат, руб/га | Себестоимость, руб/ц | Прибыль, руб/га | Рентабельность, % |
|-----------------------------------------------------------|-------------------|----------------------|----------------------|-----------------|-------------------|
| Пшеница по пару (1999–2004 гг.)                           |                   |                      |                      |                 |                   |
| Отвалная на контроле (100%)                               | 23,9              | 5137                 | 215                  | 2750            | 54                |
| На фоне удобрений и гербицидов (% к отвалной на контроле) |                   |                      |                      |                 |                   |
| Отвалная                                                  | 108               | 109                  | 99                   | 112             | 55                |
| Плоскорезная                                              | 106               | 93                   | 88                   | 129             | 74                |
| Отвално-плоскорезная                                      | 107               | 108                  | 102                  | 105             | 51                |
| Отвално-нулевая                                           | 103               | 108                  | 105                  | 94              | 47                |
| Минимально-нулевая                                        | 106               | 85                   | 80                   | 146             | 92                |
| Вторая пшеница после пара (1997–2005 гг.)                 |                   |                      |                      |                 |                   |
| Отвалная на контроле (100%)                               | 14,2              | 3599                 | 253                  | 946             | 26                |
| На фоне удобрений и гербицидов (% к отвалной на контроле) |                   |                      |                      |                 |                   |
| Отвалная                                                  | 130               | 134                  | 104                  | 110             | 22                |
| Плоскорезная                                              | 120               | 122                  | 102                  | 112             | 24                |
| Отвално-плоскорезная                                      | 142               | 124                  | 80                   | 208             | 44                |
| Отвално-нулевая                                           | 135               | 117                  | 87                   | 202             | 45                |
| Минимально-нулевая                                        | 120               | 116                  | 97                   | 202             | 30                |
| Пшеница в среднем по севообороту (1997–2005 гг.)          |                   |                      |                      |                 |                   |
| Отвалная на контроле (100%)                               | 16,2              | 4075                 | 252                  | 1199            | 29                |
| На фоне удобрений и гербицидов (% к отвалной на контроле) |                   |                      |                      |                 |                   |
| Отвалная                                                  | 133               | 126                  | 95                   | 152             | 35                |
| Плоскорезная                                              | 121               | 110                  | 91                   | 151             | 40                |
| Отвално-плоскорезная                                      | 130               | 119                  | 91                   | 163             | 40                |
| Отвално-нулевая                                           | 127               | 115                  | 91                   | 161             | 41                |
| Минимально-нулевая                                        | 123               | 104                  | 84                   | 177             | 50                |

рискованного земледелия и ограниченном машинно-тракторном парке в хозяйствах. Рассчитанные по результатам исследований экономические нормативы дают основание руководителям сельскохозяйственных предприятий принимать решения по выбору систем обработки почвы при возделывании зерновых культур по ресурсосберегающим технологиям в зависимости от почвенно-климатических и организационно-хозяйственных условий. Предложенный подход для расчета экономических нормативов, на наш взгляд, может быть использован в компьютерных программах при разработке зональных систем земледелия и для оптимизации технологий возделывания зерновых культур в хозяйствах лесостепного Зауралья. ■

## РАПС — СТРАТЕГИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА

**Б.Б. Хамчиев, Министерство сельского хозяйства Российской Федерации**

Рапс удачно сочетает в себе высокую потенциальную урожайность семян (30—40 ц/га и более) с высоким содержанием масла (43—48%) и белка (21—26%). Доля водо- и солерастворимой фракций в белке рапса составляет 72—79%, содержание лизина — 5,8—7,0, сумма незаменимых аминокислот — 30—34, коэффициент переваримости — 71—75%, что говорит о высоком качестве белка этой культуры. Рапсовое масло — высококалорийный продукт,

используемый в натуральном виде на пищевые цели как аналог оливкового масла. Широкий спектр его использования и для технических целей: от исходного материала для химического синтеза до применения в виде смазочных средств и перспективного вида топлива. Рапсовый высокобелковый корм для животных близок к соевому шроту по содержанию переваримого протеина, не уступает ему по сбалансированности аминокислотного состава (табл. 1).

Таблица 1. Питательность кормов из рапса

| Показатель                            | Зеленая масса<br>(фаза цветения) | Силос из зеленой<br>массы в фазе<br>образования стручков | Гранулы из зеленой<br>массы в фазе молочно-<br>восковой спелости | Мука из семян | Жмых  | Солома |
|---------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|---------------|-------|--------|
| Обменная энергия, МДж                 | 1,29                             | 2,3                                                      | 8,8                                                              | 19,1          | 12,5  | 3,3    |
| Содержание в 1 кг натурального корма: |                                  |                                                          |                                                                  |               |       |        |
| — кормовые единицы                    | 0,12                             | 0,17                                                     | 0,76                                                             | 2,18          | 1,12  | 0,26   |
| — переваримый протеин, г              | 22,0                             | 19,7                                                     | 83,0                                                             | 213,0         | 280,0 | 17,3   |
| — клетчатка, г                        | 29,5                             | 82,0                                                     | 219,0                                                            | 36,1          | 143,0 | 324,2  |
| — жир, г                              | 8,0                              | 10,0                                                     | 65,1                                                             | 427,0         | 130,0 | 9,7    |
| — каротин, мг                         | 43,0                             | 36,0                                                     | 164,0                                                            | —             | —     | 2,0    |
| — сахара, г                           | 14,4                             | 4,0                                                      | 61,0                                                             | 34,0          | 14,3  | 9,1    |
| — лизин, г                            | 1,3                              | 1,1                                                      | 7,8                                                              | 17,5          | 14,4  | 2,5    |
| — метионин + цистин, г                | 1,1                              | 0,9                                                      | 6,6                                                              | 17,0          | 16,7  | 3,3    |
| — триптофан                           | 0,5                              | 0,3                                                      | 3,0                                                              | 5,3           | 4,5   | 0,6    |
| В 1 к. ед. переваримого протеина, г   | 183,3                            | 115,9                                                    | 109,2                                                            | 97,7          | 250,0 | 66,8   |

В 2005 г. в мире было произведено 114,4 млн т растительного масла, из которых на долю рапса приходилось почти 15% (рис. 1). Основные производители рапсового сырья в мире — Канада, Германия, Франция, Австралия, а также Китай и Индия (рис. 2).

#### Мировое производство растительного масла в 2005 г.

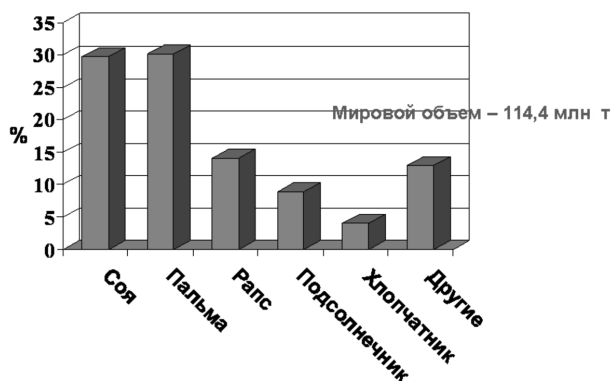


Рис. 1. Мировое производство растительного масла, 2005 г.

#### Уборочная площадь рапса в странах мира

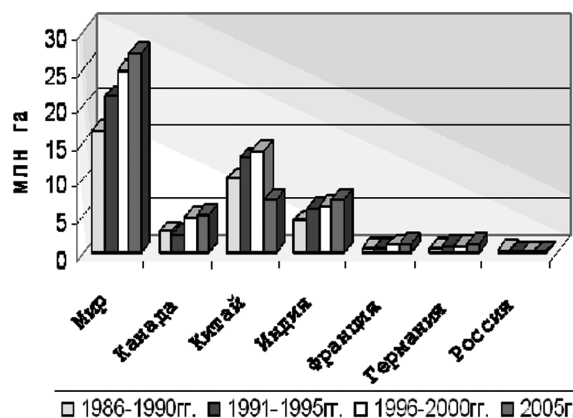


Рис. 2. Уборочная площадь рапса в основных странах-производителях

Природно-климатические условия большей части территории России позволяют развернуть широкомасштабное производство масличного рапсового сырья. Однако

посевные площади и валовое производство масличного сырья из рапса в РФ до 2005 г. составляли не более 3—4% возможного.

В период с 2001 по 2006 г. площадь посева рапса в России увеличилась с 134 тыс. до 249,4 тыс. га, валовой сбор возрос с 113 тыс. до 276 тыс. т, урожайность семян повысилась с 8,4 до 11,0 ц/га. В 2006 г. под рапсом было занято уже 537,9 тыс. га. В Центральном федеральном округе за период с 2001 по 2004 г. посевные площади под рапсом возросли с 15,5 тыс. до 44,1 тыс. га, а валовой сбор — с 10,8 тыс. до 37,1 тыс. т. Лучшие показатели имеют Орловская, Тульская, Московская обл., где ежегодно наращивают производство семян рапса. Передовые хозяйства этих областей (ЗАО «Юность», ОАО «Лазаревское», ООО «Новая деревня», «Агрофирма Трио» и др.) в 2004—2005 гг. получили по 20—27 ц/га маслосемян.

По данным Всероссийского НИПТИ рапса, потенциальные возможности расширения посевных площадей рапса и сурепицы в России на ближайшую перспективу составляют около 2,5 млн га и при средней урожайности рапса 10—12 ц/га. Это может обеспечить получение 2,5—2,8 млн т семян. При средней урожайности 8,5 ц/га (что, заметим, существенно ниже потенциально) и площади посевов 1,2 млн га можно собирать более 1 млн маслосемян рапса (табл. 2). Около 90% всей площади должно приходиться на яровой рапс, 5—7% — на озимый (Северный Кавказ и Калининградская обл.) и 3—5% — на яровую сурепицу (Северный, Северо-Западный и Восточно-Сибирский регионы). Основные регионы производства семян ярового рапса — Центральный, Поволжский, Волго-Вятский, Уральский, Западно-Сибирский, где его посевные площади могут составить около 2 млн га. В среднесрочной перспективе площади посевов рапса в России можно довести до 5—7 млн га.

Таблица 2. Объемы производства масличных культур в Российской Федерации на ближайшую перспективу

| Культура         | Площадь, тыс. га | Урожайность, ц/га | Валовой сбор, тыс. т |
|------------------|------------------|-------------------|----------------------|
| Масличные, всего | 7165             | 11,2              | 8025                 |
| — подсолнечник   | 4000             | 12,5              | 5000                 |
| — соя            | 1300             | 12,3              | 1599                 |
| — горчица        | 270              | 4,1               | 110                  |
| — рапс           | 1200             | 8,5               | 1020                 |
| — лен            | 380              | 6,5               | 247                  |
| — рыжик          | 15               | 6,5               | 10                   |

Выращивание рапса способствует повышению почвенного плодородия (количество растительных остатков после уборки рапса с 1 га соответствует внесению 5–6 т навоза), улучшению фитосанитарного состояния почвы, повышению урожайности следующих за ним зерновых культур на 10–15% без дополнительных затрат. Расширяется применение рапсового масла на технические цели, в основном в качестве биотоплива.

В странах ЕС к середине 2006 г. планировалось выпускать 4 млн т рапсового метилового эфира в год. В 2004 г. рост производства биотоплива в этих странах составил 35% по сравнению с 2003 г. (в 2004 г. было произведено 1,85 млн т биотоплива, 80% которого из рапсового масла). На эти цели израсходовано 30% всего урожая рапса. В 2005 г. потребление биотоплива (по оценкам) составило 2% от всего автомобильного топлива, а к 2010 г. оно должно возрасти до 5,75% (около 11 млн т).

Производство маслосемян рапса отличается высокой экономической эффективностью: при урожайности на уровне 25 ц/га рентабельность может составлять более 100% (табл. 3).

**Таблица 3. Экономическая эффективность производства маслосемян рапса (в ценах 2005 г.)**

| Статья затрат                      | Затраты, руб/га | В % к итогу               |
|------------------------------------|-----------------|---------------------------|
| Оплата труда с начислениями        | 393             | 6                         |
| Семена (6–8 кг/га)                 | 200             | 3                         |
| Электроэнергия                     | 71              | 1                         |
| ГСМ                                | 893             | 13                        |
| Удобрения ( $N_{90}P_{90}$ )       | 1973            | 29                        |
| Пестициды                          | 1304            | 19                        |
| Амортизационные отчисления         | 503             | 8                         |
| Текущий ремонт                     | 419             | 6                         |
| Прочие прямые затраты              | 126             | 2                         |
| Всего прямых затрат                | 5881            | 87                        |
| Накладные расходы                  | 899             | 13                        |
| Итого затрат                       | 6779            | 100                       |
| — в т.ч. на 1 т основной продукции | 2712            |                           |
| Цена реализации                    | Прибыль, руб/га | Уровень рентабельности, % |
| 5000 руб.                          | 5721            | 84                        |
| 6000 руб.                          | 8221            | 121                       |

Всероссийским НИПТИ рапса разработана концепция производства и использования горюче-смазочных материалов на основе рапсового масла, которая позволяет выработать оптимальные направления эффективного применения маслосемян этой культуры. Эта концепция может служить основой для внедрения нетрадиционных источников энергии и экологических материалов с целью повышения эффективности сельскохозяйственного производства.

При росте площадей посевов рапса в России может ощущаться недостаток мощностей по его переработке. Так, при валовом сборе маслосемян в Центральном Черноземье и

прилегающих областях Центрального федерального округа на уровне 225 тыс. т в год имеющиеся мощности позволяют переработать в год только 215 тыс. т, или на 10 тыс. т меньше собранного. В то же время ведущие заводы Центральной Черноземной зоны (их 5), загруженные в настоящее время рапсовым сырьем только на 59%, способны переработать 366 тыс. т рапса в год (табл. 4). Следовательно, в регионе имеются существенные резервы мощностей по переработке маслосемян рапса при условии перераспределения нерапсового сырья на другие предприятия.

**Таблица 4. Мощности заводов по переработке рапса в Центральной Черноземной зоне**

| Маслоэкстракционный завод              | Производительность |                 | Использование рапсового сырья, % |
|----------------------------------------|--------------------|-----------------|----------------------------------|
|                                        | Суточная, т        | Годовая, тыс. т |                                  |
| Веневский МЭЗ                          | 180                | 60              | 100                              |
| ООО «Кубаньмасло», г. Ефремов          | 120                | 40              | 50                               |
| ОАО «Орелрастмасло»                    | 200                | 66              | 50                               |
| ООО «ТД Маслопродукт», п. Верхняя Хава | 400                | 150             | 50                               |
| Кирсановский МЭЗ                       | 150                | 50              | 50                               |
| Итого                                  | 1050               | 366             | 59                               |

Еще один серьезный вопрос, связанный с расширением посевов рапса в России, — обеспечение хозяйств высококачественным семенным материалом высокопродуктивных сортов и гибридов. Для этого необходимо за счет дополнительного финансирования и привлечения высококвалифицированных кадров усилить работу по селекции рапса в направлении получения сортов и гибридов, устойчивых к погодным стрессам и болезням. В настоящее время в России доминируют отечественные сорта рапса, доказавшие свою высокую продуктивность (в разных регионах их доля составляет от 80 до 100% всех используемых сортов). Целенаправленная селекция еще более усилит позиции отечественных сортов и гибридов, что позволит практически полностью отказаться от импорта семенного материала рапса.

В последнее время широкое распространение получает, как мы уже упоминали, использование рапса для производства биотоплива. В данном случае рапс является возобновляемым источником энергии. Жидкое топливо из семян рапса может применяться в виде рапсового масла в чистом виде, в виде смеси рапсового масла и дизельного топлива, а также в виде рапсового метилового эфира.

Поскольку рапс является сельскохозяйственной культурой и его выращивают в хозяйствах в севообороте, а технология переработки семян на масло доступна большинству хозяйств, это позволяет перейти сельскохозяйственным товаропроизводителям на самообеспечение биотопливом. Показано, что в хозяйствах с площадью пашни 10 тыс. га при использовании высоких технологий выращивания рапса (минимальных, нулевых) достаточно отвести под эту культуру 250 га, чтобы полностью перейти на самообеспечение биотопливом вместо дизельного (табл. 5). Из 1 т рапса можно получить 340 л рапсового масла и 660 кг рапсового шрота для кормления

**Таблица 5. Расчет площади посевов рапса, необходимой для самообеспечения хозяйства биотопливом (площадь пашни — 10 тыс. га), при использовании различных технологий**

| Показатель                         | Экстенсивная |     |     |     | Обычная |     |     | Интенсивная |     | Высокая (минимальная) |
|------------------------------------|--------------|-----|-----|-----|---------|-----|-----|-------------|-----|-----------------------|
| Расход дизельного топлива, кг/га   | 60 и более   |     |     |     | 50      |     |     | 40          |     | 30 и менее            |
| Потребность в дизельном топливе, т | 600          |     |     |     | 500     |     |     | 400         |     | 300                   |
| Урожайность, ц/га                  | 15           | 20  | 25  | 30  | 20      | 25  | 30  | 25          | 30  | 30                    |
| Необходимая площадь под рапсом, га | 1025         | 775 | 625 | 510 | 650     | 510 | 425 | 400         | 350 | 250                   |

молочных коров и свиней или использовать для отопления подсобных помещений (1 кг рапсового шрота эквивалентен 0,75 л мазута по теплотворной способности).

Расчетами, проведенными в ООО «ТехЭкспресс» (Москва), установлено, что с учетом всех затрат (инвестиции, электроэнергия, ремонт, фильтрующее вещество, заработная плата и др.) себестоимость рапсового масла, пригодного к использованию в качестве топлива, не превышает 8,95 руб./л, что существенно ниже стоимости дизельного топлива. При этом инвестиции окупаются через 8 мес. Себестоимость рапсового масла, произведенного на маслоэкстракционных заводах, например, в ООО «Кубаньмасло» (г. Ефремов) из давальческого сырья, составляет 8,90 руб./т.

Однако по данным ВНИИПТИР, пока стоимость биодизельного топлива, полученного из рапсового масла, выше стоимости традиционного дизельного топлива. Так, стоимость рапсового масла, полученного в сельскохозяйственных предприятиях, составляет 8–9 руб./л, на маслоэкстракционных заводах — 17–18, традиционного дизельного топлива — 16–17,

биодизельного топлива — 22–23 руб./л. Очевидно, что с ростом объемов производства рапса и переработки маслосемян на биотопливо его стоимость будет снижаться.

Таким образом, расширение объемов производства рапса в сельскохозяйственных предприятиях Российской Федерации позволяет решить несколько важных задач. Это обеспечение отрасли и страны в целом биодизельным топливом, способствующим снижению зависимости агропредприятий от поставок дизельного топлива и улучшению экологической ситуации; повышение экономической эффективности сельскохозяйственного производства и его экспортных возможностей за счет поставки сырья (маслосемена, масло) и биотоплива в страны, не способные удовлетворить свои внутренние потребности в биотопливе из-за ограниченных площадей сельскохозяйственных земель; удовлетворение спроса на рапсовое масло для населения и технических отраслей, а также на рапсовый шрот для животноводства; повышение плодородия почв и оздоровление агроценозов и агроландшафтов. ■

## ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ЛЕТНОЙ ОПЕРАЦИИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ АВИАЦИОННО-ХИМИЧЕСКИХ РАБОТ

**К.Ю. Дибихин,**

**Аэрокосмический институт ГОУ ВПО «Оренбургский государственный университет»**

Современное сельскохозяйственное производство требует широкого применения высокопроизводительных средств обработки посевных площадей — авиационно-химических работ (АХР).

Критичность сроков производства АХР обуславливает необходимость поддержания готовности авиационного комплекса в течение всего периода проведения агротехнических мероприятий. Разрешение этой проблемы возможно путем корректировки схемы летной операции, что приводит к необходимости ее аналитического обоснования [Дибихин и др., 2003].

Согласно Султанову и Хабатуллину (2002), показателем эффективности использования летного парка является распределение годового фонда времени в виде баланса:

$$\frac{T_{\text{илгодijk}} + T_{\text{илгодijk}} \left( \frac{T_{\text{тоj}} + T_{\text{ремj}}}{W_{\text{мрпj}}} \right) + T_{\text{илгодijk}} \times T_{\text{пj}} \left( \frac{V_{\text{ср}}}{L_{\text{ср}}} \right)_{\text{ijk}} + T_{\text{гроспji}} = 8760 \text{ (час)}$$

где  $T_{\text{илгодijk}}$  — годовой налет  $j$ -го летательного аппарата (ЛА) на  $i$ -м виде АХР;

$T_{\text{тоj}}$  — продолжительность технического обслуживания  $j$ -го варианта ЛА;

$T_{\text{ремj}}$  — продолжительность одного ремонта  $j$ -го варианта ЛА;

$W_{\text{мрпj}}$  — межремонтный ресурс планера  $j$ -го варианта ЛА;

$V_{\text{ср}}$  — средняя скорость полета;

$L_{\text{ср}}$  — средняя дальность полета;

$T_{\text{гроспji}}$  — время простоя исправного  $j$ -го варианта ЛА на  $i$ -м виде АХР.

Годовой фон времени распределяется следующим образом: простои при техническом обслуживании и ремонте ЛА — 35%, простои технически исправного ЛА — 25, подготовка к вылетам — 25, годовой налет — 15%. Технически исправные СЛА могут простаивать по следующим причинам: отсутствие заявок на проведение АХР, отсутствие химикатов и топлива, нарушения графиков полетов, организационные неполадки, плохие метеоусловия и т.д. Простои оцениваются временем, математическое ожидание которого включает простои резервных ЛА, обеспечивающих агротехническую регулярность полетов. Вероятность отсутствия простоев по

указанным выше причинам определяется как коэффициент использования ЛА в полетах на АХР:

$$P_{\text{пр}} = \frac{T_{\text{илгод}}}{8760 \times P_{\text{ис}}} \times \left( 1 + \frac{T_{\text{п}} \times V_{\text{лвр}}}{L_{\text{пер}}} \right),$$

где  $T_{\text{илгод}}$  — годовой налет всех ЛА летного парка;

$P_{\text{ис}}$  — математическое ожидание количества исправных ЛА;

$T_{\text{п}}$  — время, затрачиваемое на перелет от базового аэродрома всеми ЛА.

Максимально возможное операционное время одного ЛА с учетом всех стадий функционирования при круглосуточном использовании составляет  $T_{\text{оп max}} = 8760$  ч/год. Введем в него  $T_{\text{пijk}}$  — время подготовки — заправка топливом и химикатами одного ЛА  $j$ -го варианта в течение календарного года (ч):

$$T_{\text{пijk}} = \frac{(T_{\text{обслj}} + T_{\text{топji}}) \times \Pi_{\text{лчij}} \times T_{\text{илгодijk}}}{Q_{\text{поля}} \times W_{\text{ij}}},$$

Для сокращения простоев вертолета многоцелевого назначения (ВМН) сельскохозяйственной модификации Ка-126 (Ка-226) под заправкой топливом и химикатами необходимо рассмотреть возможность применения съемных баков-контейнеров, предварительно наполненных химикатами вне вертолета, обеспечив их доставку и механизированную замену.

Учитывая функциональные ограничения, накладываемые на оборудование, навешиваемое на сельскохозяйственный вертолет (СХВ), нужно отметить, что вместимость бака для химикатов составляет  $\leq 1000$  кг.

Расход химикатов  $g_{\text{хм}}$  при разбрасывании составляет 200 кг/га, а при опрыскивании — 100 кг/га. Следовательно, при включении в существующую технологию доставки контейнеров на полевой аэродром наземным транспортом общая площадь обрабатываемых участков  $S_{\text{обр}}$  должна составлять: при разбрасывании — не менее 5 га, а при опрыскивании — не менее 10 га.

Запас топлива СХВ значительно превосходит запас химикатов в расчете на одно полетное задание. Вследствие этого периодически возникает необходимость возвращения на

аэродром основного базирования для заправки химикатами, что значительно увеличивает длину перелета  $L_{пер}$ .

На рис. 1 показана схема летной операции СХВ, включающая старт на участке 1—5 с набором высоты до высоты перелета  $H_{пер}$ . Далее следует снижение до рабочей высоты  $H_{рб}$  на участке 6—7. На участке 7—10 производится технологический разворот на высоте  $H_{рзв}$ , на участке 10—11 — сброс химикатов на поле  $S_1$  при рабочем проходе на рабочей высоте  $H_{рб}$ , на участке 11—12 — технологический разворот на высоте  $H_{рзв}$ , на участке 12—13 — сброс химикатов на поле  $S_2$  при рабочем проходе на рабочей высоте  $H_{рб}$ , на участке 14—16 — технологический разворот на высоте  $H_{рзв}$ , на участке 16—17 — сброс химикатов на поле  $S_3$  при рабочем проходе на рабочей высоте  $H_{рб}$ , на участке 17—19 при полном сбросе химикатов — перелет к базовому аэродрому и посадка СХВ для дозаправки химикатами. При скорректированной схеме летной операции оборудуется полевой аэродром. Изменение траектории полета СХВ производится на участке 14—16 до технологического разворота либо после него и его переход на участок А — В — С — D, ведущий по кратчайшей траектории на полевой аэродром, подготовленный для приема и обслуживания СХВ. На полевой аэродром предварительно наполненные химикатами баки-контейнеры доставляются наземным грузовым транспортом — контейнеровозом.

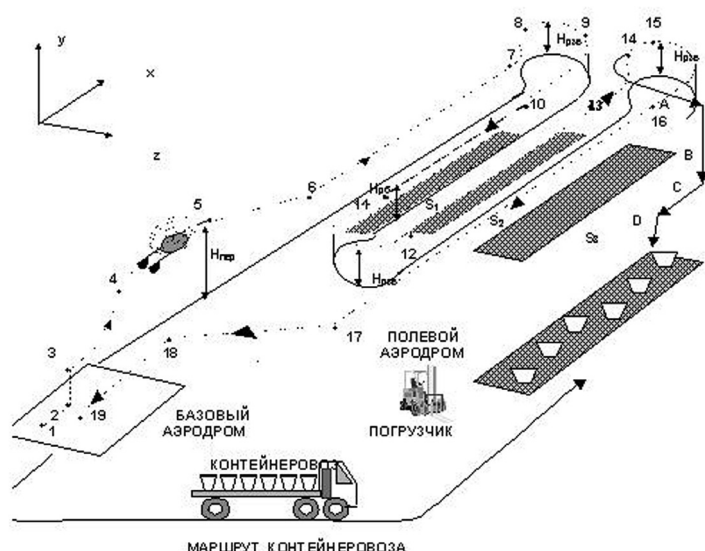


Рис. 1. Корректировка схемы летной операции:  $H_{пер}$  — высота перелета;  $H_{рзв}$  — высота разворота;  $H_{рб}$  — высота производства работ; А-В-С-Д — участок с измененной траекторией

Целесообразность данного мероприятия подтверждается также тем, что на территории Российской Федерации сохранились полевые аэродромы для промежуточных посадок, которые могут служить опорными пунктами. Подготовка полевых аэродромов сводится к выравниванию ВПП и оборудованию места установки баков-контейнеров.

Очевидно, что включение новой технологии требует экономического обоснования и определения уровня целесообразности, начиная с которого ее применение будет экономически выгодным.

Принимая длину маршрута контейнеровоза равной длине перелета —

$$\begin{aligned} L_{конт} &= L_{пер}; \\ V_{конт} &\leq V_{пер}; \\ t_{конт} &\geq t_{пер}. \end{aligned}$$

введем ряд ограничений на параметры, определяющие технологию:

1. Вылетая на проведение летной операции, СЛА оборудуется контейнером, наполненным химикатами с

массой загрузки  $m_{хм}$ . Исходя из этого, определим первое ограничение: общая потребная масса химикатов  $M_{хм}$ , необходимая для обработки удаленных участков, должна превышать массу загрузки одного контейнера  $m_{хм}$ .

2. Поскольку потребная масса химикатов  $M_{хм}$  зависит от общей площади обрабатываемых участков  $S_{обр}$

$$M_{хм} = q_{хм} \cdot S_{обр},$$

где  $q_{хм}$  — расход химикатов, кг/га;

$$\text{т.е., } S_{обр} \geq \frac{m_{хм}}{q_{хм}} \quad (1)$$

Отсюда общая площадь обрабатываемых участков  $S_{обр}$  должна значительно превышать площадь, возможную для обработки с массой загрузки химикатами одного контейнера  $m_{хм}$ .

3. При обосновании целесообразности использования предлагаемой технологии необходимо учесть затраты на подготовку полевого аэродрома. Затраты на его оборудование  $Z_{обор}$  складываются из затрат на подготовку ВПП  $Z_{ВПП}$ , транспортировку и обслуживание погрузчика  $Z_{погр}$ , техническое  $Z_{техн}$  и бытовое  $Z_{быт}$  обеспечение, содержание обслуживающего и технического персонала  $Z_{обсл}$ :

$$Z_{обор} = Z_{ВПП} + Z_{погр} + Z_{техн} + Z_{быт} + Z_{обсл}$$

Это ограничение определяется соотношением приведенных затрат на обработку одного га площади участка (участков):

$$PZ_{конт} \leq PZ_{сущ}, \quad (2)$$

где  $PZ_{конт}$  — приведенные затраты на новую технологию;

$PZ_{сущ}$  — приведенные затраты на существующую технологию.

Затраты на новую технологию складываются из затрат на проведение летной операции  $Z_{опер}$ , оборудование полевого аэродрома  $Z_{обор}$  и преодоление длины перелета  $Z_{L_{пер}}$ .

Приведенные затраты на существующую технологию включают затраты на проведение летной операции  $Z_{опер}$  и преодоление длины перелета  $Z_{L_{пер}}$ . При этом учитывается, что  $L_{пер}$  будет преодолевать несколько ( $n$ ) раз.

В конечном счете, должно выполняться следующее условие, определяющее целесообразность применения новой технологии:

$$\frac{Z_{опер} + Z_{обор} + Z_{L_{пер}}}{S_{обр}} \leq \frac{Z_{опер} + (Z_{L_{пер}} \cdot n)}{S_{обр}} \quad (3)$$

На обустроенный полевой аэродром предварительно наполненные химикатами баки-контейнеры доставляются наземным грузовым транспортом — контейнеровозом, платформа которого позволяет за один раз перевезти 6 баков-контейнеров. Из этого следует, что длина перелета  $L_{пер}$  сокращается приблизительно в 6 раз.

Для проведения замены баков-контейнеров на полевом аэродроме необходим подъемник, пригодный для выполнения работ по замене баков-контейнеров и обслуживаемый двумя подсобными рабочими.

Явно просматривается еще одна тенденция снижения расходов. В связи с тем что время, затрачиваемое СЛА на перелет, коррелирует с ценой топлива, можно констатировать 12-кратное сокращение времени перелета, поскольку авиационное топливо приблизительно в 12 раз дороже автомобильного.

Корректировка схемы летной операции за счет одновременной доставки контейнеровозом на полевой

аэродром 6 предварительно наполненных химикатами баков, позволяет сократить длину перелета  $L_{пер}$  приблизительно в 6 раз.

Таким образом, целесообразность использования предлагаемой технологии определяется исходя из соотношений (1), (2), (3). Если эти соотношения верны, то использование предлагаемого варианта технологии

целесообразно. При этом изменяются функциональные составляющие как подсистемы сельскохозяйственных летательных аппаратов, так и подсистемы наземного комплекса, поскольку процесс обработки участков и процесс загрузки химикатов в баки-контейнеры разнесены в пространстве и времени, т.е., могут проходить независимо друг от друга. ■

## ФЕНОТИПИЧЕСКАЯ СТАБИЛЬНОСТЬ СОРТОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ПО КРИТЕРИЯМ КАЧЕСТВА ЗЕРНА

**В.М. Бебякин, А.И. Сергеева, О.В. Крупнова, А.И. Прянишников, Т.Б. Кулеватова, НИИ сельского хозяйства Юго-Востока**

Одна из главных задач селекции — повышение адаптивного потенциала сортов, к которому относятся пластичность, стабильность и гомеостатичность. Пластичность — способность сорта или популяции адаптироваться к условиям среды. Фенотипическая стабильность проявляется в сохранении фенотипа при изменении условий среды, она обуславливается нормой реакции генотипа, способностью сохранять относительное постоянство признаков. Гомеостатичность — способность растений хорошо отзываться на улучшение условий выращивания и слабо или совсем не реагировать на их ухудшение.

В задачу исследований входило изучить адаптивные свойства сортов и линий озимой пшеницы по признакам качества зерна. Тестированию подвергались сорта и перспективные линии селекции НИИСХ Юго-Востока (Саратовская 90, Губерния, Виктория 95, Жемчужина Поволжья, Л 81-94, Л 57-02), Ершовской опытной станции орошаемого земледелия (Левобережная 1, Левобережная 2, Левобережная 3, Лютеценс 26-00, Лютеценс 567), Краснодарского НИИСХ им. П.П. Лукьяненко (Эритроспермум 72-78 h 111, Лютеценс 89-89 h 177), Зерноградской селекционной станции (Дон 93, Донской маяк, Донская безостая), фирмы Гелио-Пакс (Волгоградская 23, Волгоградская 84, Волгоградская улучшенная, Л 95000, Бадулинка), НИИСХ ЦРНЗ (Московская 39, Лютеценс 110-98, Эритроспермум 356-00, Эритроспермум 243-00) и Мироновского НИИ селекции пшеницы им. В.Н. Ремесло (Мироновская 808). Сорта и линии выращивали в 4-кратной повторности в условиях селекционного севооборота НИИСХ Юго-Востока (2003—2005 гг.). Схема посева общепринятая в питомнике экологического испытания. Метеорологические условия в годы проведения полевых экспериментов были различными. Избыток осадков в период формирования и налива зерна отмечен в 2003 г. (130—231% от климатической нормы). В 2004 и 2005 гг. (июнь — июль) отмечалось крайне неравномерное выпадение осадков: 70 и 173% от нормы (2004 г.), 150 и 39% (2005 г.). Технологической оценке подвергалось зерно, отобранное от 2 полевых повторностей. Содержание белка в зерне определяли на анализаторе Инфраматик (США). Показатель SDS-седиментации измеряли по методике НИИСХ Юго-Востока (Бебякин, Бунтина, 1991), содержание и качество клейковины оценивали по ГОСТу. О физических свойствах теста судили по его упругости (Р) и силе муки (W). Вязкость клейстеризованной суспензии оценивали по максимальной высоте амилограммы (h). Пластичность тестировали по коэффициенту линейной регрессии —  $b_i$  (Eberhart, Russel, 1966). Фенотипическую стабильность сортов и линий оценивали по относительным отклонениям значений признаков от линии регрессии.

Очень сильные отклонения от линии регрессии по урожайности выявили у сортов и линий Московская 39, Губерния, Л 81-94, Лютеценс 26-00 и Эритроспермум

72-78 h 111, сильные — у Левобережная 3, средние — у Эритроспермум 356-00, Эритроспермум 243-00, Мироновская 808, Донская безостая и Саратовская 90 (табл.). Для большинства других сортов и линий характерны слабые или очень слабые отклонения. Коэффициент линейной регрессии по урожайности всех сортов и линий, за исключением Лютеценс 110-98, существенно не отличается от 1. Отсюда следует, что изменения урожайности у них адекватны изменениям условий среды. У селекционной линии Лютеценс 110-98 коэффициент регрессии меньше 1, поэтому ее можно считать малоперспективной по урожайности. Она в условиях Нижнего Поволжья лишена адекватного отклика на улучшение условий выращивания. Итак, к интенсивным фенотипически высокостабильным по урожайности формам можно отнести Лютеценс 89-89h 177, Дон 93, Левобережную 1 и Левобережную 2. Интенсивными формами с пониженной фенотипической стабильностью являются Жемчужина Поволжья и Саратовская 90. Очень высокой фенотипической стабильностью по урожайности обладают Виктория 95 и Лютеценс 567 (табл.).

По содержанию белка в зерне очень слабые отклонения от линии регрессии выявлены у Л 81-94, Волгоградской 23, Волгоградской улучшенной и Лютеценс 110-98, слабые — у Виктории 95, Мироновской 808, Жемчужина Поволжья, Левобережная 1, Бадулинка, Л 95000, Эритроспермум 243-00. У других сортов и линий значения регрессии были на среднем уровне. Если исходить из недостоверности  $t$ -критерия, то можно считать, что все изменения по белковости зерна в основном связаны с изменениями условий среды. На основе количественной выраженности коэффициента регрессии и других статистических характеристик к интенсивным и фенотипически высокостабильным по содержанию белка в зерне формам следует отнести Донскую безостую и Левобережную 1. Высокой фенотипической стабильностью отличаются Эритроспермум 243-00, Волгоградская 23, Л 81-94 и Бадулинка. Волгоградская 23 — интенсивный по содержанию белка сорт, что доказывается высоким значением коэффициента регрессии, отклонение которого от 1 достоверно. Большинство же других сортов и линий по белковости зерна могут рассматриваться как экстенсивные формы с разной степенью фенотипической стабильности.

Результаты седиментационного анализа показали, что минимальные отклонения показателя SDS-седиментации от линии регрессии проявляются у Л 81-94, Л 57-02, Лютеценс 26-00, Лютеценс 567, Волгоградской 23, Волгоградской улучшенной и Лютеценс 110-98, очень сильные — у Виктории 95, Губернии и Мироновской 808 (табл.). У линии Лютеценс 567 коэффициент регрессии достоверно выше 1 при небольших отклонениях значений SDS-критерия от линии регрессии. Следовательно, под влиянием улучшения условий произрастания величина седиментационного осадка у данной линии будет прогрессивно увеличиваться. Такие формы считаются наиболее ценными для целей селекции.

**Фенотипическая стабильность сортов озимой пшеницы по критериям качества зерна  
на основе отклонений их значений от линии регрессии, 2003–2005 гг.**

| Сорт, линия               | Отклонения значений показателей от линии регрессии, S%(RG) |                                |                                     |                                    |                     |                                            |                        |                                               |
|---------------------------|------------------------------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|---------------------|--------------------------------------------|------------------------|-----------------------------------------------|
|                           | Урожай-<br>ность                                           | Содержание<br>белка<br>в зерне | Показатели<br>SDS-седимен-<br>тации | Содержание<br>клейковины<br>в муке | Показатель<br>ИДК-1 | Вязкость<br>клейстеризованной<br>суспензии | Упругость<br>теста (P) | Удельная<br>работа<br>деформации<br>теста (W) |
| Саратовская 90            | 6,5                                                        | 3,9                            | 3,5                                 | 1,7                                | 1,5                 | 33,7                                       | 1,9                    | 28,7                                          |
| Губерния                  | 27,3                                                       | 3,3                            | 15,0                                | 5,4                                | 2,8                 | 6,8                                        | 10,2                   | 28,9                                          |
| Виктория 95               | 0,4                                                        | 3,3                            | 21,1                                | 2,9                                | 9,8                 | 0,05                                       | 7,6                    | 57,8                                          |
| Жемчужина Поволжья        | 4,7                                                        | 3,2                            | 7,2                                 | 6,7                                | 2,9                 | 5,9                                        | 8,3                    | 9,5                                           |
| Л 81-94                   | 23,6                                                       | 0,6                            | 1,7                                 | 0,3                                | 7,0                 | 48,8                                       | 4,2                    | 10,6                                          |
| Л 57-02                   | 4,1                                                        | 5,8                            | 1,7                                 | 9,8                                | 7,7                 | 39,9                                       | 10,0                   | 20,0                                          |
| Левобережная 1            | 1,2                                                        | 2,8                            | 4,0                                 | 1,5                                | 0,2                 | 6,2                                        | 11,5                   | 14,3                                          |
| Левобережная 2            | 1,3                                                        | 8,0                            | 10,0                                | 10,5                               | 0,4                 | 1,6                                        | 3,4                    | 12,0                                          |
| Левобережная 3            | 8,3                                                        | 6,0                            | 3,3                                 | 1,0                                | 1,6                 | 10,5                                       | 11,3                   | 0,8                                           |
| Лютесценс 26-00           | 27,0                                                       | 5,6                            | 1,2                                 | 3,6                                | 4,7                 | 3,2                                        | 23,3                   | 4,8                                           |
| Лютесценс 567             | 2,7                                                        | 5,7                            | 0,9                                 | 7,6                                | 3,8                 | 17,5                                       | 25,5                   | 46,8                                          |
| Эритроспермум 72-78 h 111 | 34,5                                                       | 6,6                            | 6,2                                 | 4,3                                | 4,3                 | 13,5                                       | 8,9                    | 4,1                                           |
| Лютесценс 89-89 h 177     | 2,1                                                        | 5,2                            | 4,7                                 | 3,8                                | 2,2                 | 9,8                                        | 7,9                    | 2,6                                           |
| Дон 93                    | 1,3                                                        | 5,1                            | 4,0                                 | 6,0                                | 0,03                | 7,7                                        | 10,0                   | 3,3                                           |
| Донской маяк              | 1,9                                                        | 6,5                            | 8,3                                 | 9,0                                | 0,7                 | 9,5                                        | 9,2                    | 8,3                                           |
| Донская безостая          | 6,8                                                        | 5,5                            | 6,8                                 | 8,2                                | 5,7                 | 2,9                                        | 3,2                    | 20,0                                          |
| Волгоградская 23          | 5,0                                                        | 0,3                            | 0,8                                 | 1,7                                | 0,3                 | 17,8                                       | 12,1                   | 0,02                                          |
| Волгоградская 84          | 0,9                                                        | 5,9                            | 2,7                                 | 1,7                                | 4,4                 | 20,9                                       | 5,3                    | 2,8                                           |
| Волгоградская улучшенная  | 3,0                                                        | 0,2                            | 2,0                                 | 6,6                                | 4,7                 | 15,3                                       | 0,5                    | 9,0                                           |
| Л 95000                   | 4,9                                                        | 3,0                            | 5,7                                 | 0,1                                | 1,6                 | 20,1                                       | 3,9                    | 6,5                                           |
| Бадулинка                 | 2,3                                                        | 2,7                            | 2,5                                 | 5,1                                | 0,8                 | 23,1                                       | 7,2                    | 6,3                                           |
| Московская 39             | 28,1                                                       | 6,8                            | 5,8                                 | 3,2                                | 6,9                 | 14,7                                       | 2,3                    | 26,3                                          |
| Лютесценс 110-98          | 1,1                                                        | 1,3                            | 0,9                                 | 0,1                                | 4,3                 | 0,2                                        | 0,4                    | 16,0                                          |
| Эритроспермум 356-00      | 5,0                                                        | 4,0                            | 3,7                                 | 0,4                                | 5,6                 | 18,0                                       | 0,2                    | 32,9                                          |
| Эритроспермум 243-00      | 7,3                                                        | 3,4                            | 3,7                                 | 3,8                                | 0,8                 | 24,6                                       | 9,8                    | 8,8                                           |
| Мироновская 808           | 5,6                                                        | 7,3                            | 16,3                                | 6,7                                | 0,8                 | 28,0                                       | 14,4                   | 6,8                                           |

В итоге можно констатировать, что очень высокой фенотипической стабильностью по SDS-тесту обладают Лютесценс 26-00, Л 57-02, Лютесценс 567, Лютесценс 110-98, Волгоградская 23 и Л 81-94. К интенсивным фенотипически стабильным формам можно отнести Волгоградскую 84 и Бадулинку.

Очень слабые относительные отклонения от линии регрессии S%(RG) значений содержания клейковины в муке зафиксированы у Лютесценс 110-98, Эритроспермум 356-00, Саратовской 90, Л 81-94, Левобережной 1, Левобережной 3, Волгоградской 23, Волгоградской 84, Л 95000, сильные (слабая экорегрессия) — у Донской безостой, Л 57-02, Левобережной 2, Лютесценс 567, Донского маяка. Селекционные линии Л 81-94 и Лютесценс 110-98 показывали лучшие по содержанию клейковины результаты в неблагоприятных условиях, так как у них значения коэффициента линейной регрессии достоверно ниже 1. Однако их следует по данному признаку рассматривать как малоперспективные, т.к. они, по существу, лишены адекватного отклика на улучшение условий выращивания, обусловленных годом. Наибольшую ценность по адаптивным свойствам по содержанию

клейковины представляет Л 95000, обладающая хорошей отзывчивостью на улучшение условий среды при высокой стабильности показателя.

По качеству клейковины, оцениваемому с помощью ИДК-1, очень слабые отклонения признака от линии регрессии, согласующиеся с низкой дисперсией отклонений фактических данных от теоретических величин, проявились у Саратовской 90, Левобережной 1, Левобережной 2, Левобережной 3, Дона 93, Волгоградской 23, Л 95000, Бадулинка, Эритроспермум 243-00 и Мироновской 808. Слабые отклонения S%(RG) имели место лишь у двух сортов — Виктории 95 и Л 57-02. Высокой адаптивностью по качеству клейковины обладает Дон 93, у которого высокий коэффициент регрессии сочетается с низкой дисперсией стабильности при очень слабых отклонениях признака от линии регрессии. Можно предполагать, что по мере повышения комфортности условий улучшение качества клейковины у этого сорта будет прогрессивным.

По максимальной вязкости клейстеризованной суспензии слабые отклонения значений S%(RG) выявлены у Виктории 95, Левобережной 2, Лютесценс 26-00, Донской безостой и Лютесценс 110-98, очень сильные (очень слабая экорег-

рессия) — у Л 81-94, Л 57-02, Волгоградской 84, Бадулики, Эритроспермум 243-00 и Мироновской 808. Высокая пластичность и стабильность по вязкости водно-мучной суспензии свойственны линии Лютесценс 110-98. Коэффициент линейной регрессии у подавляющего большинства изученных сортов достоверно не отличается от 1, следовательно, изменения вязкости клейстеризованной суспензии будут следовать за изменением условий среды.

Статистический анализ результатов альвеографической оценки, и в частности упругости теста, показал, что коэффициент линейной регрессии, как правило, достоверно не отличается от среднего значения показателя у сортов во всех средах (опытах), поэтому можно утверждать, что упругость теста у изучаемых сортов будет подвергаться изменчивости под влиянием окружающей среды в той же последовательности, что и средовые факторы. Лютесценс 110-98, Эритроспермум 356-00 проявляют высокую стабильность по всем составляющим адаптивных свойств. Однако эти линии не перспективны, они лишены адекватного отклика на улучшение условий выращивания. Что касается различий

сортов по  $S\%(RG)$ , то они имеют место. Слабые отклонения значений признака от линии регрессии характерны для Саратовской 90, Левобережной 2, Донской безостой, Волгоградской улучшенной, а также для Московской 39, Лютесценс 110-98, Эритроспермум 356-00. Сильные отклонения  $S\%(RG)$  проявляются у Губернии, Левобережной 1, Левобережной 3, Лютесценс 26-00, Лютесценс 567, Волгоградской 23, Мироновской 808 и у целого ряда других сортов и линий.

Отклонения значений удельной работы деформации теста незначительны у Левобережной 3, Лютесценс 89-89 h 177, Дона 93 и Волгоградской 23, очень сильные — у большинства сортов и линий селекции НИИСХ Юго-Востока, а также у Лютесценс 567, Донской безостой, Московской 39 и Эритроспермум 356-00. Что касается коэффициента регрессии, то его значения существенно не отличаются от среднего значения удельной работы деформации теста у всей совокупности сортов. Поэтому есть основания ожидать, что удельная работа деформации теста будет изменяться в полном соответствии с изменением условий внешней среды. ■

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДИКИХ ВИДОВ И СОРОДИЧЕЙ ПШЕНИЦЫ ДЛЯ ИНТРОГРЕССИИ ГЕНОВ УСТОЙЧИВОСТИ К БОЛЕЗНЯМ

Т.С. Маркелова, НИИ сельского хозяйства Юго-Востока

Успех селекции на устойчивость к болезням определяется многими факторами, среди которых решающее значение имеют генетические ресурсы (исходный материал). Чем больше и разнообразнее источников устойчивости включается в селекцию, тем больше возникает возможность получить совершенно новые формы растений с обогащенным генофондом. Особое значение имеет источник устойчивости, обеспечивающий эффективную и длительную защиту культуры от патогенов. В этом плане наиболее надежными являются дикие сородичи культурных растений, о чем писал Н.И. Вавилов еще в 1935 г. Роль диких форм в улучшении возделываемых сортов особенно ярко проявляется на примере пшеницы.

Высокоэффективный ген Lr9 перенесен в мягкую пшеницу от эгилопса (*Aegilops umbellulata*). На его основе в США созданы сорта ABE, Arthur 71, McNair 701, Riley 67, Oasis, McNair 2203. Гены Lr19, Lr24, Lr29 трансформированы от пырея *Agropyron elongatum* L. Ген Lr19 имеется в канадском сорте Agrus, Lr24 — в сортах американской селекции Agent, Cloud, Osage, Parker 76, Blueboy, McNair 23, Payne, Fox и др. [2, 4]\*.

Перечисленные дикие злаки послужили также источниками генов устойчивости пшеницы к стеблевой ржавчине (Sr-генов), мучнистой росе (Pm-генов), желтой ржавчине (Yr-генов), глазковой пятнистости и др. [3, 4, 5].

Сорта озимой пшеницы Аврора и Кавказ, созданные академиком П.П. Лукьяненко, имеют ген устойчивости к бурой ржавчине Lr26, перенесенный в мягкую пшеницу от ржи *Secale cereale* [6].

Многие сорта имеют комплексную устойчивость к нескольким патогенам, обусловленную генами, интродуцированными от *Secale cereale*, *Agropyron intermedium*, *A. elongatum*, *Aegilops* spp. и других злаков. По данным НИИСХ ЦРНЗ и ВНИИФ [9], высокоэффективными генами в Московской области остаются Lr9, перенесенный от *Ae. umbellulata*, Lr24 — от *Ag. elongatum*, Lr38 — от *Ag. intermedium*, Lr45 — от *S. cereale* и др. В лаборатории генетики и цитологии НИИСХ ЦРНЗ создана цитогенетическая коллекция мягкой пшеницы Арсенал с чужеродными генами,

переданными от видов *Triticum kiharae*, *Ae. speltooides*, *Ae. triuncialis*. На инфекционном фоне заражения спорами бурой ржавчины с использованием всего спектра рас, характерных для Московской области, большинство данных линий с чужеродными генами проявляли устойчивость к бурой ржавчине в течение ряда лет [9].

В качестве доноров иммунитета могут быть использованы более близкие сородичи культурной пшеницы — ее дикие формы. По данным ВИР (1975), такие виды, как *Triticum monosocum*, *T. dicocum*, *T. timopheevi*, *T. fungicidum*, *T. militinae*, обладают высокой устойчивостью ко многим грибным болезням. Некоторые виды устойчивы только к отдельным патогенам. Так, *T. persicum* устойчив к мучнистой росе и пыльной головне, но очень сильно поражается бурой ржавчиной.

Чаще других в селекции пшеницы использовали *T. dicocum*. С участием полбы созданы сорта твердой пшеницы Ракета, Безенчукская 115, Харьковская 46, а с участием ярославской полбы в США получены болезнеустойчивые сорта яровой мягкой пшеницы Норе и Н44, гены устойчивости которых до сих пор не потеряли своей эффективности, хотя в больших масштабах используются в мировой селекции мягких сортов.

Довольно часто при создании сортов мягкой пшеницы использовали *T. timopheevi*. Получен целый ряд сортов, обладающих иммунитетом к видам ржавчины: Timvera, Timstein, Timgalen, Timvin, Mendos, Mengavi и др. В нашей стране в ВИР созданы иммунные формы яровой мягкой пшеницы ИТ-1, ИТ-3, ИТ-15.

Вид *T. militinae* выделен П.М. Жуковским и Э.Ф. Мигушовой как мутант среди растений *T. timopheevi*. В отличие от последнего, для него характерен мягкий обмолот при столь же высоком иммунитете. В связи с этим данный вид является особенно привлекательным в программах по созданию устойчивых сортов.

Недостаточно использовали в скрещиваниях *T. persicum*. Однако с его участием создан немецкий сорт Else, устойчивый к мучнистой росе. Чаще его использовали как источник скороспелости и стекловидности зерна.

\* Со списком литературы можно ознакомиться на сайте [www.agroxxi.ru](http://www.agroxxi.ru)



Есть сообщения о переносе генов устойчивости к стеблевой ржавчине Sr21, Sr22 от *T. monosocum* в мягкую пшеницу [7], а также генов устойчивости проростков к стеблевой ржавчине от *T. monosocum* — в твердую пшеницу [8]. Однако трудный обмолот, ломкость колоса, плохая скрещиваемость с гексаплоидной пшеницей ограничивают использование этого вида в селекции.

В задачу наших исследований входило изучение иммунологических свойств некоторых диких видов пшеницы по отношению к местным популяциям патогенов, выделение иммунных видов и использование их при создании доноров устойчивости для селекции мягкой пшеницы.

Изучались следующие виды пшеницы: *Triticum monosocum*, *T. dicocum*, *T. persicum*, *T. timopheevi*, *T. militinae* (табл. 1). Оценку на поражаемость болезнями проводили на фоне естественных эпифитотий и при искусственном заражении. В результате многолетнего изучения диких видов пшеницы нами были выделены образцы, иммунные к отдельным грибным болезням или обладающие комплексной устойчивостью к ним. Поскольку основной задачей исследований был поиск и создание новых доноров устойчивости пшеницы к патогенам, то одним из направлений стало использование трансгрессии генов устойчивости от диких видов пшеницы. Все виды, представленные в табл. 1, использованы в скрещиваниях с местными сортами яровой мягкой пшеницы для создания исходного материала с комплексной устойчивостью к патогенам.

**Таблица 1. Иммунологическая характеристика видов пшеницы в условиях НИИСХ Юго-Востока**

| Вид                        | Номер каталога ВИР | Поражаемость болезнями |                |                 |
|----------------------------|--------------------|------------------------|----------------|-----------------|
|                            |                    | Бурая ржавчина         | Мучнистая роса | Пыльная головня |
| <i>Triticum monosocum</i>  | K-105              | 0                      | 0              | 0               |
|                            | K-19088            | 0                      | 0              | 0               |
|                            | K-23653            | 0                      | 3              | 0               |
|                            | K-20409            | 0                      | 3              | 0               |
|                            | K-20983            | 0                      | 3              | 0               |
|                            | K-20985            | 0                      | 3              | 0               |
| <i>Triticum dicocum</i>    | K-35639            | 0                      | 3              | 0               |
|                            | K-417              | 0                      | 0              | 0               |
|                            | K-11400            | 0                      | 0-3            | 0               |
| <i>Triticum timopheevi</i> | K-28224            | 0                      | 0              | 0               |
|                            | K-29560            | 0                      | 0              | 0               |
|                            | K-46956            | 0                      | 0              | 0               |
| <i>Triticum persicum</i>   | K-1694             | 30-40/3                | 0              | 0               |
|                            | K-13938            | 30-40/3                | 0              | 0               |
|                            | K-7886             | 70-80/3                | 0              | 0               |
|                            | K-11890            | 70-80/3                | 0              | 0               |
|                            | K-40576            | 30-40/3                | 0              | 0               |
| <i>Triticum militinae</i>  | K-46007            | ед./1-2                | 2              | 0               |

Современные биотехнологические методы позволяют сократить сроки получения селекционных форм растений и преодолеть трудности, связанные с половой несовместимостью при отдаленной гибридизации, такие, как плохая скрещиваемость, гибель гибридных зародышей  $F_0$ , стерильность растений  $F_1$ , длительный процесс получения константных форм из расщепляющихся гибридных популяций и др.

Для ускорения селекционного процесса применяли методы клеточной селекции. Использовали такие приемы, как обработка рылец цветков материнских растений физиологически активными веществами (гиббереллином, пролином), доразращивание гибридных зародышей  $F_0$  *in vitro* на искусственной питательной среде, колхичинирование растений  $F_1$  и доопыление их пыльцой материнского сорта. Все эти методы подробно описаны [Ивановская, 1946; Эммерих, 1965; Даневел, 1989; Дьячук, 1989; Suenage, Nakajame, 1989 и др.]. В процессе выполнения исследований

отрабатывали порядок, кратность и последовательность использования данных методов.

Получено 178 константных линий яровой мягкой пшеницы, устойчивых к бурой ржавчине и мучнистой росе (табл. 2).

**Таблица 2. Количество линий яровой мягкой пшеницы с различными источниками иммунитета, 1995 г.**

| Источник иммунитета                                | Всего | Устойчивость к бурой ржавчине | Устойчивость к мучнистой росе | Комплексная устойчивость |
|----------------------------------------------------|-------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------|
| <i>Triticum timopheevi</i> Zhuk.                   | 4     | 0                             | 0                             | 0                        |
| <i>Triticum militinae</i> Zhuk.                    | 13    | 0                             | 0                             | 0                        |
| <i>Triticum dicocum</i> Shuebl.                    | 43    | 43                            | 43                            | 43                       |
| <i>Triticum persicum</i> Vav.                      | 17    | 0                             | 17                            | 0                        |
| <i>Triticum dicocum</i> x <i>Aegilops</i> sq.      | 53    | 53                            | 53                            | 53                       |
| Lr9                                                | 5     | 5                             | 0                             | 0                        |
| Lr19                                               | 5     | 5                             | 0                             | 0                        |
| Lr1 + Lr 27 + Lr 31                                | 3     | 3                             | 0                             | 0                        |
| <i>Triticum dicocum</i> + <i>Triticum persicum</i> | 30    | 30                            | 30                            | 30                       |

Краткая характеристика практической значимости отдельных источников иммунитета по результатам наших исследований приводится ниже.

*Triticum monosocum*. В скрещиваниях вовлекались формы с комплексной устойчивостью — K-105, K-19088. В качестве материнских сортов использовали Саратовскую 29 и Саратовскую 48. Неоднократные попытки получить фертильное потомство не дали положительного результата.

*Triticum dicocum*. В качестве родительских форм были взяты сорта яровой мягкой пшеницы Саратовская 29, Саратовская 55 и образцы *T. dicocum* K-417 и K-23224. С мягкой пшеницей данный вид скрещивается довольно трудно. Для преодоления нескрещиваемости применяли обработку цветков материнских растений растворами гиббереллина и пролина. Гибридные зародыши доращивали *in vitro* на искусственной среде Мурасиге-Скуга. Для получения фертильных растений  $F_1$  проводили обработку регенерантов 0,1%-м раствором колхицина и доопыление гибридных растений пыльцой рекуррентного родителя. В  $F_2$  и последующих поколениях отмечалось большое разнообразие форм, как по морфологическим признакам, так и по устойчивости к болезням. После многократных отборов на фоне искусственного заражения бурой ржавчиной, мучнистой росой, пыльной головней, а также в полевых условиях на фоне естественных эпифитотий из скрещиваний с данным видом получено 43 линии яровой мягкой пшеницы с комплексной устойчивостью к двум или трем болезням. С целью закрепления наиболее ценных по комплексу признаков линий использовали метод культуры пыльников. В настоящее время в коллекции лаборатории имеется 26 дигаплоидных линий.

*Triticum timopheevi*. Скрещивали с сортами яровой мягкой пшеницы Саратовская 29 и Саратовская 46. Было получено большое разнообразие форм по морфологическим признакам и фертильности. Однако фертильные растения мягкой пшеницы не обладали устойчивостью к болезням.

*Triticum persicum*. Легко скрещивается с сортами мягкой пшеницы, поэтому от скрещивания с этим видом получено наибольшее количество линий (изучено более 300). Большинство из них обладают устойчивостью к мучнистой росе. Некоторые устойчивы к мучнистой росе и пыльной головне. К сожалению, все формы, полученные от скрещивания мягкой пшеницы с *T. persicum*, очень сильно поражаются бурой ржавчиной. Для устранения этого

**Таблица 3. Линии яровой мягкой пшеницы, значимо превышающие стандарт или равные ему по элементам продуктивности колоса, 1994**

| Линия                     | Источник устойчивости                  | Вес зерна с одного колоса, г | Число зерен в колосе, шт. | Число колосков в колосе, шт | Длина колоса, см | Визуальная оценка качества зерна, баллы |
|---------------------------|----------------------------------------|------------------------------|---------------------------|-----------------------------|------------------|-----------------------------------------|
| Саратовская 55 (стандарт) | —                                      | 1,22                         | 34,60                     | 13,80                       | 8,17             | 4,5                                     |
| 92/94                     | <i>Tr. persicum</i>                    | 1,39                         | 40,30                     | 14,70                       | 8,95             | 4,5                                     |
| 99/94                     | <i>Tr. dicoccum</i>                    | 1,27                         | 39,13                     | 14,97                       | 8,89             | 4,0                                     |
| 100/94                    | <i>Tr. dicoccum</i>                    | 1,29                         | 37,13                     | 15,50                       | 9,16             | 4,0                                     |
| 109/94                    | <i>Tr. dicoccum</i> / <i>A. squar.</i> | 1,34                         | 38,27                     | 15,50                       | 8,87             | 4,0                                     |
| 112/94                    | <i>Tr. dicoccum</i> / <i>A. squar.</i> | 1,26                         | 35,03                     | 13,6                        | 8,43             | 4,0                                     |
| 115/94                    | <i>Tr. dicoccum</i> / <i>A. squar.</i> | 1,32                         | 37,13                     | 15,50                       | 9,16             | 4,0                                     |
| 119/94                    | <i>Tr. dicoccum</i>                    | 1,38                         | 34,50                     | 15,00                       | 9,27             | 3,5                                     |
| 120/94                    | <i>Tr. dicoccum</i>                    | 1,32                         | 36,03                     | 14,87                       | 9,37             | 4,0                                     |
| 121/94                    | <i>Kawfers, Tr. persicum</i>           | 1,41                         | 38,30                     | 14,00                       | 8,20             | 4,0                                     |
| 122/94                    | <i>McNair 23, Tr. persicum</i>         | 1,30                         | 36,03                     | 14,33                       | 8,67             | 3,5                                     |
| 125/94                    | <i>McNair 23, Tr. persicum</i>         | 1,41                         | 37,63                     | 14,13                       | 8,03             | 3,5                                     |
| 135/94                    | <i>Tr. dicoccum</i>                    | 1,33                         | 38,97                     | 15,83                       | 9,12             | 3,5                                     |
| 140/94                    | <i>Tr. dicoccum</i>                    | 1,32                         | 37,87                     | 15,40                       | 8,95             | 4,0                                     |
| 144/94                    | <i>Tr. dicoccum</i>                    | 1,28                         | 36,30                     | 15,03                       | 8,72             | 3,5                                     |
| 146/94                    | <i>Tr. dicoccum</i>                    | 1,23                         | 35,77                     | 14,67                       | 8,67             | 4,0                                     |
| 149/94                    | <i>Tr. dicoccum</i>                    | 1,30                         | 37,57                     | 14,70                       | 8,77             | 4,0                                     |
| 150/94                    | <i>Tr. dicoccum</i>                    | 1,28                         | 35,83                     | 15,43                       | 8,60             | 3,0                                     |
| 155/94                    | <i>Tr. dicoccum</i> / <i>A. squar.</i> | 1,34                         | 36,04                     | 15,10                       | 8,50             | 4,0                                     |
| 174/94                    | Lr9                                    | 1,32                         | 37,00                     | 14,97                       | 8,75             | 4,0                                     |

недостатка наиболее ценные линии скрещивали с *T. dicoccum* и ржавчиноустойчивыми формами, полученными от скрещивания с полбой, а также с моногенными линиями Lr9, Lr19, Lr1 + Lr27 + Lr31. Из этих гибридных популяций получены константные формы с комплексной устойчивостью к болезням, в том числе и к бурой ржавчине.

*Triticum militinae*. Скрещивается с мягкой пшеницей плохо. Для преодоления нескрещиваемости применяли обработку рылец материнских растений растворами гиббериллина и пролина. Гибридные зародыши доразвивали *in vitro* на среде Мурасиге-Скуга. Фертильные растения  $F_1$  были получены без колхичинирования. В  $F_2$  и последующих поколениях отмечен широкий спектр расщепления по морфологическим признакам и фертильности. Обнаружено много промежуточных форм по плотности и форме колоса, остистости. Не выявлено форм полностью устойчивых к бурой ржавчине. Заражение заболеванием проявляется в виде мелких и многочисленных уредопустул.

Кроме перечисленных видов, при создании исходного материала, устойчивого к болезням, в качестве источников устойчивости использовались образцы *Triticum aestivum*

из коллекции ВИР, в которых имеются эффективные Lr- и Rm- гены от диких злаков.

Из гибридных популяций получены константные формы с комплексной устойчивостью к болезням. В 1994 г. проведено сравнительное изучение болезнеустойчивых форм яровой мягкой пшеницы по элементам продуктивности колоса (табл. 3).

Выявлены линии, достоверно превышающие сорт-стандарт Саратовская 55 по продуктивности колоса и другим структурным элементам (табл. 3). Некоторые линии имеют средние показатели выше стандарта, но эти различия не доказаны статистически. Среди таких форм существует возможность отбора более продуктивных растений, что имеет определенное значение для дальнейшей селекции сортов.

Таким образом, в результате работы, проведенной в 1991—1995 гг., создано более 250 константных линий от скрещивания сортов Саратовская 29, Саратовская 55 и Саратовская 58 с видами пшеницы. Из них на фоне сильной естественной эпифитотии и при искусственном заражении в тепличных условиях отобрано 178 линий, устойчивых к бурой ржавчине и мучнистой росе. ■

## УСТОЙЧИВОСТЬ СОРТОВ И ГИБРИДНЫХ ПОПУЛЯЦИЙ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ К БУРОЙ РЖАВЧИНЕ И МУЧНИСТОЙ РОСЕ

**В.М. Бебякин, И.А. Кибкало, И.А. Осыка, НИИ сельского хозяйства Юго-Востока**

Селекция растений на устойчивость к заболеваниям признана наиболее рациональным способом их защиты. Одним из факторов, усиливающих поражение посевов пшеницы бурой ржавчиной и мучнистой росой, является возделывание восприимчивых сортов.

Цель исследований — изучить восприимчивость гибридных популяций яровой мягкой пшеницы к бурой ржавчине, полученных в результате однотестерных скрещиваний разных по устойчивости к этому заболеванию сортов, и идентифицировать формы с высокой устойчивостью для использования их в программах селекции.

Учет проявления бурой ржавчины проводили у 7 сортов (Тулайковская 5, Тулайковская 10, Тулайковская золотистая, Альбидум 42/98, Юго-Восточная 4, Фитон 4/2,

Скент 3), использованных в качестве материнских форм, и у гибридных популяций, полученных от скрещивания их с относительно устойчивым сортом СФР 195-11-05. В период массового развития заболеваний (начиная с фазы колошения) отмечен дефицит осадков: 19,8 мм (39% от климатической нормы) — 2005 г. и 38,6 мм (76% от нормы) — 2006 г. При оценке проявления болезней (бурая ржавчина, мучнистая роса) придерживались градаций (бальная шкала), рекомендованных А.Е. Чумаковым с соавторами (1974): 0 — непораженные растения, 1 — слабое поражение растений, 2 — поражение среднее, сильно пораженных растений не встречается, 3 — поражение среднее, отдельные растения поражены в сильной степени, 4 — сильное поражение растений, их гибель. Результаты

оценок подвергали дисперсионному анализу с коррекцией данных по скользящей средней для бесповторных опытов с частыми стандартами. Для обработки нулевых оценок сорта СФР 195-11-05 добавляли сотые балла в пределах предельно минимальных величин.

В условиях 2005 г. исходные сорта, за редким исключением, существенно различались между собой по балльной оценке их устойчивости, что доказывалось значимостью критерия достоверности (табл. 1). Наиболее устойчив к заболеванию ржавчиной сорт-тестер (СФР 195-11-05). Далее идет в порядке снижения устойчивости Тулайковская 5, Тулайковская золотистая, Тулайковская 10, Фитон 4/2, Юго-Восточная 4, Альбидум 42/98 и Скент 3. Поврежденность растений на различных делянках в полевых опытах колебалась в широком диапазоне. У сортов Альбидум 42/98, Юго-Восточная 4 устойчивых или слабо пораженных растений в условиях 2005 г. не отмечено. Что касается гибридов ( $F_3$ ), то пораженность растений у них бурой ржавчиной не во всех популяциях находилась в соответствии с поврежденностью материнских форм. Несогласованность оценок наиболее четко проявилась между Тулайковской 5 и ее потомками. Следовательно, по степени устойчивости к бурой ржавчине родителей не всегда можно прогнозировать результаты в их потомстве.

В условиях 2005 г. количество семей, у которых оценки поврежденности в баллах оказались выше средних оценок исходных сортов (материнские и отцовские формы), было на уровне 72 в популяциях  $F_3$  (Тулайковская 5 х СФР 195-11-05) и  $F_3$  (Тулайковская 10 х СФР 195-11-05) соответственно из 78 и 97, подвергнутых учету. В популяциях же  $F_3$  (Тулайковская золотистая х СФР 195-11-05) и  $F_3$  (Фитон 4/2 х СФР 195-11-05) соответственно у 85 и 39 семей устойчивость к заболеванию ржавчиной была менее выраженной по сравнению с тестером.

У гибридов, полученных от скрещивания тестера (СФР 195-11-05) с селекционной линией Альбидум 42/98 и с

сортами Юго-Восточная 4 и Скент 3, соответственно у 43, 18 и 73 семей оценки поврежденности растений были ниже средних значений у материнских форм и у 52, 134 и 86 — выше, чем у отцовских. Непораженные растения (0 баллов) были у 11 семей в популяции  $F_3$  (Тулайковская золотистая х СФР 195-11-05), у 3 в  $F_3$  (Тулайковская 10 х СФР 195-11-05) и у двух в  $F_3$  (Юго-Восточная 4 х СФР 195-11-05).

В 2006 г. из сортов наиболее устойчивым к ржавчине, как и в 2005 году, был СФР 195-11-05 (табл. 1). Слабое поражение растений наблюдали у Тулайковской 5, Тулайковской 10 и Тулайковской золотистой, среднее — у Альбидум 42/98, Юго-Восточной 4, Скента 3 и Фитона 4/2. Восприимчивость гибридов к ржавчине определялась в основном материнским сортом. Сильное поражение растений (4 балла) отмечено у некоторых семей в популяции  $F_4$  (Скент 3 х СФР 195-11-05). Устойчивые к бурой ржавчине (0 баллов) семьи выявлены в трех популяциях: 42 в  $F_4$  (Тулайковская 5 х СФР 195-11-05), 44 в  $F_4$  (Тулайковская золотистая х СФР 195-11-05) и 36 в  $F_4$  (Тулайковская 10 х СФР 195-11-05). Количество семей в данных популяциях, у которых восприимчивость к заболеванию ржавчиной была выше средних ее оценок, у материнского сорта было соответственно 11, 22 и 12, у отцовского — 36, 22 и 61. В популяциях  $F_4$  (Альбидум 42/98 х СФР 195-11-05),  $F_4$  (Юго-Восточная 4 х СФР 195-11-05),  $F_4$  (Фитон 4/2 х СФР 195-11-05) и  $F_4$  (Скент 3 х СФР 195-11-05) усредненные оценки поражения растений ржавчиной соответственно у 5, 45, 7 и 8 семей оказались ниже таковых у материнских сортов и выше у 47, 104, 51 и 60 семей — у сорта-тестера. По данным двух лет, 6 семей в популяции  $F_3$ — $F_4$  (Тулайковская золотистая х СФР 195-11-05) и 3 семьи в популяции  $F_3$ — $F_4$  (Тулайковская 10 х СФР 195-11-05) оказались не пораженными бурой ржавчиной (0 баллов). Они могут быть включены в программы селекции на устойчивость к этому заболеванию.

**Таблица 1. Устойчивость сортов яровой мягкой пшеницы и их потомства к бурой ржавчине, баллы\***

| Сорт, популяция** | $F_3$ (2005 г.) |                 |                        |           | $F_4$ (2006 г.) |                 |                        |           |
|-------------------|-----------------|-----------------|------------------------|-----------|-----------------|-----------------|------------------------|-----------|
|                   | n               | $\bar{x} \pm m$ | Критерий достоверности | Колебания | n               | $\bar{x} \pm m$ | Критерий достоверности | Колебания |
| T5 х СФР          | 78              | 2,09±0,06       | 14,2*** (1–2)          | 1–3       | 77              | 0,60±0,08       | 3,4*** (1–2)           | 0–2       |
| T5                | 49              | 0,63±0,08       | 37,4*** (1–3)          | 0–2       | 48              | 0,63±0,07       | 7,1*** (1–3)           | 0–2       |
| СФР               | 8               | 0,02±0,00       | 7,7*** (2–3)           | 0,1–0,2   | 8               | 0,02±0,00       | 2,8*** (2–3)           | 0–0,3     |
| T3 х СФР          | 114             | 1,64±0,06       | 7,1*** (1–2)           | 0–2       | 114             | 0,83±0,08       | 5,7*** (1–2)           | 0–4       |
| T3                | 48              | 0,73±0,11       | 10,9*** (1–3)          | 0–3       | 48              | 0,25±0,07       | 2,3*** (1–3)           | 0–2       |
| СФР               | 8               | 0,12±0,12       | 3,6*** (2–3)           | 0–1       | 8               | 0,38±0,18       | 0,6 (2–3)              | 0–1       |
| A42/98 х СФР      | 52              | 2,12±0,07       | 10,6*** (1–2)          | 1–3       | 52              | 1,98±0,06       | 5,0*** (1–2)           | 1–3       |
| A42/98            | 50              | 3,02±0,05       | 26,2*** (1–3)          | 2–4       | 49              | 2,50±0,08       | 12,6*** (1–3)          | 0–3       |
| СФР               | 7               | 0,19±0,03       | 44,1*** (2–3)          | 0,1–0,3   | 7               | 0,30±0,12       | 15,0 (2–3)             | 0–1       |
| C3 х СФР          | 89              | 2,17±0,05       | 11,7*** (1–2)          | 1–4       | 89              | 2,16±0,06       | 6,9*** (1–2)           | 1–3       |
| C3                | 49              | 3,41±0,09       | 27,6*** (1–3)          | 1–4       | 49              | 2,78±0,07       | 15,7*** (1–3)          | 2–4       |
| СФР               | 9               | 0,24±0,04       | 31,0*** (2–3)          | 0–4       | 9               | 0,23±0,11       | 20,2*** (2–3)          | 0–1       |
| T10 х СФР         | 97              | 1,75±0,06       | 9,0*** (1–2)           | 0–3       | 83              | 0,76±0,07       | 6,1*** (1–2)           | 0–3       |
| T10               | 50              | 0,79±0,09       | 7,2*** (1–3)           | 0–3       | 50              | 0,19±0,06       | 10,6*** (1–3)          | 0–2       |
| СФР               | 8               | 0,38±0,18       | 2,1 (2–3)              | 0–1       | 7               | 0,02±0,00       | 2,6*** (2–3)           | 0–0,3     |
| ЮВ4 х СФР         | 153             | 1,88±0,03       | 9,7*** (1–2)           | 0–3       | 153             | 1,83±0,05       | 6,9*** (1–2)           | 0–3       |
| ЮВ4               | 50              | 0,62±0,07       | 15,3*** (1–3)          | 2–3       | 50              | 2,44±0,07       | 10,3*** (1–3)          | 2–3       |
| СФР               | 9               | 0,11±0,11       | 19,2*** (2–3)          | 0–1       | 9               | 0,22±0,15       | 13,6*** (2–3)          | 0–1       |
| Ф4/2 х СФР        | 51              | 1,76±0,06       | 0,6 (1–2)              | 1–2       | 51              | 2,00±0,07       | 1,0 (1–2)              | 1–3       |
| Ф4/2              | 50              | 1,71±0,07       | 21,9*** (1–3)          | 0–2       | 50              | 2,08±0,04       | 21,5*** (1–3)          | 2–3       |
| СФР               | 8               | 0,23±0,04       | 17,9*** (2–3)          | 0,1–0,4   | 8               | 0,23±0,04       | 34,8*** (2–3)          | 0,1–0,4   |

\* n — количество проанализированных потомств;  $\bar{x} \pm m$  — среднее значение устойчивости к ржавчине и его ошибка;

\*\* T5 — Тулайковская 5, T3 — Тулайковская золотистая, A42/98 — Альбидум 42/98, C3 — Скент 3, T10 — Тулайковская 10, ЮВ4 — Юго-Восточная 4, Ф4/2 — Фитон 4/2, СФР — СФР 195-11-05;

\*\*\* значимо на 5%-м уровне

**Таблица 2. Устойчивость сортов яровой мягкой пшеницы и их потомства (F4) к мучнистой росе (2006 г.), баллы\***

| Сорт, популяция***** | n   | $\bar{x} \pm m$ | Критерий достоверности | Колебания | V    | Количество семей, у которых оценки значимо |                  |                  |                  |
|----------------------|-----|-----------------|------------------------|-----------|------|--------------------------------------------|------------------|------------------|------------------|
|                      |     |                 |                        |           |      | выше $\bar{X}_0$                           | ниже $\bar{X}_0$ | выше $\bar{X}_3$ | ниже $\bar{X}_3$ |
| T5 x CФР             | 78  | 1,68±0,10       | 4,0*** (1–2)           | 0–3       | 50,0 | 16 (20,5)                                  | —                | 4 (5,1)          | 3 (3,9)          |
| T5                   | 48  | 1,10±0,11       | 0,2 (1–3)              | 0–3       | 68,0 |                                            |                  |                  |                  |
| CФР                  | 8   | 1,62±0,26       | 1,8 (2–3)              | 0–3       | 45,8 |                                            |                  |                  |                  |
| T3 x CФР             | 114 | 1,73±0,06       | 3,4*** (1–2)           | 1–3       | 40,0 | 16 (14,0)                                  | —                | 16 (14,0)        | —                |
| T3                   | 48  | 1,31±0,10       | 4,3*** (1–3)           | 1–4       | 54,8 |                                            |                  |                  |                  |
| CФР                  | 8   | 1,12±0,12       | 1,2 (2–3)              | 1–2       | 31,4 |                                            |                  |                  |                  |
| A42/98 x CФР         | 52  | 1,85±0,11       | 2,2*** (1–2)           | 1–3       | 43,4 | 13 (25,0)                                  | —                | —                | —                |
| A42/98               | 49  | 1,51±0,11       | 0,6 (1–3)              | 1–3       | 50,8 |                                            |                  |                  |                  |
| CФР                  | 7   | 2,00±0,22       | 2,0*** (2–3)           | 1–3       | 28,9 |                                            |                  |                  |                  |
| C3 x CФР             | 89  | 2,94±0,06       | 3,1*** (1–2)           | 1–4       | 20,1 | —                                          | 1 (1,1)          | 12 (13,5)        | —                |
| C3                   | 49  | 3,29±0,09       | 4,1*** (1–3)           | 1–4       | 15,7 |                                            |                  |                  |                  |
| CФР                  | 9   | 1,78±0,28       | 5,2*** (2–3)           | 1–3       | 46,9 |                                            |                  |                  |                  |
| T10 x CФР            | 97  | 1,61±0,08       | 5,1*** (1–2)           | 1–4       | 50,4 | 42 (43,3)                                  | —                | 42 (43,3)        | —                |
| T10                  | 50  | 1,12±0,05       | 3,2*** (1–3)           | 1–2       | 29,7 |                                            |                  |                  |                  |
| CФР                  | 7   | 1,12±0,12       | 0,0 (2–3)              | 1–2       | 31,4 |                                            |                  |                  |                  |
| ЮВ4 x CФР            | 153 | 1,41±0,04       | 3,6*** (1–2)           | 1–3       | 38,7 | 58 (37,9)                                  | —                | 58 (37,9)        | —                |
| ЮВ4                  | 50  | 1,16±0,05       | 2,5*** (1–3)           | 1–2       | 31,9 |                                            |                  |                  |                  |
| CФР                  | 9   | 1,11±0,11       | 0,4 (2–3)              | 1–2       | 30,0 |                                            |                  |                  |                  |
| Ф4/2 x CФР           | 51  | 1,47±0,09       | 1,3 (1–2)              | 1–3       | 41,6 | 3 (5,9)                                    | —                | —                | —                |
| Ф4/2                 | 50  | 1,32±0,08       | 1,3 (1–3)              | 1–3       | 41,8 |                                            |                  |                  |                  |
| CФР                  | 8   | 1,88±0,30       | 1,8 (2–3)              | 1–3       | 44,5 |                                            |                  |                  |                  |

\* n — количество проанализированных потомств;  $\bar{x} \pm m$  — среднее значение устойчивости к мучнистой росе и его ошибка; V — коэффициент вариации; в скобках подставлено количество гибридных семей, выраженное в процентах по отношению к общему числу, подвергнутых оценке;

\*\* T5 — Тулайковская 5, T3 — Тулайковская золотистая, A42/98 — Альбидум 42/98, C3 — Скент 3, T10 — Тулайковская 10, ЮВ4 — Юго-Восточная 4, Ф4/2 — Фитон 4/2, CФР — CФР 195-11-05;

\*\*\* значимо на 5%-м уровне

Различия по выраженности поражения растений на сортовом уровне статистически доказываются не во всех случаях (табл. 2).

Наиболее сильное поражение растений мучнистой росой отмечено у Скента 3. У всех же других сортов балльные оценки были довольно близкими, то же самое можно сказать и в отношении популяций. И тем не менее как на сортовом, так и на популяционном уровнях колебания оценок довольно значительные, что подтверждается высокими значениями коэффициента вариации. Наибольшее

количество семей, у которых оценки поражения растений были выше среднего их значения у исходных сортов, выявлено в популяциях F<sub>4</sub> (Тулайковская 10 x CФР 195-11-05) и F<sub>4</sub> (Юго-Восточная 4 x CФР 195-11-05). Популяции по степени поражения растений мучнистой росой располагаются в порядке возрастания балльных оценок следующим образом: Юго-Восточная 4 x CФР 195-11-05, Фитон 4/2 x CФР 195-11-05, Тулайковская 10 x CФР 195-11-05, Тулайковская 5 x CФР 195-11-05, Тулайковская золотистая x CФР 195-11-05 и Скент 3 x CФР 195-11-05. 

## ИСХОДНЫЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ ПИВОВАРЕННОГО ЯЧМЕНЯ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЕ

**Г.В. Бельская, В.Д. Кобылянский,  
Всероссийский НИИ растениеводства им. Н.И. Вавилова**

Универсальность разностороннего использования определяет особую роль ячменя в сельскохозяйственном и промышленном производстве пищевых продуктов [4]\*. Биохимические показатели и морфофизиологические особенности строения зерновки ячменя лучше, чем у зерна других культур, подходят для промышленной технологии производства пива [6].

В РФ пивоваренная промышленность использует около 8% валового сбора зерна ярового ячменя. В зонах, утвержденных для закупок пивоваренного ячменя, этот показатель существенно выше.

В настоящее время большое внимание уделяется селекции и семеноводству пивоваренных сортов ячменя. В связи с ростом производства пива в России резко возрос спрос на качественное и высокотехнологичное сырье: солод и пивоваренный ячмень [2, 5].

Промышленность предъявляет особо строгие требования к качеству сырьевых ресурсов. Использование некондиционного зерна приводит к его перерасходу в процессе производства пива и к выпуску низкосортной продукции, что наносит большой экономический ущерб [3].

\* Со списком литературы можно ознакомиться на сайте [www.agroxxi.ru](http://www.agroxxi.ru)

Центральное Черноземье располагает большими резервами для полного обеспечения нужд местной пивоваренной промышленности и удовлетворения экспортных потребностей в высококачественном зерне ячменя. В этом плане особое значение имеет разработка научных основ технологии возделывания высококачественного пивоваренного ячменя, создание и введение в производство наиболее ценных специализированных сортов.

В связи с этим изучение мировой коллекции ВИР, которая насчитывает около 20 тыс. образцов ячменя, является важным шагом в создании исходного материала для целенаправленной селекции пивоваренного ячменя.

Исследования проводили на Екатеринбургской опытной станции ВИР (северная часть Тамбовской области, входящая в состав областей, выделенных Государственной комиссией для производства зерна пивоваренного направления). Погодные условия за годы исследований значительно различались по температурному режиму и влагообеспеченности, но были достаточно благоприятны для возделывания ячменя и решения поставленных задач.

Основной задачей исследований было выявление высокоурожайных устойчивых к полеганию и гельминтоспориозу форм ярового ячменя с хорошими пивоваренными качествами. Материалом служили 1300 образцов мировой коллекции ВИР различного эколого-географического происхождения. При подборе образцов учитывали предварительную оценку урожайности и технологических качеств. Стандартом служил районированный в Тамбовской области сорт чешской селекции Дворан. Наблюдения, учеты и анализы проводили согласно методике ВИР [7].

Технологическую оценку пивоваренных качеств ячменя проводили в лаборатории технологической оценки сельскохозяйственных культур ВИР. Сорта ячменя пивоваренного направления оценивали более чем по 20 показателям. Основными, на которые ориентируются селекционеры, отбирая исходный материал, являются: форма и крупность зерна (сход с сита 2,2—2,5 мм не менее 85%), экстрактивность (не менее 75—78%), масса 1000 семян (более 40 г), содержание белка (9—12%), пленчатость (не более 9%), энергия прорастания (не менее 95%). В наших исследованиях анализ технологических свойств проводили по экстрактивности солода, его твердости, цветности сусла и крупности зерна.

Наиболее ценная составная часть зерна пивоваренного ячменя — крахмал (основное экстрактивное вещество в пивоварении). В изучаемом наборе с высоким содержанием крахмала (58—60%) были сорта Згода, Зазерский 85, Harington, Casino, Bonus.

Результаты анализов выявили сильную изменчивость экстрактивности солода, которая зависит от метеорологических условий года. Наиболее интересны для селекционеров ЦЧЗ сорта Абава (Латвия), Носовский 9 (Украина), Са 611409 (Дания), Arena (Германия). Они обладают высокой экстрактивностью солода, устойчивы к полеганию и высокоурожайные.

В России ГОСТ на пивоваренный ячмень не предусматривает ограничений по содержанию белка, однако этот показатель учитывается в Государственной комиссии по сортоиспытанию при выяснении принадлежности сорта к числу пивоваренных. Нами выделены сорта, сочетающие низкое содержание белка в зерне, высокую урожайность и устойчивость к пятнистостям. Это сорта Носовский 9 (12,6%), Са 710404 (11,9), Торос (12,5),

Са 611409 (13,3), Erna (12,0%). Содержание белка у стандартного сорта Дворан за годы изучения составляло в среднем 14,6%.

Крупность зерна важна для получения однородного солода и снижения потерь при его производстве. Она существенно варьирует в зависимости от метеоусловий и зависит от устойчивости растений к болезням и полеганию. Мало изменчивая по годам крупность зерна является наследственным признаком и достигается путем селекции. Лишь 8 из 65 сортов имели крупность зерна на уровне 1 класса и характеризовались устойчивостью к болезням и полеганию (9 баллов): Зерноградский 73, Нутанс 108, Торос, Терминал, Са 611409, Са 709701, Goh 480, Carina. Обращает на себя внимание повышенная крупнозерность у сортов из Дании и сортов Торос (Свердловская обл.) и Терминал (Украина). Выявлена также тесная прямая связь между крупностью зерна и массы 1000 зерен ( $r = 0,68—0,72$ ).

Твердость солода характеризует действие ферментов при разрыхлении эндосперма в процессе пивоварения. Чем меньше твердость, тем лучше качество солода.

Нами выявлена различная твердость солода в разные годы исследований, а в пределах каждого года — между сортами. Лучшие показатели солода наблюдали в наиболее благоприятном по метеорологическим условиям 1988 г. Эти показатели согласуются с более высокой экстрактивностью. Наименьшая твердость была свойственна сортам из Дании, Франции, Германии (Са 710404, Са 709111, Са 709701, Са 708912, Се 345, Arena, Carina, Themis). Различие сортов по твердости солода указывает на возможность селекции по этому признаку.

Пленчатость — отношение сухого веса пленок к сухому весу всего зерна выраженного в процентах. Толстопленчатый ячмень замедляет процесс соложения и придает пиву грубый, горький, неприятный вкус [2]. Низкопленчатый ячмень характеризуется низким содержанием пентозанов в зерне, что благоприятствует пивоварению и повышению качества пива. Ячмень из Дании характеризуется не только высокой экстрактивностью солода и крупностью зерна, но и низкопленчатостью.

Масса 1000 зерен — важная технологическая характеристика. По данным Государственной комиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур, масса 1000 зерен лучших пивоваренных сортов в России составляет 40—47 г, но он может колебаться, не вызывая изменений других признаков качества [3]. Нами выделена группа сортов, для которых характерна устойчивая по годам масса 1000 зерен в сочетании с повышенной урожайностью по сравнению с сортом Дворан. Это сорта Абава, Зерноградский 73, Нутанс 108, Торос, Therese, Perle, Са 709464, Са 714408. Энергия прорастания зерна данных крупнозерных сортов составляет не менее 95%.

Урожай ячменя и его качество могут существенно снизить грибные заболевания. В ЦЧЗ наиболее вре-

**Характеристика источников устойчивости к болезням**

| № по каталогу ВИР | Сорт         | Происхождение    | Масса 1000 зерен, г | Высота растений, см | Вегетационный период, дн. | Урожайность зерна, г/м <sup>2</sup> |
|-------------------|--------------|------------------|---------------------|---------------------|---------------------------|-------------------------------------|
| 27929             | Таловский 34 | Воронежская обл. | 47                  | 70                  | 76                        | 535                                 |
| 24740             | Носовский 9  | Украина          | 50                  | 75                  | 77                        | 540                                 |
| 29723             | Русь         | Приморский край  | 46                  | 70                  | 74                        | 588                                 |
| 29629             | Дивный       | Ростовская обл.  | 49                  | 84                  | 74                        | 560                                 |
| 29710             | Квант 2      | Кировская обл.   | 51                  | 65                  | 76                        | 548                                 |
| 29618             | Crosso       | Нидерланды       | 47                  | 81                  | 74                        | 560                                 |
| 29705             | Gavotte      | Франция          | 47                  | 71                  | 75                        | 545                                 |
| 30823             | Титан.98     | Воронежская обл. | 50                  | 75                  | 74                        | 551                                 |

доносы сетчатая и темно-бурая пятнистости, желтая ржавчина и мучнистая роса. Нами выделен материал, представляющий интерес для селекционеров. Групповой устойчивостью к сетчатой пятнистости, желтой ржавчине и мучнистой росе характеризуются сорта Таловский 34, Носовский 11, Титан, Сигнал, Золотник, Crosso, Opelette. К источникам устойчивости к распространенным болезням, полеганию и обладающим другими хозяйственно ценными признаками можно

отнести сорта Таловский 34, Носовский 9, Русь, Дивный, Квант 2, Crosso, Gavotte, Титан 98 (табл.).

Выделенные нами по комплексу хозяйственно ценных признаков сорта Таловский 34, Носовский 9, Носовский 11, Русь, Квант 2, Титан 98, Crosso, Gavotte, Абава, Нутанс 108, Са 709464, Са 714408, Зерноградский 73 можно рекомендовать для селекции на улучшение свойств солода при выращивании ячменя в условиях Центрального Черноземья.

## УРОЖАЙНОСТЬ И ХЛЕБОПЕКАРНЫЕ КАЧЕСТВА ЗЕРНА РАЗЛИЧНЫХ СОРТОВ ОЗИМОЙ РЖИ В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

**Р.Р. Исмагилов, А.Г. Галикеев, Башкирский государственный аграрный университет**

Качество зерна ржи в РФ во многих случаях не отвечает требованиям хлебопекарной промышленности. Одно из направлений решения этой проблемы — создание и использование сортов с высокими хлебопекарными качествами зерна. До последнего времени сравнительное изучение сортов по хлебопекарным свойствам их зерна практически не проводили.

Полевые опыты с сортами Чулпан 7, Чулпан, Безенчукская 87, Исеть и гибридом НВП 3 проводили в 2002—2005 гг. в учхозе, анализ качества зерна — в аналитической лаборатории университета. Массу 1000 зерен определяли по ГОСТ10842-76, натуру — по ГОСТ10840-67, число падения — по ГОСТ27676-88, содержание белка и крахмала в зерне — при помощи инфракрасного анализатора ИК-4250.

Установлено, что более интенсивно и наибольшую площадь листьев на одном растении формировал гибрид НВП 3. Так, в фазе колошения площадь листьев у этого гибрида составила 189,3 см<sup>2</sup>. Сорта Безенчукская 87 и Исеть формировали небольшую площадь листьев в этой фазе (152,8 и 160,5 см<sup>2</sup> соответственно).

Зимостойкость во многом предопределяет продуктивность озимой ржи. Условия зимнего периода в годы проведения исследований заметно различались, что повлияло на перезимовку растений. Лучшая перезимовка отмечена у сорта Чулпан 7 (71,6% сохранившихся растений), средняя — у гибрида НВП 3 (69,4) и сорта Чулпан (67,8), у сортов Безенчукская 87 и Исеть перезимовка была близка к средней (65,4 и 64,3 % соответственно).

Наибольшую урожайность зерна, как за счет густоты продуктивного стеблестоя, так и крупности зерна, фор-

мировал гибрид НВП (30,0—34,8 ц/га). Сорта Чулпан 7 и Чулпан формировали урожай зерна примерно на одном уровне (33,5 и 33,3 ц/га соответственно). Несмотря на крупное зерно, у сорта Безенчукская 87 урожайность составила 30,4 ц/га. Сорт Исеть характеризовался высоким числом зерен в колосе, но формировал лишь 28,1 ц/га.

Пониженное содержание крахмала отмечено в зерне сорта Исеть (60,8%), а повышенное — у гибрида НВП 3 (63,3), сортов Безенчукская 87 (63,6) и Чулпан (63,2%).

По числу падения (ЧП) гибрид НВП 3 отвечал I товарному классу (ЧП — 225 с), сорта Чулпан 7, Чулпан, Исеть — II (ЧП — 189,1 86 и 142 соответственно). Сорт Безенчукская 87 отвечал лишь III товарному классу (ЧП — 133 с).

Наличие избыточной влаги — главный и определяющий фактор активизации ферментов и усиления дыхания. Наши исследования показали, что количество осадков в июле в наибольшей степени влияет на активность амилолитических ферментов. На этом фоне наиболее низкой активностью фермента α-амилазы характеризовался гибрид НВП 3 (84,0 мг гидролизованного крахмала за 1 ч/мл ферментного раствора). Далее следуют сорта в порядке увеличения активности α-амилазы Чулпан 7 (86,3), Чулпан (89,7), Исеть (90,8), Безенчукская 87 (91,9 мг).

Таким образом, по урожайности и качеству зерна (содержание крахмала, число падения, активности α-амилазы) изученные сорта уступают гибриду НВП 3. Это, видимо, связано с тем, что НВП 3 — первый гибрид, отобранный по качеству зерна. Урожайность и число падения в большей степени зависят от условий года.

## ЭКСПРЕССИЯ ГЕНОВ УСТОЙЧИВОСТИ ТОМАТА К ВТМ ПРИ ДЕЙСТВИИ ХОЛОДОВОГО СТРЕССА НА СТАДИИ ПРОРАСТАНИЯ СЕМЯН

**В.С.П. Кумари, Ю.Л. Гужов, Российский университет дружбы народов, Н.А. Урсул, Е.Г. Козарь, И.Т. Балашова, Всероссийский НИИ селекции и семеноводства овощных культур**

Основные стрессовые факторы, ограничивающие урожайность томата — холод, фитофтороз (*Phytophthora infestans* DB) и вирус табачной мозаики (ВТМ). У культивируемых томатов устойчивость к ВТМ контролируется интрогрессированными R-генами: *Tm-1* (синоним

*Tm*) и аллелями *Tm-2* / *Tm-2a* (синоним *Tm-2<sup>2</sup>*) [5, 9]\*. Ген *Tm-1* картирован в позиции, близкой к рибосомальным РНК-генам [11]. Кодированный им белок распознает как продукт гена авирулентности (*Avr*-гена) РНК-зависимую РНК-полимеразу вируса, контролируя устойчивость к

\* Со списком литературы можно ознакомиться на сайте [www.agroxxi.ru](http://www.agroxxi.ru)

патогену на клеточном уровне. Однако единственная аминокислотная замена в структуре данного фермента (Gln-979 на Glu) приводит к преодолению устойчивости, обусловленной данным геном [6]. Считается, что естественная защита гена *Tm-1* недостаточна, и должна дополняться подключением другой системы генов устойчивости [1]. Гены *Tm-2* и *Tm-2a* контролируют устойчивость к ВТМ на тканевом уровне (при передвижении вируса от клетки к клетке по плазматическим десмам) [8]. В 2004 г. Weber H. с коллегами установили, что оба гена распознают как продукт *Avr*-гена 30-kDa транспортный белок, отвечающий за распространение вируса по плазматическим десмам, причем ген *Tm-2* распознает N-концевой локус из 188 аминокислот, а ген *Tm-2a* ответственен за распознавание карбокси-терминального локуса [12]. Несмотря на некоторые характеристики, негативные для селекции [1], предполагается, что аллели *Tm-2* и *Tm-2a* обеспечивают более длительную защиту от ВТМ, чем ген *Tm-1* [7].

Цель работы — изучение эффективности генов устойчивости томата к ВТМ под действием холодового стресса на стадии прорастания семян. Экспериментальную часть работы провели в 2003—2006 гг. в лаборатории молекулярных и гаметных методов селекции ВНИИССОК.

Материалом исследований служили образцы с целевыми генами и формы, мутантные по данным генам, полученные из ВНИИР им. Н.И. Вавилова, а также образцы из коллекции маркерных мутантов, поддерживаемой в лаборатории гаметных и молекулярных методов селекции ВНИИССОК. В качестве стандарта восприимчивости использовали сорт Дубок, восприимчивость которого к ВТМ установлена ранее [2].

Программа исследований включала классификацию штамма ВТМ, полученного из Главного Ботанического сада РАН, с помощью растений-дифференциаторов [по 10], проращивание семян в течение 14 сут. при +10° (опыт) и +25°С (контроль), искусственное заражение штаммом 0 ВТМ, визуальное обследование и диагностика по симптомам [4], DAS-ELISA [3], проводимый с помощью диагностических наборов с антисыворотками к ВТМ, X- и Y-вирусам картофеля, полученных из Биотехнологического центра ИКХ «Коренево», оценку биометрических параметров растений, дисперсионный анализ.

Идентификация штамма ВТМ, полученного из ГБС РАН, проведенная по классификации Pelham [10] (табл. 1), подтвердила его принадлежность к штамму 0 ВТМ (дикого типа).

| Таблица 1. Идентификация штамма ВТМ, 2003 г.         |                                            |
|------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| Дифференциаторы                                      | Реакция на заражение штаммом ВТМ           |
| Восприимчивый (сорт Дубок) (+/+)                     | Системная инфекция, подавление роста       |
| Толерантный (Craigella, <i>Tm-1</i> / <i>Tm-1</i> )  | Отсутствие симптомов — 0, стимуляция роста |
| Устойчивый (Craigella, <i>Tm-2a</i> / <i>Tm-2a</i> ) | Отсутствие симптомов — 0, стимуляция роста |

Эффективность генов устойчивости к ВТМ оценивали, моделируя искусственную эпифитотию диким штаммом ВТМ в популяции, содержащей образцы с целевыми генами. Присутствие вируса в бессимптомных образцах контролировали DAS-ELISA.

Установлено, что генотип, мутантный по гену *Tm-1*, но содержащий ген *Tm-2a*, надежно защищен геном *Tm-2a* и не проявляет симптомов, а генотип, мутантный

по гену *Tm-2a*, не может противостоять заражению (табл. 2). Таким образом, еще раз была подтверждена эффективность гена *Tm-2a*.

**Таблица 2. Эффективность защиты, обеспечиваемой генами устойчивости к ВТМ, 2003 г.**

| Вариант (образец)                                           | Симптомы (степень распространения заболевания), % | Снижение          |                     |                   |
|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-------------------|---------------------|-------------------|
|                                                             |                                                   | высоты сеянца, мм | высоты растения, мм | массы растения, г |
| Дубок — St восприимчивости (+/+)                            | 100                                               | 44,0              | 121,0               | 1,78              |
| Мутант по гену <i>Tm-2</i>                                  | 100                                               | 73,1              | 63                  | —                 |
| № 159/99                                                    | 0                                                 | 7,3               | 38,5                | 2,8               |
| Mobaci ( <i>Tm-1</i> )                                      | 10                                                | 25,7              | 14,5                | —                 |
| Craigella ( <i>Tm-1</i> / <i>Tm-1</i> )                     | 0                                                 | 24,9              | 92,5                | 0,2               |
| GCR 26779612 (+ / <i>Tm-2</i> , <i>Tm-2</i> )               | 0                                                 | 42,0              | 70,0                | 0,9               |
| Мутант по гену <i>Tm</i> ( <i>Tm-2a</i> )                   | 0                                                 | 21,8              | + 10,0              | —                 |
| 845/98                                                      | 0                                                 | 5,4               | 47,9                | 1,36              |
| Craigella ( <i>Tm-2a</i> / <i>Tm-2a</i> ) — St устойчивости | 0                                                 | 26,0              | 19,0                | +0,04             |
| HCP <sub>05</sub>                                           |                                                   | 17,1              | 46,9                | 0,9               |

Главным для селекционеров является длительность защиты, обеспечиваемая генами устойчивости при адаптации растений в открытых системах. В условиях открытого грунта Нечерноземной зоны РФ для томата наиболее опасен холодовой стресс в период прорастания семян. Поэтому в 2006 г. мы решили исследовать эффективность генов *Tm-1* и *Tm-2a* при прорастании семян на фоне низкой положительной температуры на уровне +10°С (табл. 3).

**Таблица 3. Изменение эффективности генов устойчивости к ВТМ при холодовом стрессе на стадии прорастания семян, 2006 г.**

| Вариант (образец)                         | Симптомы — визуально (степень распространения заболевания), % |       |                         |       |
|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-------|-------------------------|-------|
|                                           | 21 сут. после заражения                                       |       | 36 сут. после заражения |       |
|                                           | +25°С                                                         | +10°С | +25°С                   | +10°С |
| Дубок — St восприимчивости (+/+)          | 85,7                                                          | 91,7  | 100                     | 100   |
| Mobaci ( <i>Tm-1</i> )                    | 33,3                                                          | 20    | 0                       | 0     |
| Mo 137 — маркерный мутант                 | 0                                                             | 0     | 50                      | 50    |
| Craigella ( <i>Tm-1</i> / <i>Tm-1</i> )   | 0                                                             | 0     | 0                       | 0     |
| № 5173-ВНИИР( <i>Tm-1</i> )               | 0                                                             | 0     | 0                       | 0     |
| Mo 409 — маркерный мутант                 | 0                                                             | 0     | 0                       | 0     |
| Craigella ( <i>Tm-2a</i> / <i>Tm-2a</i> ) | 16,7                                                          | 77,8  | 20                      | 100   |

Анализ полученного экспериментального материала позволяет сделать вывод, что устойчивость, контролируемая геном *Tm-1*, более длительна, чем устойчивость, контролируемая геном *Tm-2a*: в наших экспериментах она проявлялась в 2003—2006 гг. ежегодно и сохранялась даже при низкотемпературном стрессе. ■

# БИОХИМИЧЕСКИЕ, ТОВАРНЫЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ КАЧЕСТВА ПЛОДОВ СОРТОВ ЯБЛОНИ, ИММУННЫХ К ПАРШЕ

**А.Р. Павел, Е.С. Салина, Е.Н. Седов, М.А. Макаркина, Н.С. Левгерова, Всероссийский НИИ селекции плодовых культур**

Во ВНИИСПК впервые в России на базе гена  $V_f$  создано более 20 иммунных (абсолютно устойчивых) к парше сортов яблони, из которых 15 уже включены в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию (районировано). Сорта представляют большой интерес для производства, т.к. способствуют получению более чистой продукции, оздоравливают экологическую обстановку в саду и уменьшают производственные затраты. Они обладают достаточной для условий средней полосы России зимостойкостью, урожайностью и качеством плодов.

Изучены биохимические, технологические и товарные качества плодов иммунных к парше сортов разного срока созревания плодов: позднелетнего (Юбiliar), позднеосеннего (Солнышко), раннезимнего (Афродита, Орловское полесье), зимнего (Болотовское, Веньяминовское, Здоровье, Имрус, Кандиль орловский, Курнаковское, Памяти Хитрово, Рождественское, Старт, Строевское, Юбилей Москвы), позднезимнего (Свежесть). Изучали также сорта с полевой устойчивостью к парше (Антоновка обыкновенная, Синап орловский, Орлик, Осеннее полосатое, Мелба, Раннее алое, Первинка, Августа, Орловим, Желанное, Зарянка, Вита).

Для всесторонней оценки сортов по химическому составу плодов определяли общее содержание сухих веществ, растворимых сухих веществ, сахаров (моносахаров, сахарозы), титруемых кислот, пектиновых веществ, спиртонерастворимого остатка, фенольных соединений (катехинов и лейкоантоцианов), аскорбиновой кислоты (табл. 1).

Содержание сухих веществ было наибольшим в плодах сортов Орловское полесье и Юбилей Москвы, наименьшим — сорта Рождественское. Содержание растворимых сухих веществ было наименьшим в плодах сорта Юбiliar, наибольшим — Старт. Наибольшую ценность представляют сорта с высоким содержанием растворимых сухих веществ (более 12%) и стабильностью признака (коэффициент вариации  $<10\%$ ). Таковыми являются Памяти Хитрово и Орловское полесье.

Наименьшее содержание суммы сахаров отмечено у сорта Юбiliar, наибольшее — Строевское. Выделилась группа сортов с повышенным содержанием сахаров (более 10,0%) и высокой стабильностью данного признака: Болотовское, Имрус, Курна-

ковское, Орловское Полесье, Рождественское, Старт, Строевское.

В основном все изучаемые сорта по содержанию титруемых кислот в плодах соответствуют предъявляемым требованиям и варьировали от 0,39% (Болотовское) до 0,95% (Памяти Хитрово).

Вкус плодов определяется соотношением содержания сахаров и органических кислот, сахарокислотным коэффициентом, оптимальное значение которого для яблок равно 15—20. Среднее значение сахарокислотного коэффициента составило 15,4 с варьированием по иммунным сортам от 11,1 (Солнышко, Здоровье) до 28,0 (Болотовское). Сорта Афродита, Веньяминовское, Курнаковское, Рождественское, Старт, Строевское имели оптимальные значения сахарокислотного коэффициента.

Наименьшее содержание аскорбиновой кислоты было у сорта Памяти Хитрово, наибольшее — у сорта Свежесть. Содержание аскорбиновой кислоты более 10 мг / 100 г (на уровне стандартных Антоновки обыкновенной и Синапа орловского) имели иммунные к парше сорта Свежесть и Курнаковское.

**Таблица 1. Биохимический состав плодов (2000—2004 гг.)**

| Сорт                              | Сухие вещества, % | Растворимые сухие вещества, % | Кислотность, % | Сумма сахаров, % | Сахар/кислота | Пектиновые вещества, % | Р-активные вещества, мг% | Аскорбиновая кислота, мг/100 г |
|-----------------------------------|-------------------|-------------------------------|----------------|------------------|---------------|------------------------|--------------------------|--------------------------------|
| Юбiliar                           | 12,9              | 10,1                          | 0,76           | 8,90             | 11,7          | 13,6                   | 385,1                    | 8,5                            |
| Мелба (стандарт)                  | 14,2              | 10,7                          | 0,64           | 9,08             | 14,2          | 13,9                   | 439,7                    | 7,8                            |
| Солнышко                          | 15,0              | 13,0                          | 0,93           | 10,31            | 11,1          | 14,4                   | 369,1                    | 8,3                            |
| Осеннее полосатое (стандарт)      | 14,0              | 11,1                          | 0,76           | 8,83             | 11,6          | 16,2                   | 371,5                    | 5,1                            |
| Афродита                          | 14,2              | 11,8                          | 0,49           | 9,26             | 18,9          | 15,6                   | 360,8                    | 3,6                            |
| Орловское полесье                 | 15,7              | 12,9                          | 0,88           | 10,91            | 12,4          | 15,0                   | 460,8                    | 6,3                            |
| Антоновка обыкновенная (стандарт) | 12,5              | 10,6                          | 0,93           | 8,69             | 9,3           | 15,5                   | 332,7                    | 10,9                           |
| Болотовское                       | 14,4              | 12,7                          | 0,39           | 10,92            | 28,0          | 20,0                   | 452,7                    | 5,9                            |
| Веньяминовское                    | 14,3              | 13,1                          | 0,55           | 9,92             | 18,0          | 16,3                   | 263,2                    | 4,5                            |
| Здоровье                          | 14,8              | 12,7                          | 0,88           | 9,74             | 11,1          | 17,7                   | 505,0                    | 7,7                            |
| Имрус                             | 14,2              | 12,8                          | 0,68           | 10,11            | 14,9          | 13,9                   | 445,8                    | 6,1                            |
| Кандиль орловский                 | 14,0              | 11,8                          | 0,49           | 10,06            | 20,5          | 16,8                   | 483,6                    | 6,2                            |
| Курнаковское                      | 15,3              | 13,4                          | 0,66           | 10,49            | 15,9          | 16,4                   | 369,2                    | 10,1                           |
| Памяти Хитрово                    | 15,0              | 12,4                          | 0,95           | 9,79             | 10,3          | 18,0                   | 428,6                    | 3,4                            |
| Рождественское                    | 12,3              | 11,0                          | 0,60           | 10,25            | 17,1          | 14,5                   | 402,1                    | 5,8                            |
| Старт                             | 15,3              | 13,7                          | 0,54           | 10,67            | 19,7          | 15,7                   | 445,3                    | 8,3                            |
| Строевское                        | 15,5              | 13,3                          | 0,55           | 10,99            | 20,0          | 17,0                   | 414,9                    | 5,5                            |
| Юбилей Москвы                     | 15,7              | 13,0                          | 0,71           | 10,15            | 14,3          | 14,1                   | 513,6                    | 5,8                            |
| Орлик (стандарт)                  | 15,4              | 11,6                          | 0,52           | 9,83             | 18,9          | 13,4                   | 410,3                    | 4,4                            |
| Свежесть                          | 15,0              | 12,6                          | 0,74           | 9,97             | 13,5          | 15,3                   | 338,8                    | 9,9                            |
| Синап орловский (стандарт)        | 13,2              | 11,1                          | 0,73           | 8,68             | 11,9          | 14,2                   | 348,4                    | 7,0                            |
| Среднее                           | 14,4              | 12,2                          | 0,68           | 9,88             | 15,4          | 15,6                   | 406,7                    | 6,7                            |
| Минимальное                       | 12,3              | 10,1                          | 0,39           | 8,68             | 9,3           | 13,4                   | 263,2                    | 3,4                            |
| Максимальное                      | 15,7              | 13,7                          | 0,95           | 10,99            | 28,0          | 20,0                   | 513,6                    | 10,9                           |
| V, %                              | 7,3               | 8,8                           | 24,2           | 7,5              | 29,5          | 10,0                   | 14,2                     | 34,7                           |
| НСР <sub>0,5</sub>                | 0,64              | 0,68                          | 0,11           | 0,43             | 2,62          | 1,27                   | 48,6                     | 1,76                           |



По всем сортам отмечено высокое содержание пектиновых веществ. Для селекции ( $V < 10\%$ ) наибольшую ценность по группе иммунных сортов представляют Рождественское, Курнаковское, Имрус, Солнышко.

По содержанию Р-активных веществ (сумме катехинов и лейкоантоцианов) все исследуемые сорта также характеризовались высокими значениями. Выше среднего значение этого показателя имели сорта Строевское, Памяти Хитрово, Старт, Имрус. Болотовское, Орловское Полесье, Здоровье, Юбилей Москвы. Высокая стабильность признака ( $V < 10\%$ ) отмечена у сортов Здоровье, Памяти Хитрово, Рождественское.

Хороший вкус и внешний вид плодов яблони являются решающими при оценке сорта и определяют спрос покупателей на потребительском рынке. Для всех изученных сортов характерен хороший вкус (дегустационная оценка выше 4,0 балла). Максимальную оценку вкуса (4,4 балла) имели сорта Афродита, Веньяминовское, Имрус. Привлекательный внешний вид имели все изучаемые сорта. Максимальную оценку (4,5 балла) получил сорт Строевское, оценку 4,4 балла — сорта Юбилар, Солнышко, Афродита, Орловское полесье, Веньяминовское, Кандиль орловский, Рождественское.

Товарность сорта складывается из множества показателей качества плодов и вместе с урожайностью значительно влияет на экономическую эффективность производства. Анализ полученных данных по сортам летнего срока созревания показал, что практически все плоды иммунного сорта Юбилар являются стандартными (1 и 2 сорта), т.е. пригодными для розничной торговли, а 96% — были 1 товарного сорта (например, у сорта Мелба — 52%). В группе сортов осеннего срока созревания выход товарных плодов у иммунного к парше сорта Солнышко составил 96%, а у стандартного сорта Осеннее полосатое — 87%. В группе раннезимних сорт Орловское полесье (93% товарных плодов) находился на уровне стандартного сорта Антоновка обыкновенная (95%). В группе сортов зимнего срока созревания максимальный выход плодов высшего товарного сорта отмечен у иммунного сорта Болотовское 61%. Высокий процент плодов высшего сорта был у сортов Имрус (45), Здоровье (33), Курнаковское (24), Кандиль орловский (22). По сумме плодов высшего и 1 товарного сорта в группу лучших можно отнести Болотовское (85%), Имрус (81), Здоровье (74%). Сорта позднезимнего созревания иммунный Свежесть и стандартный Синап орловский имели выход плодов высшего и 1 товарного сорта примерно одинаковый — 93 и 97% соответственно.

Условия вегетационного периода оказывали заметное влияние на формирование товарных плодов (табл. 2).

Наиболее благоприятные условия в целом для всех сортов сложились в 2002 г. Выход товарной продукции в среднем по группе изучаемых сортов составил 95,8%. Минимальное количество товарных плодов было у сорта Юбилей Москвы, максимальное — у сорта Курнаковское. Также благоприятным для формирования плодов яблони был 2003 г. В целом количество товарных яблок составило 95,5%. В 2004 г. процент выхода товарных сортов составил 94,9. Минимальное значение имел сорт Осеннее полосатое, максимальное — сорт Солнышко 99,4%. Самыми неблагоприятными условиями вегетационного периода для будущего урожая можно охарактеризовать 2001 г. Количество стандартных плодов было равно 91%. Тем не менее иммунные сорта Юбилар и Курнаковское имели выход стандартных плодов 100%.

**Таблица 2. Выход товарных сортов (высший, первый, второй) при съеме в зависимости от условий года**

| Сорт                              | 2001 г. | 2002 г. | 2003 г. | 2004 г. | Среднее за 2001–2004 гг. |
|-----------------------------------|---------|---------|---------|---------|--------------------------|
| Юбилар                            | 100     | 98,8    | 99,6    | —       | 99,5                     |
| Мелба (стандарт)                  | 88,0    | 91,2    | 94,5    | —       | 91,2                     |
| Солнышко                          | —       | —       | 92,3    | 99,4    | 95,9                     |
| Осеннее полосатое (стандарт)      | 89,6    | —       | —       | 84,8    | 87,2                     |
| Орловское полесье                 | 93,3    | 89,2    | 97,4    | —       | 91,3                     |
| Антоновка обыкновенная (стандарт) | 86,6    | 100     | 100     | —       | 95,5                     |
| Болотовское                       | 94,3    | 94,4    | 98,7    | —       | 95,8                     |
| Веньяминовское                    | 99,2    | 98,6    | 99,3    | —       | 99,0                     |
| Здоровье                          | 94,6    | 99,0    | 98,7    | —       | 97,4                     |
| Имрус                             | 99,0    | 99,7    | 94,7    | —       | 97,8                     |
| Кандиль орловский                 | —       | 97,5    | 96,7    | 96,2    | 96,8                     |
| Курнаковское                      | 100     | 100     | —       | 95,8    | 98,6                     |
| Старт                             | 91,4    | 97,6    | 99,2    | —       | 98,4                     |
| Строевское                        | —       | 99,6    | 99,9    | 97,8    | 99,1                     |
| Юбилей Москвы                     | —       | 77,1    | 85,2    | 94,3    | 85,5                     |
| Орлик (стандарт)                  | 67,7    | —       | 76,2    | 92,8    | 78,9                     |
| Свежесть                          | 86,5    | 95,2    | —       | 98,0    | 92,3                     |
| Синап орловский (стандарт)        | 91,6    | 99,8    | 100     | —       | 97,1                     |
| Среднее                           | 91,0    | 95,8    | 95,5    | 94,9    | 93,7                     |
| Минимальное                       | 67,7    | 77,1    | 76,2    | 84,8    | 78,9                     |
| Максимальное                      | 100     | 100     | 100     | 99,4    | 99,5                     |
| НСП <sub>0,5</sub>                |         |         |         |         | 4,0                      |

Одним из основных показателей пригодности сорта для производства сока является выход сока (сокоотдача плодов). К сортам, по значению выхода сока приближающимся к мировым параметрам (70% и выше), относятся Болотовское (71,5%), Курнаковское (70,5%), Орловский пионер (70,2%), Юбилар (70,0%).

Органолептическое изучение показало, что сок высоких вкусовых качеств может быть получен из плодов практически всех сортов. Размах дегустационных оценок составил от 4,0 до 4,5 баллов, причем большинство сортов позволяют получать сок по вкусу на уровне или значительно выше стандарта. Особенно выделились по вкусовым качествам марочные соки Синап орловский, Строевское, Старт, Курнаковское, Свежесть, Здоровье, Кандиль орловский, Афродита (табл. 3). В целом вкус сока улучшался от летних к зимним сортам.

Экстрактивность, насыщенность вкуса сока во многом определяется содержанием в нем растворимых сухих веществ, поэтому это один из главных показателей, характеризующих качество, который нормируется как отечественным стандартом на яблочный сок (ГОСТ 656-79), так и Международным CODEX STAN 48-1981. Соки всех сортов соответствуют данным нормативам. В течение всех лет изучения наибольшее количество растворимых сухих веществ отмечено в соке из плодов сорта Курнаковское. Содержание растворимых сухих веществ в соке, как и в плодах, достаточно стабильный признак и мало менялся по годам. Наибольшую стабильность признака проявили сорта Первинка, Имрус, Строевское, Старт, Зарянка (табл. 3).

Титруемая кислотность в соках, как правило, больше, чем в плодах, откуда более кислый вкус соков по сравнению с тем сырьем, из которого он был получен. В соответствии с ГОСТ 656-79 общая кислотность в пересчете на яблочную должна составлять 0,3—1,2% (для плодов ранних сроков созревания) и 0,4—1,4% (поздних сроков созревания). В среднем у всех изученных сортов общая кислотность готового сока соответствовала стандарту (табл. 3).

Таблица 3. Характеристика сортов яблони по качеству сока (2002–2005 гг.)

| Сорт                              | Общая дегустационная оценка, баллы | Растворимые сухие вещества, % | Титруемая кислотность, % | Сумма сахаров, % | Р-активные вещества, мг/100г | Дубильные вещества, % | Пектиновые вещества, % | Осадок, % |
|-----------------------------------|------------------------------------|-------------------------------|--------------------------|------------------|------------------------------|-----------------------|------------------------|-----------|
| Раннее алое                       | 4,3                                | 11,1                          | 1,13                     | 10,67            | 41,5                         | 0,055                 | 0,368                  | 0,30      |
| Желанное                          | 4,2                                | 12,3                          | 0,86                     | 11,07            | 132,0                        | 0,109                 | 0,468                  | 0,40      |
| Орловим                           | 4,3                                | 10,8                          | 1,00                     | 10,01            | 78,6                         | 0,062                 | 0,460                  | 0,10      |
| Августа                           | 4,3                                | 11,6                          | 0,92                     | 11,45            | 77,0                         | 0,070                 | 0,667                  | 0,20      |
| Юбилар                            | 4,2                                | 11,0                          | 1,01                     | 10,11            | 93,6                         | 0,084                 | 0,544                  | 0,30      |
| Зарянка                           | 4,3                                | 11,1                          | 0,95                     | 10,57            | 139,9                        | 0,129                 | 0,245                  | 0,10      |
| Орловский пионер                  | 4,3                                | 10,9                          | 1,11                     | 9,51             | 101,7                        | 0,115                 | 0,184                  | 0,10      |
| Солнышко                          | 4,3                                | 12,1                          | 0,89                     | 11,17            | 79,4                         | 0,074                 | 0,153                  | 0,10      |
| Первинка                          | 4,3                                | 10,7                          | 1,03                     | 10,70            | 104,5                        | 0,038                 | 0,460                  | 0,20      |
| Афродита                          | 4,4                                | 11,6                          | 0,53                     | 12,24            | 94,6                         | 0,075                 | 0,465                  | 0,20      |
| Болотовское                       | 4,3                                | 12,3                          | 0,50                     | 12,18            | 103,1                        | 0,075                 | 0,314                  | 0,10      |
| Веньяминовское                    | 4,3                                | 11,7                          | 0,67                     | 10,62            | 46,8                         | 0,036                 | 1,300                  | 0,20      |
| Здоровье                          | 4,4                                | 12,3                          | 1,03                     | 11,29            | 103,7                        | 0,087                 | 0,682                  | 0,30      |
| Имрус                             | 4,2                                | 11,4                          | 0,80                     | 10,65            | 70,3                         | 0,090                 | 0,261                  | 0,10      |
| Кандиль орловский                 | 4,4                                | 10,7                          | 0,63                     | 10,41            | 95,5                         | 0,097                 | 0,268                  | 0,50      |
| Курнаковское                      | 4,4                                | 13,1                          | 0,87                     | 11,82            | 68,4                         | 0,060                 | 0,445                  | 0,10      |
| Свежесть                          | 4,4                                | 11,8                          | 0,84                     | 11,76            | 110,2                        | 0,081                 | 0,307                  | 0,50      |
| Синап орловский                   | 4,5                                | 12,7                          | 0,81                     | 11,46            | 66,0                         | 0,077                 | 0,215                  | 0,10      |
| Старт                             | 4,4                                | 12,3                          | 0,70                     | 10,99            | 91,5                         | 0,079                 | 0,222                  | 0,10      |
| Строевское                        | 4,5                                | 12,6                          | 0,70                     | 11,52            | 78,0                         | 0,084                 | 0,820                  | 0,10      |
| Вита                              | 4,3                                | 12,9                          | 1,16                     | 11,46            | 91,5                         | 0,114                 | 0,613                  | 0,20      |
| Антоновка обыкновенная (стандарт) | 4,3                                | 11,1                          | 1,21                     | 10,05            | 78,2                         | 0,084                 | 0,414                  | 0,10      |
| НСР <sub>0,05</sub>               | 0,05                               | 0,5                           | 0,13                     | 0,46             | 14,8                         | 0,015                 | 0,163                  | 0,08      |

Достоинством яблочного сока, как и плодов, является его богатство веществами с Р-витаминной активностью. За годы исследований самое низкое содержание Р-активных веществ в соке было характерно для Раннего алого, а самое высокое — для Зарянки. По содержанию катехинов в соке выделились также сорта Орловский пионер, Болотовское, Здоровье, Первинка, Свежесть и Желанное. В соках остальных сортов сохранность катехинов была ниже 100 мг / 100г. Наиболее стабильными по сохранности Р-активных веществ в готовом соке оказались сорта Орловский пионер, Афродита, Кандиль орловский, Юбилар.

Яблочный сок отличается большим содержанием пектиновых веществ. В то же время пектиновые вещества могут давать осадок, помутнение при взаимодействии с другими компонентами сока и влияя на его устойчивость при хранении [Даскалов и др., 1969]. У всех сортов, кроме Веньяминовского, количество пектиновых веществ в соке было ниже 1,0%. Самое низкое содержание пектиновых веществ отмечено в соке из плодов Солнышка. Наиболее стабильным содержанием пектиновых веществ отличаются соки из яблок Афродиты и Имруса.

У большинства сортов количество дубильных и красящих веществ в соке было ниже 0,1%. Высоким их

содержанием отличались соки сортов Желанное и Зарянка (табл. 3).

Таким образом, новые иммунные к парше сорта яблони не уступают районированным (стандартным) сортам по биохимическому составу, а по ряду показателей превосходят их. Выделены сорта с высоким содержанием питательных и биологически активных веществ. Возделывание иммунных к парше сортов яблони экономически выгодно, т.к. затраты на пестициды для защиты иммунного сада ниже на 26%. По уровню рентабельности иммунные сорта в среднем на 20% превосходят стандартные. Наибольшей пригодностью к возделыванию в сырьевых насаждениях характеризуются сорта Болотовское, Курнаковское, Юбилар (все с геном  $V_9$ ) и Орловский пионер ( $V_m$ ), характеризующиеся выходом сока на уровне мировых сидровых сортов. Установлена прямая зависимость вкуса сока от сахарокислотного показателя последнего и обратная от содержания кислот, дубильных и красящих веществ. Использование в сырьевых садах иммунных и высокоустойчивых к парше сортов и гибридов яблони с высокой сокоотдачей позволяет снизить расход сырья в среднем на 10% и в целом повысить уровень рентабельности сокового производства почти на 30%. ■

## РЕЗУЛЬТАТЫ СЕЛЕКЦИИ КЛОНОВЫХ ПОДВОЕВ ЯБЛОНИ

Ю.В. Трунов, А.В. Соловьев, Н.М. Соломатин,  
Мичуринский государственный аграрный университет

Основа интенсивных технологий возделывания садов — использование карликовых и полукарликовых подвоев. Важнейшим карликовым подвоем, используемым в мировом промышленном плодоводстве, является М9, который не может быть использован в Центральной России и других странах и регионах с холодным климатом из-за своей недостаточной зимостойкости.

Впервые работу по селекции слаборослых клоновых подвоев яблони для средней полосы России начал И.В. Мичурин в 1901 г. От скрещивания китайской сливостойкой яблони (*Malus prunifolia* Bork.) с широколистной парадизкой (*Malus pumila* v. *Paradiziaca* Scheid.) им была получена парадизка Мичуринская, отличающаяся достаточной зимостойкостью и полукарликовым рос-

том. Однако со временем она утратила способность к вегетативному размножению.

После И.В. Мичурина никто в России долгое время этой работой не занимался. Возобновлена она была в 1930-е гг. В.И. Будаговским в Плодоовощном институте им. И.В. Мичурина (ныне Мичуринский ГАУ) под руководством профессора Н. Г. Жучкова. В результате на кафедре плодоводства этого университета создана и работает одна из крупнейших в стране научная школа по плодоводству, создавшая самый мощный в России селекционный центр подвоев яблони.

В качестве источников и доноров признаков карликовости и хорошей укореняемости В.И. Будаговским первоначально были использованы в селекционном процессе карликовые подвои М8 и М9. В качестве источников зимостойкости были взяты сорта И.В. Мичурина Таежное и Красный стандарт. Сорт Красный стандарт отличается зимостойкостью, а также имеет красную пигментацию листьев и плодов, унаследованную им от яблони Недзвецкого. Сорт Таежное — один из самых зимостойких сортов И.В. Мичурина. Он отличается также способностью к вегетативному размножению и высокой скороплодностью. В результате были получены первые подвои, характеризующиеся различной силой роста и более высокой зимостойкостью, чем М8 и М9.

В дальнейшем эти формы (ПБ и 13-14) скрещивали между собой, с сортами народной селекции, сортами И.В. Мичурина, С.Ф. Черненко и др. В результате был создан большой гибридный фонд, из которого впоследствии выделили изобретенные подвои: 54-118, 57-545, 57-490, 57-257 и др. (ПБ х 13-14); 62-396 (13-14 х ПБ); 57-344, 57-366, 57-491, 58-238 (ПБ х Налив Алый). Всего в качестве исходных пар для скрещивания было использовано 9 видов яблони, 17 сортов, более 10 подвоев отечественного и зарубежного происхождения, а также сотни гибридов первого-третьего поколений.

За последние 60 лет создан уникальный гибридный фонд и коллекция слаборослых клоновых подвоев, которые в настоящее время насчитывают более 3000 гибридов. За эти годы были испытаны многие формы подвоев различной селекции (северокавказские, английские и др.), но ни один из них не выдержал условий средней полосы и не сохранился.

Основными направлениями селекции являются карликовость, скороплодность, зимостойкость и морозостойкость корней, устойчивость к болезням и вредителям, способность к вегетативному размножению.

Обладающие уникальной морозостойкостью корневой системы (до  $-18^{\circ}\text{C}$ ) и рядом других ценных признаков 17 форм яблони включены в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Это среднерослые 57-233, 57-490; полукарликовые 54-118, 57-545, 58-238, 60-164, 62-223, 71-3-150, 67-5(32); карликовые 57-257, 57-476, 60-160, 62-396, 57-366, 57-491; Малыш Будаговского; Парадизка Будаговского. На форму Малыш Будаговского получен патент.

В мировой практике садоводства не существует подвоев, которые могли бы конкурировать по морозостойкости с подвоями селекции Мичуринского ГАУ, тогда как последние успешно конкурируют по устойчивости с зарубежными подвоями в странах Европы и Америки.

Подвои селекции Мичуринского ГАУ используются в 66 регионах России и ближнего зарубежья, изучаются и используются за рубежом (Франция, Канада, США, Польша, Нидерланды, страны Балтии), 11 форм подвоев переданы зарубежным фирмам по генеральной лицензии для изучения и последующего коммерческого размножения. Широко используются в селекции в качестве доноров морозостойкости и устойчивости к болезням в Нидерландах 57-146, 57-469, 57-491 (карликовые); во Франции — 71-3-150, 54-118, 64-194 (полукарликовые), 69-28-11, 62-396 (карликовые); в США — 57-490, 70-20-21

(среднерослые), 64-194, 54-118, 70-6-8, 67-5(32) (полукарликовые), 69-28-11, ПБ, 62-396, 60-160, 71-7-22, 57-491 (карликовые).

Формы подвоев яблони селекции Мичуринского ГАУ служат основой для создания интенсивных яблоневых садов во всех регионах России, и прежде всего в регионах с экстремальными зимними условиями. В настоящее время в средней зоне садоводства РФ около 40% яблоневых садов заложены на подвоях селекции Мичуринского ГАУ и около 90% закладки молодых садов ведется на этих подвоях.

Внедрены и широко используются в садоводстве полукарликовый подвой 54-118 и карликовый 62-396. Сады на этих подвоях характеризуются высокой совместимостью с сортами, высокой морозостойкостью и зимостойкостью (корневая система выдерживает до  $-16^{\circ}\text{C}$ ), ускоренным вступлением в плодоношение (на 3–4-й год), высокой урожайностью (до 250 ц/га). Они не требуют опоры и дополнительного орошения.

Полукарликовый подвой 54-118. Хорошо укореняется в маточниках разной конструкции, а также зелеными, одревесневшими и корневыми черенками в защищенном грунте, имеет мощную корневую систему, хорошо закрепляется в почве. Деревья на нем вступают в плодоношение на 4–5-й год после посадки и дают высокие урожаи. Засухоустойчив, устойчив к вредителям и болезням, обеспечивает высокий выход саженцев в питомнике. Хорошо совместим с сортами средней зоны садоводства. Отличается высокой морозостойкостью корневой системы (корни сохраняются при  $-15...-16^{\circ}\text{C}$ ). Рекомендуются для использования при создании садов полунтенсивного типа с плотностью посадки деревьев 6 х 3–4 м и промышленной урожайностью 150–200 ц/га.

Карликовый подвой 62-396. Подвой хорошо совместим с сортами средней зоны садоводства. Отличается хорошей укореняемостью в маточниках, хорошо размножается зелеными, одревесневшими и корневыми черенками в защищенном грунте. Подвои имеют развитую корневую систему, которая выдерживает отрицательные температуры  $-15...-16^{\circ}\text{C}$  (корни сохраняются), отводки толстые, выровненные. Выход двухлеток в питомнике — 80–100%. Деревья на нем отличаются скороплодностью, вступают в плодоношение на 3–4-й год после посадки, быстро наращивают урожай. Маточные растения имеют компактный или слабораскидистый низкорослый куст. Рекомендуются для использования при создании садов интенсивного типа с плотностью посадки деревьев 4,5–5 х 1,5–2 м и промышленной урожайностью 200–250 ц/га. Перспективные подвои для интенсивного садоводства: Малыш Будаговского; 57-491 и др. Они позволяют размещать деревья по уплотненным схемам (более 1,5 тыс. шт/га), обладают высокой морозостойкостью корней (до  $-18^{\circ}\text{C}$ ), ускоряют вступление в плодоношение (на 2–3-й год), способствуют увеличению урожайности до 500 ц/га.

Суперкарликовый подвой Малыш Будаговского (76-6-6). Куст в маточнике слаборослый, прямостоячий, побеги неветвящиеся, прямые с антоциановой окраской. Подвой хорошо размножается отводками в маточнике, зелеными и одревесневшими черенками в теплицах. Побегопроизводительная способность куста средняя, на 4-й год эксплуатации маточника имеет 6–7 отводков с куста, из них стандартных 50%. Устойчив к засухе, высокоустойчив к патогенам. Хорошо совместим с большинством сортов. Вступление в плодоношение у сортов на этом подвое наступает на 2–3-й год. Этот суперкарликовый подвой для сильнорослых сортов может проявлять себя как карликовый. Корневая система выдерживает низкие температуры от  $-16$  до  $-18^{\circ}\text{C}$ . Рекомендуются для использования при создании садов суперинтенсивного типа с плотностью посадки деревьев 3–4 х 1–1,5 м и промышленной урожайностью 300–400 ц/га.

Садоводам следует обратить внимание на сортовую и особенно подвойную чистоту выращиваемого посадочного материала, проводить регулярные апробации маточников подвоев в базовых питомниках с привлечением оригинаторов либо хорошо обученных специалистов.

Изменяющиеся условия окружающей среды, а также интенсификация садоводства требуют постоянного обновления сортимента подвоев для разных регионов. Необходимы подвои с высокой морозостойкостью корневой системы (до  $-18\ldots-20^{\circ}\text{C}$  для регионов с суровыми бесснежными зимами), устойчивые к болезням и относительно устойчивые к вредителям, засухоустойчивые (для Поволжья, степных регионов и т.д.), отличающиеся хорошей закоренностью корневой системы.

За последние годы проведено промораживание 870 новых форм подвоев при температуре  $-14$ ,  $-16$  и  $-18^{\circ}\text{C}$  для корней и  $-35^{\circ}\text{C}$  для однолетних приростов. По результатам промораживания выделены наиболее морозостойкие формы, корни которых успешно выдержали температуры для корней: до  $-16^{\circ}\text{C}$  — 67-34(18), 62-223, 73-9-3, 67-133(32), 75-1-89, 70-3-51, 69-10-336, 65-836, 65-772, 69-21-5, 61-32; до  $-18^{\circ}\text{C}$  — Малыш Будаговского, 62-223, 67-133(32), 67-34(18), 61-32, 69-10-336, 57-146. Среди однолетних приростов выдерживали пониженные температуры до  $-35^{\circ}\text{C}$ : 3-3-35, 3-4-98, 62-223, 76-8-13, 76-16-15, 76-19-59, 76-23-1, 67-34(18), 67-133(32), 69-10-336, 75-1-62, 57-146. 

## СКРИНИНГ УСТОЙЧИВЫХ К ХЛОРИДУ НАТРИЯ ТКАНЕВЫХ ЛИНИЙ МАЛИНЫ

**С.Л. Расторгуев, Мичуринский государственный аграрный университет**

Перспективное направление прикладной биотехнологии для создания стрессоустойчивых растений — выращивание и селекция *in vitro* соматических клеток в условиях селективных питательных сред. Выбор селективной системы *in vitro* основывается на механизмах устойчивости растений к тому или иному стрессовому воздействию. Добавленные в питательную среду селективные агенты могут вызывать у определенной части клеток индуцированные мутации, определяющие устойчивость к конкретным стрессорам. В культуре изолированных клеток в значительной степени усиливается размах изменчивости, что расширяет возможности отбора.

Селекция на уровне соматических клеток позволяет целенаправленно отбирать в жестких селективных системах стабильные клеточные и тканевые линии, которые могут быть использованы для получения устойчивых растений. При этом сохраняются основные хозяйственно ценные показатели сортов и сокращаются сроки селекции. Однако следует учитывать, что устойчивые клетки необязательно дают начало устойчивому растению — регенеранту, т.к. процессы адаптации клеток и целого организма к стрессам могут быть различными [2]\*. Механизмы, связанные с передачей признака с клеточного уровня на уровень растения, еще до конца не изучены.

Чрезвычайно важное практическое значение имеет создание методом тканевой селекции форм растений, которые были бы устойчивы к действию таких факторов внешней среды, как экстремальные температуры, солевой и водный стрессы, поражение вредителями и болезнями, загрязнение природной среды токсическими веществами и ряд других факторов.

Несмотря на трудности, связанные, прежде всего, с регенерацией растений, использование тканевой селекции позволило получить резистентные к селективным факторам тканевые линии и растения риса, пшеницы, табака, картофеля и некоторых других культур. Растения — регенеранты проявляют устойчивость к высоким концентрациям солей [1, 6], патогенам [7], низким температурам [5] и другим стрессорам [3]. Полученные результаты свидетельствуют о перспективности работ по селекции растений на клеточном уровне, что позволит исправлять «недостатки» существующих сортов по отдельным признакам. Важность проведения исследований в данном направлении у плодовых и ягодных культур очевидна, поскольку процесс создания сортов традиционными методами у них довольно длительный.

В работе рассмотрены некоторые методические вопросы тканевой селекции малины на устойчивость к высоким концентрациям хлорида натрия (NaCl).

В экспериментах использовали сорта малины красной (Новость Кузьмина, Молинг промис и Карнавал). Исходными эксплантами для индукции первичной каллусной ткани служили листовые диски, которые культивировали на агаризованной питательной среде по прописи Андерсона, дополненной ауксином 2,4-Д в концентрации 4 мг/л. В опытах по отбору устойчивых клеток каллуса в среду каллусогенеза вводили NaCl в различных концентрациях (0,25; 0,5; 1,0; 1,5%). Каллусную ткань выращивали в темноте при температуре  $23 \pm 2^{\circ}\text{C}$ .

Для проведения исследований по выделению стрессоустойчивых тканевых линий существует несколько способов — жесткая, мягкая и ступенчатая селекции [4]. Жесткий отбор основан на применении сублетальных концентраций стрессового агента и многократного субкультивирования в селективных условиях. При мягкой селекции используют адаптивные дозы селективного фактора в течение 3—4 пассажей. Ступенчатая селекция заключается в постепенном повышении концентрации стрессового фактора и чередовании культивирования тканей в селективных и неселективных условиях. Преимуществом жесткого и ступенчатого отбора является тот факт, что наблюдается полная элиминация чувствительных клеток, но при этом резко снижается морфогенетический потенциал таких культур. Регенеранты, полученные после применения приема мягкой селекции обычно устойчивы к ингибиторам лишь в некоторых случаях.

Для индукции первичной каллусной культуры листовые диски размером 0,7—0,8 см<sup>2</sup> помещали на питательную среду с содержанием ауксина 2,4-Д в количестве 4 мг/л. Уровень каллусообразования при этом достигал 82—100% (в зависимости от сорта). В экспериментах по тканевой селекции полученный каллус примерно через 30—40 дн. после введения эксплантов в культуру пересаживали на селективные питательные среды, дополненные NaCl (табл.).

Каллусогенез у сортов Новость Кузьмина и Молинг промис более активно протекал на селективной питательной среде с добавлением NaCl в концентрации 0,5%. Частота каллусообразования в четвертом пассаже достигала 44%. До четвертого пассажа этот показатель, как и масса каллуса, имели тенденцию

\* Со списком литературы можно ознакомиться на сайте [www.agroxxi.ru](http://www.agroxxi.ru)

к увеличению. Очевидно, тканевые культуры лучше адаптировались к росту и развитию в данной селективной системе.

| <b>Частота каллусообразования (%) при различной концентрации NaCl в среде</b> |                      |               |               |               |                  |
|-------------------------------------------------------------------------------|----------------------|---------------|---------------|---------------|------------------|
| Сорт                                                                          | Концентрация NaCl, % | Первый пассаж | Второй пассаж | Третий пассаж | Четвертый пассаж |
| Новость Кузьмина                                                              | 0                    | 27,8          | 40,0          | 75,0          | 81,0             |
|                                                                               | 0,5                  | 35,3          | 50,0          | 55,6          | 44,4             |
|                                                                               | 1,0                  | 31,6          | 33,3          | 50,0          | 20,0             |
|                                                                               | 1,5                  | 5,6           | 0             | —             | —                |
| Молинг промис                                                                 | 0                    | 38,9          | 57,1          | 88,9          | 77,8             |
|                                                                               | 0,5                  | 27,8          | 40,0          | 50,0          | 40,0             |
|                                                                               | 1,0                  | 11,1          | 50,0          | 25,0          | 33,3             |
|                                                                               | 1,5                  | 17,6          | 33,3          | 0             | —                |

Пролиферационные процессы в каллусе протекали и на среде, содержащей 1,0% хлорида натрия, но с несколько меньшей частотой (11—33%) и интенсивностью образования. Каллусные культуры опытных вариантов с 0,5 и 1,0% NaCl находились в условиях солевого стресса в течение 200 дн. Введение в среду селективного агента в концентрации 1,5% резко снижало жизнеспособность и ингибировало новообразования каллусной ткани у сорта Новость Кузьмина уже во втором пассаже, а у сорта Молинг промис — в третьем.

В эксперименте по ступенчатому культивированию каллусных тканей на селективных средах. Предварительно индуцированный каллус сорта Карнавал сначала выращивали на среде с 0,25% NaCl, а затем через каждые 35—50 дн. субкультивировали на среды с возрастающей

концентрацией селективного агента (0,5; 1,0; 1,5%). Весь цикл последовательных пассажей тканевых культур составил свыше 200 дн. После проведения первого и второго пассажей способность каллусных культур к пролиферации возрастала. Так, на селективной среде с 0,25% NaCl частота каллусогенеза составляла 65,9%, а на среде с 0,5% NaCl — 82,7%.

Дальнейшее субкультивирование показало, что с увеличением концентрации селективного фактора от 1,0% до 1,5% происходило некоторое подавление развития тканевых культур. Однако частота пролиферации каллусов была довольно высокой, и в третьем-пятом пассажах резистентность сохранялась у 62,8—57,4% клеток. Возможно, такие клеточные колонии могли возникнуть в результате физиологической адаптации или определенного состояния дифференцировки клеток [6], но не исключено и проявление мутационной изменчивости.

Отдельные каллусные ткани, устойчивые к высоким концентрациям NaCl, были пересеяны на среду морфогенеза с 10 мг/л 6-БАП + 0,5 мг/л ИУК для регенерации растений. В культуре *in vitro* от тканей, растущих на средах с концентрацией 0,5 и 1,0% селективного агента, были получены единичные адвентивные побеги с пониженной жизнеспособностью (в основном наблюдали формирование морфогенных структур).

Таким образом, созданные в искусственной культуре селективные условия позволили отобрать каллусные линии сортов малины, пролиферирующие на питательных средах с 0,5, 1,0 и 1,5% NaCl. При этом проявляются некоторые различия между сортами Новость Кузьмина и Молинг промис в реакции на солевой стресс. Ступенчатая селекция позволяет отбирать пролиферирующие ткани на средах с более высокой концентрацией хлорида натрия. ■

## РАЗРАБОТКА ИНДЕКСОВ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПЕСТИЦИДОВ ДЛЯ ПОЧВ АГРОЦЕНОЗОВ

**Н.Н. Семенова, Всероссийский НИИ защиты растений, Санкт-Петербург — Пушкин**

Оценка экологической опасности пестицидов — проблема, для решения которой необходимы стандартизированные процедуры, отражающие ряд аспектов негативного действия пестицидов на окружающую среду. Такие процедуры включают оценку побочного воздействия пестицидов на группы организмов агроценозов, обеспечивающих регуляцию динамики вредных организмов, и культуры севооборота и на этой основе — разработку критериев их опасности [Буров, Тюттерев, Сухорученко, Петрова, 1995]. В работах Николенко, Амиханова (1992) показано, что эти критерии применимы и для почвенной биоты.

Например, количественной мерой, определяющей степень воздействия пестицидов на агроэкосистему, подвергшуюся обработке, может служить их норма расхода или концентрация рабочего раствора. Другой характеристикой является токсикологическая уязвимость системы, которая оценивается с использованием  $СК_{50}$  (концентрации, вызывающей смертность 50% наиболее чувствительных тест-объектов) или  $LD_{50}$  (полуметальной дозы для особей, входящих в систему). Отношение первой группы показателей ко вторым — критерии, по которым сравниваются отклики системы на токсическое воздействие и оценивается степень пестицидной нагрузки на почву. Так, на основе этих показателей введен индекс токсичности пестицидов для почвенной биоты — коэффициент безопасности, представляющий собой отношение

используемой концентрации пестицида к полуметальной для определенных групп микроорганизмов концентрации [Hassan et al., 1988; Круглов, 1989]. Этот показатель является характеристикой воздействия пестицидов на изучаемую систему, по которой они могут сравниваться только в начальный момент внесения. Другой распространенный критерий сравнения действия пестицидов на почву — отношение так называемой остаточной концентрации ксенобиотиков к предельно допустимой концентрации (ПДК). Эти два безразмерных коэффициента могут характеризовать степень токсического воздействия пестицидов на почву в два сходных момента времени (в начале и конце вегетационного периода), но никак не отражают такой существенный для сравнения откликов системы момент, как сходство пространственных точек, т.е. параметров почвы и агроклиматических условий применения пестицидов. В какой-то мере этот пробел восполняет интегральный показатель пестицидной нагрузки на почву — период его полураспада ( $T_{50}$ ). Дальнейшее распределение пестицидов по классам опасности производится с использованием балльных шкал: выбираются периоды полураспада, коэффициенты безопасности, которые могут служить мерой опасности токсического воздействия (безопасная, малая, средняя, высокая и т.д.) и относительно этих ключевых величин производится ранжирование пестицидов. Комплексная оценка (на основе нескольких балльных шкал)

обычно представляет собой процедуру суммирования баллов и вывода некой средней величины.

Разработка динамических моделей поведения пестицидов в агробиоценозе дает возможность изменить традиционные подходы к методам оценки опасности применения пестицидов. Формально-методическую базу моделирования составляют теория подобия, теория эксперимента, математическая статистика, дифференциальные уравнения, математическая логика. В основе теории подобия лежит положение о возможности сравнения различного рода объектов. Физические явления, процессы или системы считаются подобными, если в сходственных моменты времени в сходственных точках пространства значения переменных величин, характеризующих состояние одной системы, пропорциональны соответствующим величинам другой системы. Поэтому при создании критериев, с помощью которых обычно проводится сравнительный анализ объектов или явлений, как правило, явно или неявно используется теория подобия. Это, в частности, относится и к вышеприведенным примерам установления критериев экологической опасности пестицидов, основанным на отношении показателей одинаковой размерности или на ранжировании пестицидов по отдельным экотоксикологическим параметрам. В данном случае оценивается подобие реакций систем на попадающий в них ксенобиотик.

Развитие теории подобия для сложных биологических, физических и физико-химических процессов, происходящих в агробиоценозе, позволяет устанавливать критерии подобия на уровне процессов. Если явления изучаются при помощи детерминированных моделей на основе дифференциальных уравнений, то определяющие экотоксикологические параметры выражаются либо в виде величин, входящих в начальные и граничные условия, либо в виде коэффициентов, входящих в дифференциальные уравнения. Теория подобия — учение об условиях подобия физических явлений — опирается на учение о размерностях физических величин. Поэтому так важна процедура приведения уравнений к безразмерному виду, когда в них остаются лишь безразмерные коэффициенты. Подобие явлений определяется пропорциональностью всех характеризующих их параметров и приводит к тому, что все безразмерные комбинации, которые можно составить из этих параметров, имеют для подобных явлений одинаковые численные значения. Безразмерные комбинации, составленные из определяющих параметров рассматриваемых явлений, называются критериями подобия. Любая комбинация из критериев подобия также представляет собой критерий подобия рассматриваемых физических явлений. Чем адекватнее модель описывает отклик системы, тем более достоверны критерии подобия. Следовательно, качество модели, описывающей динамику пестицидов в компонентах агроценоза, на основе которой создаются критерии подобия токсического воздействия, определяет качество классификации пестицидов по степени их опасности.

Модели обычно отличаются от оригиналов по природе своих внутренних параметров. Подобие заключается в адекватности реакции модели и оригинала на изменение внешних факторов. Поэтому в общем случае математическая модель представляет собой функцию от внешних воздействий и внутренних переменных модели, адекватных параметрам оригинала. Если сравнение двух объектов происходит на основе сравнения откликов модели, то степень достоверности произведенного сравнения определяется: во-первых, выбором наиболее информативных внутренних параметров модели, а во-вторых, тем, насколько эти параметры соответствуют параметрам оригинала. Если в рассматриваемом случае существует равенство не всех, а лишь некоторых независимых критериев подобия, то говорят о неполном, или частичном, подобии. Такой случай наиболее часто встречается на практике. При этом существенно, чтобы влияние на протекание рассматриваемых

процессов критериев, равенство которых не соблюдается, было незначительным или малосущественным.

В ВИЗР с начала 1990-х гг. начал создаваться комплекс имитационных моделей поведения пестицидов в почве и растении [Петрова, Семенова, 1991; Novozhilov et al., 1995; Семенова и др., 1999]. Разработанные модели используют относительно небольшой объем входной информации и относятся к моделям прикладной направленности. Однако существует необходимость в более быстрой и наглядной возможности сравнения пестицидов с использованием ограниченного числа параметров.

На основе созданных имитационных моделей получены обобщенные модели поведения пестицидов в почве (табл. 1). Модель конвективного переноса в простейшем случае совпадает с моделью поршневого вытеснения, используемой в теории хроматографии. Аналогичные модели использовались как скрининговые для классификации пестицидов по степени опасности проникновения их в грунтовые воды. Приведенные модели описывают ключевые для определения поведения пестицидов в почве процессы и включают как экотоксикологические параметры, так и некоторые обобщенные характеристики почвенно-климатических условий. Для обобщенных моделей указаны границы их применения и приведены эмпирические зависимости, формально соответствующие решениям уравнений. Наиболее распространенная экспоненциальная зависимость (соответствие точечной модели при равновесной сорбции) может быть использована для почв, содержащих достаточное количество органического вещества ( $>1\%$ ), и гидрофобных пестицидов ( $1 < \lg K_{ow} < 4,5$ ). Границы применимости моделей достаточно условны и могут зависеть от всей совокупности свойств изучаемой системы, причем наибольшая чувствительность содержания пестицида в жидкой фазе к изменению параметра сорбции наблюдается в диапазоне  $-0,3 < \lg K_s < 0,7$ .

Отметим принципиальное отличие характеристик процесса деградации пестицидов, входящих в эмпирическую экспоненциальную зависимость и в обобщенную модель. В последнем случае интегральный показатель деградации включает параметры процессов, определяющих поведение пестицида в почве, поэтому влияние биотических и абиотических факторов на скорость деградации может определяться опосредованно, как влияние на характеристики этих процессов. Для коэффициента деградации в эмпирической зависимости такого рода исследования проводятся, как правило, на уровне линейного регрессионного анализа. Выделенные группы факторов, влияющих на процесс деградации пестицидов, могут отражать свойства разных, не связанных между собой иерархических уровней организации системы при неопределенных взаимосвязях внутри нее.

Для уравнений, использованных в моделях конвективного переноса и точечной модели равновесной сорбции, существуют простые аналитические решения, т.е. возможно получить формулу, определяющую концентрацию пестицида через входящие в систему параметры, начальную концентрацию пестицида и расход рабочего раствора. Полученные формулы позволяют оценить глубину проникновения пестицида и его концентрацию на соответствующей глубине и на этой основе ввести безразмерные показатели воздействия пестицида на почву. В соответствии с традиционным подходом, введем показатель, оценивающий степень остаточной токсичности пестицида, т.е. отношение концентрации пестицида в слое глубины  $L$  (максимальной глубины проникновения пестицида) к ПДК. Этот показатель отражает потенциальную опасность пестицида, его способность к дальнейшему загрязнению почвы. Интегральный показатель пестицидной нагрузки на почву, дающий среднюю оценку концентрации пестицида в почвенном растворе (в процентах от первоначальной концентрации) за весь

**Таблица 1. Обобщенные модели поведения пестицидов в почве.**

| Процессы                            | Типы моделей                                               |                                                            |                                          |                                                                |
|-------------------------------------|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
|                                     | Конвективного переноса                                     | Точечные                                                   |                                          |                                                                |
|                                     |                                                            | Равновесная                                                | Неравновесная                            | Фрактальная                                                    |
|                                     | Описание процессов                                         |                                                            |                                          |                                                                |
| Влагоперенос                        | Стационарные влажность и водный поток                      | Стационарная влажность, отсутствие миграции                |                                          |                                                                |
| Массоперенос                        | Уравнение поршневого вытеснения                            | —                                                          | —                                        | —                                                              |
| Сорбция                             | Линейная равновесная сорбция                               | Линейная равновесная сорбция                               | Линейная неравновесная сорбция           | Линейная неравновесная сорбция с учетом нерегулярности границы |
| Дегградация                         | Кинетика 1-го порядка, интегральный показатель дегградации | Кинетика 1-го порядка, интегральный показатель дегградации | Кинетика 1-го порядка, влияние сорбции   | Кинетика 1-го порядка, влияние сорбции                         |
| Переход в газообразную фазу         | Закон Генри                                                | Закон Генри                                                | —                                        | —                                                              |
| Взаимодействие с корневой системой  | Упрощенная модель роста корней, пассивный транспорт        | Упрощенная модель роста корней, пассивный транспорт        | —                                        | —                                                              |
| Условия применения                  |                                                            |                                                            |                                          |                                                                |
| Свойства среды                      | Изотропная в горизонтальной плоскости среда                | Однородная среда                                           | Неоднородная среда с регулярной границей | Неоднородная среда с нерегулярной границей                     |
| Свойства пестицида                  | $0 < \lg K_{ow} < 4,5$                                     | $0 < \lg K_{ow} < 4,5$                                     | $0 < \lg K_{ow} < 4,5$                   | $\lg K_{ow} > 0$                                               |
| Соответствующие эмпирические модели |                                                            |                                                            |                                          |                                                                |
| Типы эмпирических зависимостей      | —                                                          | Экспоненциальная                                           | Сумма двух экспонент                     | Степенная                                                      |

вегетационный период, т.е. долю пестицида, непосредственно воздействующего на почвенную биоту, можно охарактеризовать как показатель актуальной нагрузки на почву. Введенный нами ранее показатель *PSC* обратно пропорционален этому индексу и использовался как для оценки экологической опасности пестицидов, так и для косвенной оценки эффективности их действия [Семенова и др., 1999; Новожилов и др., 2004]. К достоинству разработанных безразмерных показателей-индексов следует отнести то, что они выведены на основании пусть и упрощенных, но реальных закономерностей поведения пестицидов в конкретных почвах, сельскохозяйственных культурах и погодных условиях и включают более широкий набор характеристик пестицидов, чем балльные оценки.

Задача оптимизации внесения пестицидов тесно связана с косвенной оценкой токсического эффекта пестицида в течение вегетационного периода. Поэтому чем адекватнее модель прогнозирует содержание пестицида в жидкой фазе (т.е. там, где наиболее вероятен контакт с объектами воздействия), тем больше возможностей построения рациональных регламентов его применения. Кроме того, при выборе модели необходима информационная обеспеченность — доступность и ясная интерпретация параметров модели.

В отличие от равновесной обобщенной точечной модели, основанной на предположении быстрого перераспределения пестицидов между фазами (предполагается, что выход на равновесное состояние происходит за время, меньшее, чем шаг модели), в двух других обобщенных моделях учитывается неравномерность процесса сорбции. Неравновесная точечная модель является обобщением имитационной модели, базирующейся на предположении о существовании двух типов сорбционных центров: со временем выхода на равновесное состояние меньше и больше шага модели соответственно. Фрактальная модель, в которой время выхода на равновесие является случайной величиной, имеющей гиперболическое распределение, обобщает имитационную модель. Показано, что именно такой тип распределения может соответствовать самоподобным (фрактальным) структурам, к которым относится поверхность почвенных частиц [Fractals in soil science, 2000].

Обе последние модели помимо параметров, входящих в равновесную модель, включают параметры, которые можно интерпретировать как характеристику неоднородности почвы. Однако определение этих характеристик затруднено. Ведется поиск количественных связей этих показателей с фрактальной размерностью удельной поверхности почвы (и другого рода фрактальными размерностями), но, в настоящий момент, разработанный метод используется преимущественно в теоретических исследованиях. Поэтому, несмотря на то что для этих моделей возможно получить критерии сравнения, аналогичные индексам актуальной (*PA*) и потенциальной (*PP*) нагрузки на почву, их применение ограничено.

Индексы *PP* и *PA*, полученные с использованием конвективной и равновесной точечной модели, определяются группами параметров. Возможны различные варианты их нахождения. Наиболее простой вариант, предполагающий, что главную роль в сорбции пестицида почвой играет органическое

вещество, позволяет их представить следующим образом. Первая группа характеризует свойства почвы (в данном случае нас интересуют свойства пахотного слоя): содержание органического углерода, объемная плотность почвы. Параметры следующей группы являются одновременно и характеристиками метеословий и в то же время определяют гидравлические свойства почвы: объемная влажность почвы и поток влаги. В третью группу входят параметры, отражающие физико-химические свойства пестицидов: коэффициент, определяющий скорость разложения препарата, коэффициент распределения между органическим углеродом и водой и коэффициент поглощения пестицида растением, который можно определить как функцию октанолового числа. Однако и коэффициент дегградации и коэффициент распределения зависят не только от физико-химических свойств препарата, но и, например, от таких свойств почвы, как ее кислотность. Поэтому деление параметров на группы, куда входят количественные показатели только одного звена исследуемой системы, в большой степени условно. К четвертой группе параметров относятся характеристики культуры, для защиты которой от вредителей, болезней и сорняков проводится соответствующая обработка. Если принято допущение о пассивном транспорте пестицида из почвенного раствора в корень с транспирационным потоком, то единственный

Таблица 2. Характеристика свойств пахотного горизонта почв.

| Почва                                   | Место отбора проб                  | Глубина пахотного горизонта (см) | Максимальная гигроскопичность см³/см³ | Полная влагоемкость см³/см³ | Объемная плотность г/см³ | Содержание гумуса % | pH <sub>H2O</sub> | Механический состав |                              |
|-----------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------|--------------------------|---------------------|-------------------|---------------------|------------------------------|
|                                         |                                    |                                  |                                       |                             |                          |                     |                   | Частицы < 0.001 мм  | Частицы > 0.001 мм < 0.01 мм |
| Ленинградская область                   |                                    |                                  |                                       |                             |                          |                     |                   |                     |                              |
| Дерново-среднеподзолистая супесчаная    | Меньковская ОС*                    | 20                               | 0.04                                  | 0.47                        | 1.38                     | 2.65                | 6.3               | 5.4                 | 18.3                         |
| Дерново-сильноподзолистая супесчаная    | Гатчинский зерновой сортоучасток** | 30                               | 0.03                                  | 0.48                        | 1.36                     | 1.56                | 5.7               | 3.9                 | —                            |
| Дерново-подзолистая суглинистая         | Волосовский сортоучасток**         | 20                               | 0.05                                  | 0.46                        | 1.43                     | 2.78                | 7.3               | 16.1                | —                            |
| Дерново-подзолистая глеевая глинистая   | ОПХ Новоселье**                    | 28                               | 0.07                                  | 0.58                        | 1.05                     | 7.82                | 6.9               | 18.7                | —                            |
| Районы Среднего Поволжья                |                                    |                                  |                                       |                             |                          |                     |                   |                     |                              |
| Чернозем выщелоченный тяжелосуглинистый | Комсомольский ГСУ***               | 30                               | 0.12                                  | 0.51                        | 1.15                     | 8.40                | 5.4               | 28,1                | 23,8                         |
| Дерново-подзолистая среднесуглинистая   | Чебоксарский ГСУ***                | 22                               | 0.04                                  | 0.36                        | 1.25                     | 2.80                | 4.9               | 11,9                | 22,0                         |
| Серая лесная легкоглинистая             | Вурнарский ГСУ***                  | 20                               | 0.10                                  | 0.49                        | 1.20                     | 5.40                | 5.1               | 31.2                | 23.8                         |

\* Терлеев, 2000, Малик А.А. и др., 1994.

\*\* Почвы Ленинградской области, 1973.

\*\*\* Андреев, 1984.

необходимый динамический показатель сельскохозяйственной культуры — скорость извлечения воды корнями. Приблизительное значение этого показателя можно получить, зная расход влаги на эвапотранспирацию, глубину проникновения корней и длину вегетационного периода. В результате мы имеем возможность провести классификацию пестицидов на основе набора из 9 характеристик системы почва — растение — пестицид при различных режимах увлажнения, причем все эти данные относятся к разряду легкодоступных.

Алгоритм классификации пестицидов по степени опасности был оформлен в виде компьютерной программы, работающей под операционными системами Windows 98, 2000 в среде Builder (язык программирования Си++) и включающей в себя справочный материал по предметному наполнению программы, средства выполнения соответствующих вычислений, графическому сопровождению. Диалоговый режим системы организован следующим образом: после выбора защищаемой культуры и вредоносного объекта (вредителей, сорняков) пользователю предлагается набор препаратов, предназначенных для обработки почвы (посева). В настоящий момент реализован вариант предпосевной обработки почвы (или всходов), когда максимальное количество препарата попадает на почву.

В программу входит также необходимый для работы с моделью набор входной информации: параметры, характеризующие препарат; гидрофизические и гидрохимические параметры почвы; три режима, характеризующие содержание и миграцию почвенной влаги; рекомендуемые нормы расхода препарата против выбранного вредоносного объекта, ПДК для почвы. Структура оболочки позволяет повторять расчеты при замене данных, определяемых программой, на данные пользователя. Это дает возможность, задавая различные режимы влажности, скорости потока почвенной воды и варьируя коли-

чество вносимого пестицида, проводить сравнительные экологические экспертизы агротехнологий.

С использованием этой программы была произведена оценка экологической опасности инсектицидов, используемых против вредителей картофеля для типичных почв Ленинградской области и почв Среднего Поволжья (табл. 2, 3). Индекс потенциальной нагрузки пестицидов на почву при оценке всей совокупности препаратов с учетом вариабельности рекомендованных доз внесения пестицидов для данных регионов, показывает, что для выбранного района Среднего Поволжья наиболее уязвимой оказывается дерново-подзолистая почва, а различия для почв Ленинградской области статистически незначимы (рис. 1).

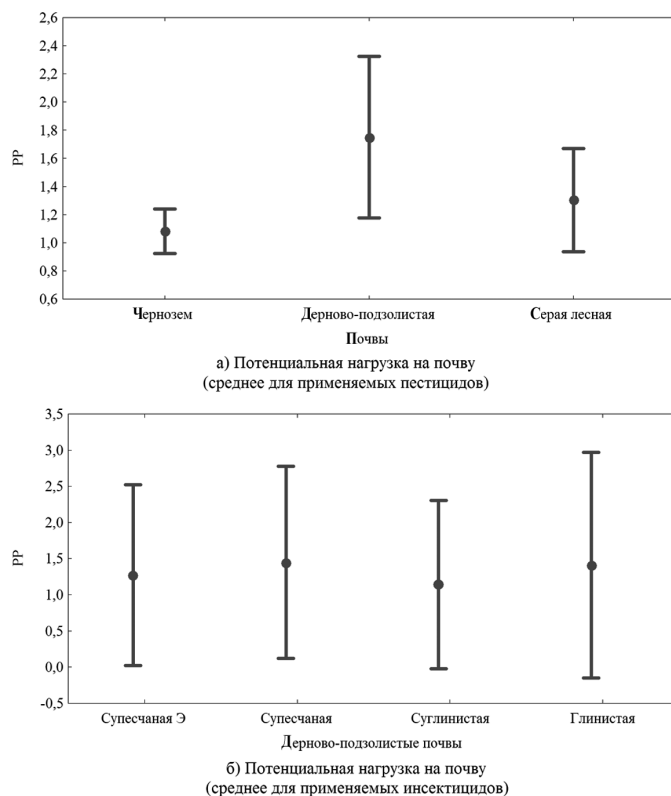
Таблица 3. Характеристика пестицидов

| Класс               | Название | Действующее вещество | Распределительный коэффициент (K <sub>oc</sub> , м <sup>3</sup> /кг)* | Период полураспада в почве, сут.* | ПДК, мг/кг |
|---------------------|----------|----------------------|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|------------|
| Инсектициды         |          |                      |                                                                       |                                   |            |
| Фосфор-органические | Актеллик | пиримифосметил       | 2,8                                                                   | 28                                | 0,1        |
|                     | Базудин  | диазинон             | 0,1                                                                   | 23                                | 0,1        |
|                     | Дурсбан  | хлорпирифос          | 5,2                                                                   | 35                                | 0,2        |
|                     | Фосфамид | диметоат             | 0,006                                                                 | 85                                | 0,3        |
| Фенилпиразолы       | Регент   | фипронил             | 1,0                                                                   | 75                                | 0,05       |
| Пиретроиды          | Кинмикс  | бета-циперметрин     | 79,4                                                                  | 48                                | 0,02       |
|                     | Цимбуш   | циперметрин          | 95,6                                                                  | 45                                | 0,02       |
|                     | Фастак   | альфа-циперметрин    | 13,2                                                                  | 53                                | 0,02 (ОДК) |
|                     | Децис    | дельтаметрин         | 352,4                                                                 | 120                               | 0,01       |
| Неоникотиноиды      | Актара   | тиаметоксам          | 0,0056                                                                | 49                                | 0,2        |
|                     | Конфидор | имidakлоприд         | 0,015                                                                 | 46                                | 0,04       |
| Гербициды           |          |                      |                                                                       |                                   |            |
| Триазолы            | Рейсер   | флюрохлоридон        | 1,72                                                                  | 77                                | 0,03       |
|                     | Зенкор   | метрибузин           | 0,035                                                                 | 36                                | 0,2        |

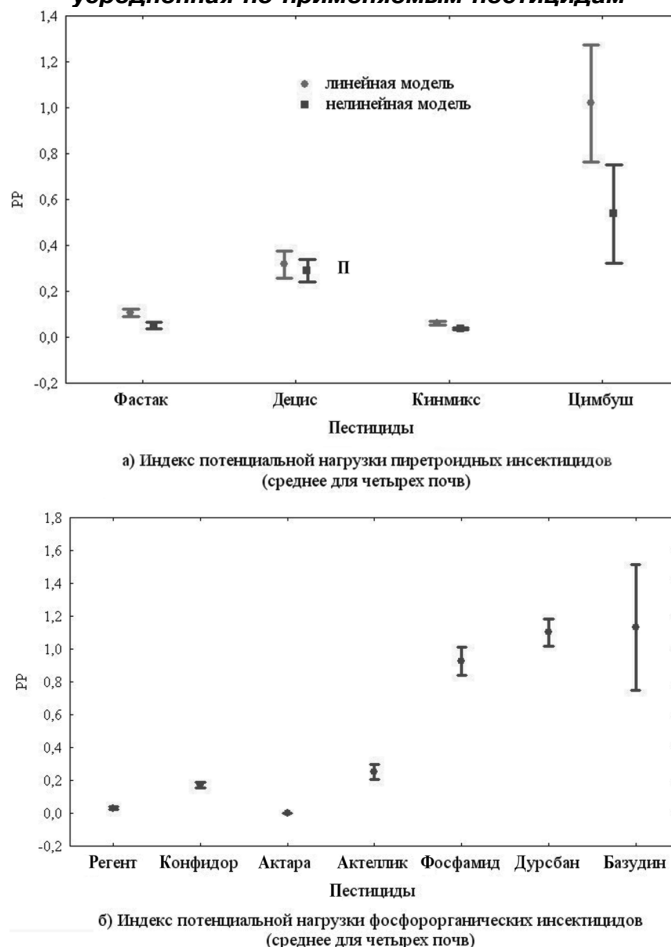
\* Новожилов и др., 1980; Jury et al., 1987; Carsel et al., 1984; Finizio et al., 1998;

PAN Pesticides Database – Chemicals. [http://www.pesticideinfo.org/Search\\_Chemicals.jsp](http://www.pesticideinfo.org/Search_Chemicals.jsp);EXTOXNET (Extension Toxicology Network), <http://pmep.cce.cornell.edu/profiles/extoxnet/>.





**Рис. 1. Потенциальная нагрузка на почвы Среднего Поволжья (а) и Ленинградской области (б), усредненная по применяемым пестицидам**

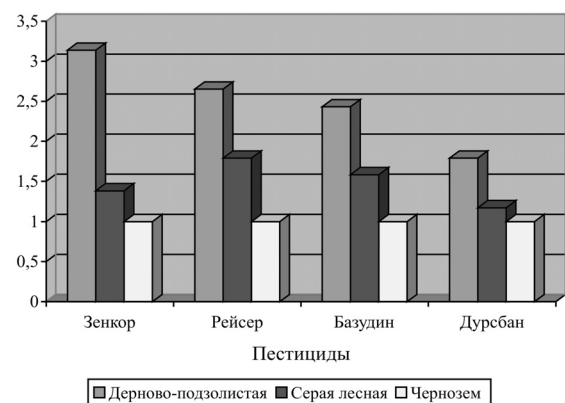


**Рис. 2. Индекс потенциальной нагрузки для инсектицидов из класса пиретроидов (а), фосфорорганических и фенилпиразолов (б), используемых для защиты картофеля в Ленинградской области на дерново-подзолистых почвах**

Большинство инсектицидов не представляет угрозы для дальнейшего загрязнения почвенной биоты. Для Ленинградской области из фосфорорганических инсектицидов среднее значение индекса потенциальной опасности, превышающее единицу у Базудина и Дурсбана, а для пиретроидов — у Цимбуша (рис. 2). Однако значения параметров, характеризующих липофильность пиретроидных инсектицидов, не попадают в область применимости моделей, на которых основаны индексы потенциальной и актуальной нагрузки на почву. Поэтому для этих пестицидов была использована нелинейная модель, отражающая неоднородность процесса сорбции (рис. 2а). Выполненные расчеты показывают, что использование индекса потенциальной нагрузки может завышать степень риска применения пиретроидов.

Оценка по индексу актуальной нагрузки инсектицидов на почву показала, что наибольшее значение этот индекс (как и следовало ожидать) принимает для инсектицидов с наименьшей способностью к сорбции. Наибольшую опасность с этой точки зрения в Ленинградской области представляют супесчаные почвы, а для Среднего Поволжья — дерново-подзолистая почва (рис. 3, 4). Индекс актуальной нагрузки может применяться для ранжировки пестицидов в сочетании с другими безразмерными комплексами, например, с коэффициентом безопасности. Отношение этих индексов показывает, во сколько раз усилится или уменьшится эффект первоначального токсического действия инсектицида на почвенную биоту.

Относительная актуальная нагрузка



**Рис. 3. Актуальная нагрузка пестицидов, используемых при защите картофеля в Среднем Поволжье, на дерново-подзолистую и серую лесную почвы в сравнении с черноземом**

Сравнение по индексу потенциальной опасности гербицидов и инсектицидов, используемых в рассматриваемых регионах, показывает, что применение гербицида Рейсер представляет опасность как в одном, так и в другом случае, рис. 5 (концентрация пестицида превышает ПДК почти в 5 раз). Увеличение опасности применения Базудина для почв данного района Среднего Поволжья связано с увеличением нормы расхода инсектицида. В целом, характер опасности применяемых пестицидов для обоих регионов одинаков, что может отражать недифференцированность самого показателя ПДК, не связанного ни с типом почвы, ни с климатическими особенностями региона.

Классификация, основанная на достаточно грубых обобщенных моделях, может быть недостаточна. В тех случаях, когда индекс потенциальной опасности близок к единице, следует провести компьютерный эксперимент с использованием, например, имитационной системы PESTINS. Разработанные

Относительная актуальная нагрузка

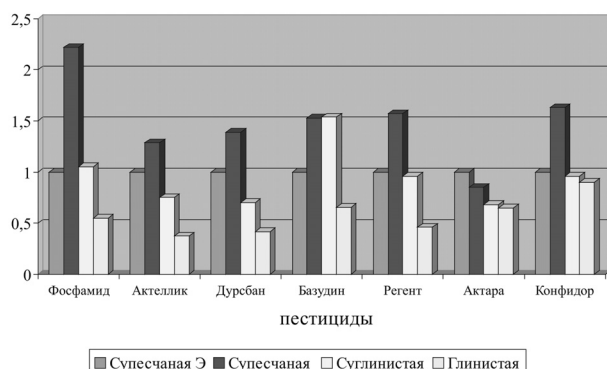


Рис. 4. Актуальная нагрузка фосфорорганических инсектицидов, неоникотиноидов и фенилпирозолов, используемых при защите картофеля в Ленинградской области, на дерново-подзолистые почвы различного гранулометрического состава в сравнении с эталонной супесчаной почвой

имитационные модели поведения пестицидов в почве, являясь инструментом, предназначенным для изучения динамики системы пестицид — почва — растение на уровне взаимодействия процессов, в то же время могут привлекаться для создания критериев экологической опасности пестицидов.

Представленный материал показывает возможности обобщений имитационных моделей для построения

Индекс потенциальной нагрузки

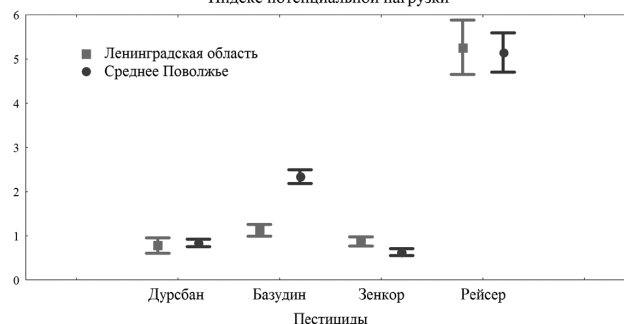


Рис. 5. Сравнительная характеристика индекса потенциальной нагрузки двух фосфорорганических инсектицидов и двух гербицидов для почв Ленинградской области и Среднего Поволжья.

простых процедур сравнительной оценки поведения пестицидов в течение вегетационного периода и определения границ их применения. На основе теории подобия параметры обобщенных математических моделей использованы в построении безразмерных интегральных показателей (индексов). Разработанные индексы актуальной и потенциальной нагрузки на почву позволяют ранжировать пестициды по степени их возможной экологической опасности для почв агроценозов, а также определять наиболее уязвимые для воздействия пестицидов почвы.

## СОРНЫЕ И КУЛЬТУРНЫЕ РАСТЕНИЯ КАК КОНСОРБЕНТЫ АГРОФИТОЦЕНОЗА

Г.Е. Ларина, Л.Д. Протасова, Всероссийский НИИ фитопатологии

Особенность взаимоотношений культурных и сорных растений в агрофитоценозе состоит в том, что к ним нельзя в полной мере отнести термин фактор устойчивости агроэкосистемы, особенно в биологической системе земледелия. С одной стороны, известно отрицательное влияние сорных растений на урожайность культур, с другой — устойчивость работы агроэкосистемы зависит от разнообразия видов, составляющих данную систему [1]\*. Во взаимоотношениях между организмами в агрофитоценозе важную роль играет межвидовая конкуренция (или конкурентное сдерживание). Например, в районах с достаточным увлажнением посевы ржи и пшеницы при повышенных нормах высева, узких междурядьях или высеянные перекрестно при своевременной подкормке конкурентоспособны в отношении многих злаковых сорняков, т.е. такие посевы не нуждаются в обработке гербицидами [3]. В агроценозах однолетних культур защитным мероприятием является смена условий — севооборот, сортосмена. В агроценозах с многолетними культурами или под черным паром (залежь) создается некое подобие рудерального (пионерского) сообщества из неотенных многолетних, не существующих самостоятельно в природе форм растений *r*-стратиотов [4]. Они характеризуются ранним вступлением в возраст плодоношения, ускоренным старением и высокой продуктивностью.

В 1998—2005 гг. на опытных участках (без применения химических средств защиты растений) ОПИВНИИФ (Московская обл.) проводили наблюдения и анализировали формирование структуры агрофитоценозов в посевах зернобобовых (горох, кормовые бобы) и зерновых ко-

совых (озимая пшеница) культур, а также парового поля. Опытные участки готовили согласно принятой агротехнике для условий Московской области. Она включала зяблевую вспашку отвальным плугом ПН-4-35 поздней осенью на глубину 22—25 см и весеннюю культивацию культиватором КПН-4 с зубowymi боронами на глубину 3—5 см. Минеральные удобрения применяли ежегодно ( $N_{60}P_{30}K_{50}$ ). Почва дерново-подзолистая среднесуглинистая, средней степени окультуренности с содержанием гумуса 2,6%,  $pH_{\text{ср}} = 5,1$ . Учеты засоренности проводили количественно-весовым методом. Анализ зависимостей проводили математическими методами, принимается, что при значении коэффициента детерминации  $r^2 > 0,45$  связь между величинами достоверна.

Во все годы исследований климатические условия были близки к оптимальным для роста и развития растений, однако 2003 г. характеризовался как более влажный, а 2002 г. — как наиболее сухой по сравнению со среднеевропейскими данными.

В 2000 г. внесение органических (торф, 50 т/га) и минеральных (нитроаммофоска, 300 кг/га) удобрений вызвало активное нарастание биомассы сорной растительности в 2001 г., которое продолжается и до настоящего времени в условиях парового поля (рис. 1). В условиях отсутствия конкурентной культуры установлена статистически значимая зависимость между численностью сорняков на 1 м<sup>2</sup> парового поля и погодными условиями ( $r^2 = 0,57$  для температуры воздуха и  $r^2 = 0,48$  для количества осадков). Показатель биомассы не отражает изменений погодных условий, но хорошо коррелирует с уровнем плодородия почвы: связь между биомассой и  $C_{\text{орг}}$  составила  $r^2 \geq 0,8$ .

\* Со списком литературы можно ознакомиться на сайте [www.agroxxi.ru](http://www.agroxxi.ru)

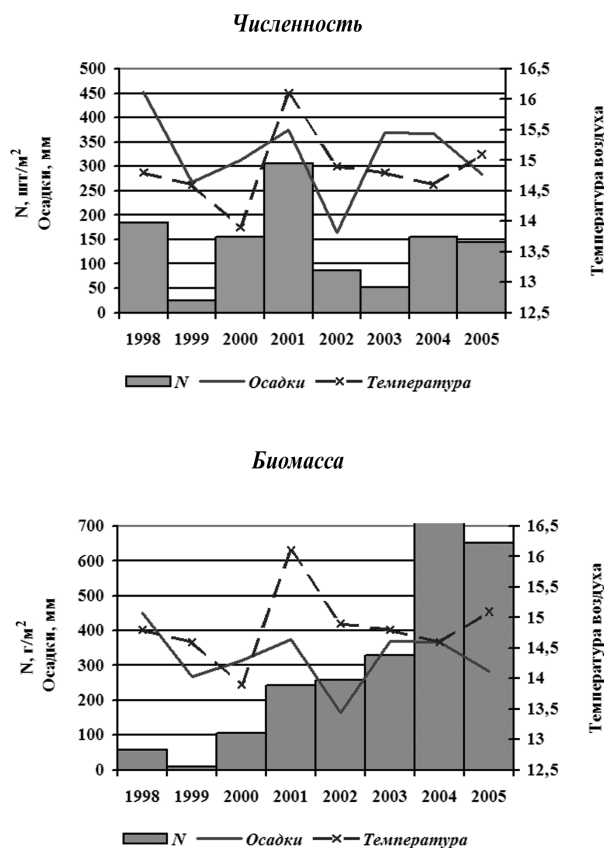


Рис. 1. Изменение общего уровня засоренности (N) в агрофитоценозе парового поля в разные годы наблюдений

При низких температурах кормовые бобы растут медленнее, чем сорняки, которые к тому же хорошо набирают массу и конкурентоспособны. Для озимой пшеницы зависимость другая — при низких температурах эта культура биологически приспособлена к росту лучше, чем сорняки. Горох использует побеги многолетних и зимующих сорняков для закрепления стебля, но в годы с достаточным увлажнением плохо конкурирует с ними. На пару межвидовая конкуренция происходит между сорными растениями, и очень хорошо видно, что обильные осадки положительно влияют на численность всех биологических групп сорняков, однако в условиях прохладного лета активен естественный прирост яровых видов, отличающихся более пластичными свойствами [5].

Формирование сорного сообщества агроценоза парового поля, посевов зерновых и зернобобовых культур (без применения пестицидов) во все сезоны наблюдения происходило при участии трех биологических групп сорняков — зимующих, яровых и многолетних. Установлено, что рост многолетних сорняков и зимующих сорняков независимо от конкурирующей культуры определяется температурными условиями года (для температуры  $r^2=0,62$  и  $r^2=0,82$  соответственно), а яровых — режимом увлажнения (осадки  $r^2=0,43$ ).

Средние многолетние данные по составу биологических групп сорных растений свидетельствуют о доминировании зимующих видов в посевах озимой пшеницы (61—66%), яровых в посевах гороха и кормовых бобов (44—72%) и многолетних на пару (28—56%). Отмечена тенденция увеличения общей биомассы сорняков в ряду: горох (172 г/м² и 176 шт/м²) < пар, озимая пшеница (345 и 219) < кормовые бобы (470 и 159).

Установлены основные засорители агроценозов некоторых культур:

#### горох

ромашка непахучая (*Matricaria inodora* L.), горцы (*Polygonum* sp.), дымянка лекарственная (*Fumaria officinalis*

L.), ромашка душистая [*Matricaria matricarioides* (Less.) Porter], сушеница топяная (*Gnaphalium uliginosum* L.), бодяк полевой [*Cirsium arvense* (L.) Scop.], осот полевой (*Sonchus arvensis* L.), полынь обыкновенная (*Artemisia vulgaris* L.);

#### кормовые бобы

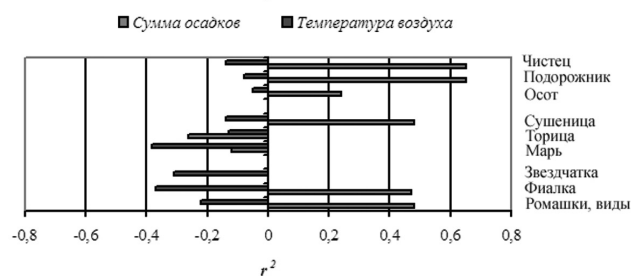
звездчатка средняя [*Stellaria media* (L.) Vill.], ромашка непахучая (*Matricaria inodora* L.), горцы (*Polygonum* sp.), марь белая (*Chenopodium album* L.), ромашка душистая [*Matricaria matricarioides* (Less.) Porter], сушеница топяная (*Gnaphalium uliginosum* L.), торица полевая (*Spergula arvensis* L.), осот полевой (*Sonchus arvensis* L.);

#### озимая пшеница

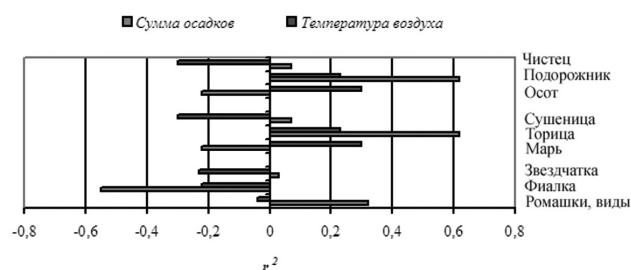
ромашка непахучая (*Matricaria inodora* L.), фиалка полевая (*Viola arvensis* Murr.), ярутка полевая (*Thlaspi arvense* L.), марь белая (*Chenopodium album* L.), пикульник обыкновенный (*Galeopsis tetrahit* L.), звездчатка средняя [*Stellaria media* (L.) Vill.], крестовник обыкновенный (*Senecio vulgaris* L.), мятлик однолетний (*Poa annua* L.), пастушья сумка обыкновенная [*Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik.], горцы (*Polygonum* sp.), дымянка лекарственная (*Fumaria officinalis* L.), сушеница топяная (*Gnaphalium uliginosum* L.), торица полевая (*Spergula arvensis* L.), бодяк полевой [*Cirsium arvense* (L.) Scop.], осот полевой (*Sonchus arvensis* L.).

В результате в посевах озимой пшеницы высокую конкурентоспособность составляли сорные виды семейств Астровые (26—80% по численности, 58—90% по массе) и Яснотковые (1—15 и 1—12) независимо от года испытаний. В посевах гороха доминируют сорные виды семейств Астровые (1—23% по численности), Гвоздичные (2—82) и Маревые (7—72), однако культура конкурентоспособна

#### Горох



#### Кормовые бобы



#### Озимая пшеница

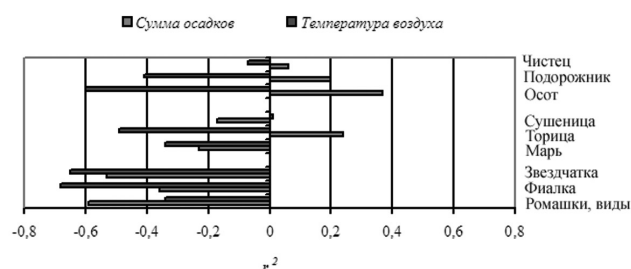


Рис. 2. Зависимость численности сорных растений от изменений гидротермического режима (при  $r^2 > 0,45$  достоверна связь)

по отношению к видам семейств Гречишные, Мятликовые, Фиалковые и Фумариевые. В посевах кормовых бобов высокую конкурентоспособность составляют сорные виды семейств Астровые (34—49% по численности) и Маревые (8—26), а в отношении видов семейств Мареновые, Мятликовые, Фиалковые и Фумариевые культура является конкурентоспособной.

Анализ особенностей роста трех видов сорняков из каждой биологической группы с учетом конкурирующей культуры позволил продемонстрировать влияние погодных условий на межвидовую конкуренцию сорных и культурных растений (рис. 2). Во всех наблюдаемых агроценозах с увеличением осадков нарастает численность подорожника и торицы, т.е. в этих условиях культура практически не конкурентоспособна по отношению к этим сорнякам. Четко выделяется конкурентоспособность озимой пшеницы. Эта культура проигрывает только осоту и мари, рост которых определяется наличием достаточного запаса влаги в почве. В посевах зернобобовых культур сорная растительность (чистец, подорожник, сушеница, торица, фиалка, ромашка) реагирует на изменения комбинации факторов — температуры и влажности. Это связано не только с представительностью в сорном ценозе разных биологических групп растений, но и высокими потребностями самой культуры в тепле и влаге.

Таким образом, погодные условия оказывают доминирующее влияние на межвидовую конкуренцию сорных растений и разных по биологии культур. Несмотря на изменения видового разнообразия сорно-полевой растительности в рассматриваемых агроценозах в зависимости от конкретных условий года, доминируют, как правило, засорители из семейств Астровые (бодяк, осот, виды ромашки, сушеница, крестовник), Гвоздичные (звездчатка, торица), Яснотковые (виды пикульников, яснотка, чистец болотный), Капустные (пастушья сумка, ярутка, сурепка), Маревые (марь белая), Фиалковые (фиалка полевая).

Конкурирующее взаимодействие сорных и культурных растений в агрофитоценозе озимой пшеницы выражено четче, т.к. весной (при хорошей перезимовке) культура способна самостоятельно конкурировать с зимующими и яровыми видами сорняков, и слабее с многолетниками — наиболее высокие значения  $r^2 > 0,6$  характерны для звездчатки и фиалки. Для зернобобовых культур очень важно регулировать рост сорняков в первой половине вегетации в условиях максимальной конкуренции за свет и влагу.

Установлены максимально адаптированные к стрессовым ситуациям (колебания режима увлажнения и др.) засорители в посевах гороха (ромашка, фиалка, сушеница, подорожник, чистец), кормовых бобов (фиалка, торица и подорожник) и озимой пшеницы (ромашка, фиалка, звездчатка, осот). ■

## ЖЕЛТАЯ ПЯТНИСТОСТЬ ЛИСТЬЕВ ПШЕНИЦЫ НА СЕВЕРНОМ КАВКАЗЕ: СТРУКТУРА ПОПУЛЯЦИИ ПАТОГЕНА И УСТОЙЧИВОСТЬ РАСТЕНИЯ-ХОЗЯИНА

О.Ю. Кремнева, Г.В. Волкова, Всероссийский НИИ биологической защиты растений

Одна из основных причин высоких потерь урожая зерна в России, в том числе и на Северном Кавказе — интенсивное развитие грибных заболеваний. Так, в последние годы доминирующее положение в составе патогенного комплекса пшеницы на юге России занимает желтая пятнистость листьев, или пиренофороз [*pyrenophora tritici-repentis* (Died.) Drechsler]. В России на территории Северного Кавказа патоген обнаружен в 1985 г. [Гранин и др., 1989] и с тех пор встречается ежегодно [Андропова, 2001; Кремнева, 2005]. Средние потери урожая составляют 10—25%, в условиях эпифитотий — 40—60% [Hosford et al., 1990].

Важное место в системе биологизированной защиты растения-хозяина занимают устойчивые сорта. Чтобы расширить их генетическое разнообразие, необходим постоянный поиск надежных источников устойчивости среди важнейших видов пшеницы и ее диких сородичей. Изучение изменчивости популяций фитопатогенных грибов — необходимое звено при селекции устойчивых сортов растений, создании инфекционных фондов, установлении ареалов популяций, территориальном размещении источников и доноров устойчивости к болезни.

Цель наших исследований — изучение структуры популяции возбудителя желтой пятнистости листьев по морфолого-культуральным признакам, вирулентности на Северном Кавказе, а также оценка устойчивости сортов пшеницы и ее диких сородичей к данному патогену.

В процессе исследований проанализировано 108 моноконидиальных изолятов гриба, полученных из различных зон Северного Кавказа. В зависимости от географического происхождения собранного биоматериала все изоляты отнесены к трем группам (образцам популяций): КР05 — Краснодарский край, 2005 г.; СТ05 — Ставропольский край, 2005 г.; Р05 — Ростовская обл., 2005 г.

Морфолого-культуральные свойства колоний патогена изучали на среде V4 (на основе овощных соков) по трем

основным критериям: скорости роста на питательной среде, внешнему виду и строению колоний, интенсивности споруляции *in vitro*. Выделено 3 морфологических типа, различающихся по цвету и топографии воздушного и субстратного мицелия, а также по споровой продуктивности. У изолятов, выделенных из районов Центральной и Южной предгорной зоны (Краснодарский и Ставропольский край) с разной частотой встречались все 3 морфотипа. У изолятов Северной зоны (Ростовская обл.) — только 2, что может быть объяснено меньшим фенотипическим разнообразием изолятов данной группы.

Изучение структуры популяции патогена по вирулентности проводили на подобранном нами наборе сортов-дифференциаторов. Для сравнительной характеристики моноконидиальных изолятов гриба, имеющих различное происхождение, использовали такие признаки, как частота встречаемости общих фенотипов вирулентности и число вирулентных изолятов к отдельным сортам-дифференциаторам.

В различных группах изолятов патогена выявлено высокое разнообразие по расовому составу. Среди 108 выделенных моноконидиальных изолятов определено 38 рас. В каждой исследованной группе выявлены расы, не обнаруженные в других. Индекс расстояния Роджерса [Михайлова и др., 1998] показал самые большие значения при сравнении изолятов Р05 и КР05 (0,120), СТ05 и Р05 (0,143). Это свидетельствует об их отдаленности друг от друга по проценту общих фенотипов вирулентности. Изоляты КР05 и СТ05 оказались схожими по этому признаку.

Фенотипическое разнообразие, оцененное при помощи индекса Шеннона [Афанасенко, 1998], свидетельствует, что образцы популяций КР05 отличаются большим фенотипическим разнообразием, чем образцы СТ05 и Р05.

Выявлены различия в исследуемых группах по числу вирулентных изолятов к отдельным сортам-дифференциаторам.

При использовании критерия  $\chi^2$  установлена достоверность различий между образцами КР05 и Р05, СТ05 и Р05 (значения  $\chi^2$  превышали критическую величину 7,81 и составляли 12,2 и 8,48 соответственно). Образцы КР05 и СТ05 не отличались по данному критерию (2,39), предположительно за счет схожих условий окружающей среды.

Средняя вирулентность, рассчитанная по формуле Мартенса [Martens, 1968], в исследуемых группах была различной. Более вирулентной оказалась группа изолятов СТ05 (средняя вирулентность — 3,9), менее вирулентной — Р05 (2,0). Изоляты СТ05 были выделены из районов, расположенных в более благоприятных для развития возбудителя болезни условиях (в Южной предгорной зоне). Известно, что окружающая среда оказывает влияние на структуру популяций патогена вследствие ее влияния на скорость размножения, которая сама по себе определяет темпы мутационного процесса, интенсивность генетических обменов и т.п. [Дьяков, 1998].

Отличия изолятов КР05 от Р05 и СТ05 от Р05 связаны, в первую очередь, с агроклиматическими особенностями районов, в которых был собран биоматериал. Изоляты образцов популяций КР05 и СТ05 выделены из районов, принадлежащих к Центральной и Южной предгорной зонам, которые характеризуются достаточно умеренным увлажнением (300—500 мм за период активной вегетации). Изоляты Р05 выделены из районов Северной зоны — зоны недостаточного увлажнения (230—240 мм).

Важный фактор, влияющий на структуру популяции гриба, — сортовые особенности в исследуемых районах, которые были характерными для каждой зоны. Выявленные различия могут быть связаны и с биологическими особенностями патогена. В популяциях полициклических грибов, формирующих несколько генераций за сезон, скорость изменения соотношения фенотипов определяется их относительными приспособительными способностями и продолжительностью генераций.

В 2004—2006 гг. мы провели оценку 43 сортов озимой мягкой пшеницы на устойчивость к возбудителю желтой пятнистости в полевых условиях на искусственном инфекционном фоне. В результате 14% (6 сортов — Дельта, Дока, Зарница, Красота, Лира, Ростислав) проявили устойчивость (степень развития болезни до 20%), 14% (6 сортов — Есаул, Соратница, Фортуна и др.) — сла-

бую восприимчивость (степень развития болезни от 21 до 30%), 35% (15 сортов — ПалПич, Донской простор и др.) — восприимчивость (степень развития болезни от 31 до 50%), 37% (16 сортов — Зерноградка 11, Старшина, Гранит и др.) были высоко восприимчивыми к патогену (степень развития болезни от 51 до 80%).

Для оценки сортов пшеницы на расоспецифическую устойчивость к патогену проведена оценка этих сортов к 30 расам *P. tritici-repentis* в условиях теплицы. В результате сорта, дифференциально реагирующие на разные по вирулентности расы возбудителя (т.е. устойчивые к одним расам и восприимчивые к другим), обладали расоспецифической устойчивостью. Высоким уровнем расоспецифической устойчивости (частота встречаемости вирулентных изолятов не превышала 15%) обладали 9 сортов (21% от числа изученных). Из них сорта Ростислав, Красота, Зарница, Дока проявили также и полевую устойчивость.

В 2004—2006 гг. на стационарном участке на фоне искусственного заражения проведена оценка 242 сортов озимой и яровой мягкой пшеницы отечественной и зарубежной селекции из коллекции ВИР, 51 образца *Agilops taushii* и 150 редких видов пшеницы. Наибольший процент устойчивых образцов встречался среди диких видов пшеницы *Triticum monosocum*, *T. macha*, *T. timopheevi* и *Agilops taushii*. Всего устойчивость к патогену проявило 58 сортообразцов. Образцы, прошедшие 3-летние испытания, могут быть рекомендованы для селекции устойчивых к *P. tritici-repentis* сортов пшеницы в условиях Северного Кавказа.

Таким образом, результаты изучения структуры природной популяции *P. tritici-repentis* по морфолого-культуральным свойствам и вирулентности свидетельствуют о ее неоднородности на территории Северного Кавказа. Данные популяционных исследований патогена могут быть использованы в селекции устойчивых сортов, при территориальном их размещении, в совершенствовании защиты культуры от болезни. Сорта пшеницы, проявившие полевую устойчивость и обладающие высоким уровнем расоспецифической устойчивости, представляют производственный интерес при планировании структуры посевных площадей культуры в регионе. Коллекционные образцы, устойчивые к *P. tritici-repentis*, могут быть рекомендованы для селекции сортов пшеницы как источники устойчивости к данному возбудителю. ■

## ИЗУЧЕНИЕ СТРУКТУРЫ И ИЗМЕНЧИВОСТИ ПОПУЛЯЦИИ БУРОЙ РЖАВЧИНЫ ПШЕНИЦЫ В ПОВОЛЖЬЕ

Т.С. Маркелова, НИИ сельского хозяйства Юго-Востока

Селекция на устойчивость к болезням сталкивается со сложным характером взаимодействия двух биологических систем — растения-хозяина и патогена. Основу этих взаимоотношений сформулировал еще Н.И. Вавилов [1]\*. Поэтому для успешной селекции на иммунитет необходимо знание генетического состава популяции патогена и на этой основе осуществлять подбор доноров устойчивости. В первую очередь это относится к таким пластичным патогенам, как бурая ржавчина пшеницы.

Состав популяции бурой ржавчины отличается высокой динамичностью. Значительное число уредогенераций за вегетационный период, миграция спор на большие расстояния, наличие промежуточных растений-хозяев и полового процесса способствуют появлению в популяции новых биотипов, которые устанавливаются по вирулентности к специальному набору моногенных линий, различающихся генами устойчивости.

В настоящее время для изучения состава популяции бурой ржавчины *P. recondita* f. sp. *tritici* используются моногенные линии сорта Thatcher. Они близки друг к другу по фенотипу, но отличаются наличием одного из генов устойчивости. Для идентификации фенотипного состава популяции патогена включаются также ржавчиноустойчивые сорта отечественной селекции (Кавказ, Аврора, Саратовская 46, Л503, Ершовская 32, Прохоровка, Смуглянка) [2].

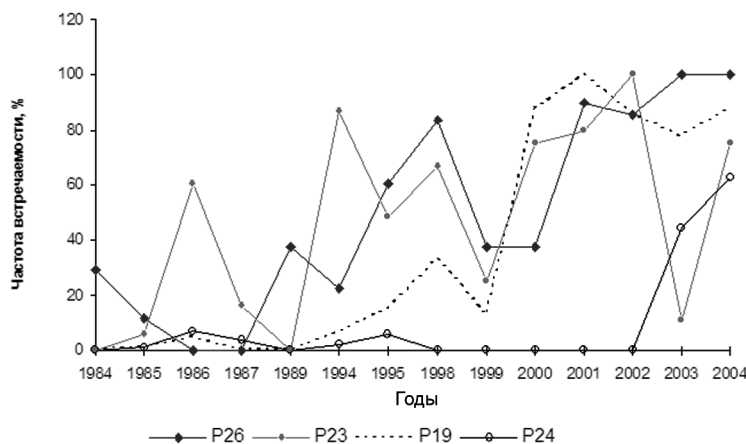
Изучение структуры популяции патогена складывается в основном из двух направлений: определение частоты встречаемости вирулентных клонов к определенным генам устойчивости; изучение изменчивости популяций в результате создания и внедрения в производство новых, в т.ч. устойчивых, сортов пшеницы.

В течение вегетационного периода из разных географических зон региона собираются уредообразцы

\* Со списком литературы можно ознакомиться на сайте [www.agroxxi.ru](http://www.agroxxi.ru)

бурой ржавчины. В тепличных боксах при оптимальных условиях для развития растений и патогена (температура +20...+22°C, относительная влажность воздуха 60—70%, освещенность 10 тыс. лк) из уредообразцов выделяют монопустульные клоны и размножают на восприимчивом сорте озимой пшеницы Лютеценс 230. Размноженные клоны содержат под стеклянными изоляторами. Затем каждый из них идентифицируют на наборе моногенных линий.

С созданием сортов, устойчивых к ржавчине, и использованием их в качестве дополнительных дифференциаторов появилась возможность наблюдать динамику отдельных биотипов в саратовской популяции. Это хорошо прослеживается на представленности по годам патотипов P26, вирулентных к сорту Кавказ (рис.).



**Частота встречаемости клонов вирулентности бурой ржавчины в саратовской популяции, %**

Патотипы, вирулентные к сорту Кавказ, были обнаружены в саратовской популяции гриба уже в 1971 г. В это время в Северо-Кавказском регионе, в частности в дербентской популяции, такие клоны были представлены в незначительном количестве (не более 0,02%) [3]. В саратовской популяции в 1971 г. было 8,0% клонов P26, в 1972 г. — 16,5, а в 1973 и 1974 гг. — уже 54,5 и 76,0% соответственно. Несмотря на то что в 1971 и 1972 гг. бурая ржавчина в Поволжье находилась в депрессии, в популяции присутствовали и даже накапливались клоны P26.

Следующие два года (1973 и 1974) были эпифитотийными. Это способствовало резкому увеличению содержания вирулентных клонов в популяции. В эти же годы отмечалось массовое поражение сорта Кавказ, занявшего к этому времени значительные площади в Краснодарском крае, Ростовской обл. и на Украине [4].

Поскольку в Саратовской обл. в производстве отсутствовали сорта с геном Lr26, становится очевидным, что состав местной популяции во многом определяется миграцией инфекции из южных и юго-западных районов России.

Дальнейшие наблюдения показывают, что частота встречаемости клона P26 в местной популяции сильно колеблется по годам. В годы эпифитотий количество их резко возрастает и значительно уменьшается в сухие жаркие годы, когда бурая ржавчина находится в депрессии. По-видимому, в годы эпифитотий инокулюм, приспособленный к повышенной влажности юго-западных и западных районов России, заносится в Поволжье и при благоприятных условиях накапливается в местной популяции. В сухие жаркие годы эти клоны выпадают из популяции как менее конкурентоспособные в жестких условиях Юго-Востока. Поэтому в годы депрессий бурой ржавчины (1975, 1979, 1980, 1983, 1986, 1987, 1988) частота встречаемости клона P26 снижалась с 7,3% до 0. Напротив, в годы эпифитотий (1973, 1976, 1978, 1989) частота встречаемости клона P26 возрастала с 54,5 до 100%.

Если рассматривать общую тенденцию динамики в популяции клона P26 по годам, то можно отметить следующее.

В начале 1970-х гг., когда в производстве довольно широко начали возделывать сорт озимой пшеницы Кавказ, в популяции бурой ржавчины стал накапливаться вирулентный клон P26. Его количество нарастало с расширением посевных площадей, и сорт потерял устойчивость. В результате к середине 1970-х гг. резко сократились площади его возделывания. Частота встречаемости клона P26 еще продолжала расти, поддерживаемая периодически повторяющимися эпифитотиями. Однако к концу 1980-х гг. количество вирулентных клонов P26 снизилось до 0. Начиная с 1989 г. вновь наблюдается увеличение частоты встречаемости клона P26 в местной популяции (от 37,5% в 1989 г. до 100,0% в 2003—2004 гг.).

Можно предположить, что ген Lr26 окончательно потерял эффективность и дальнейшее использование его в селекции в нашей зоне бесперспективно.

В настоящее время в поволжской популяции бурой ржавчины идентифицировано 35 генов вирулентности. Наиболее распространенные из них pp1, 1+gene, 2b, 2d, 2c, 3, 3ka, 4, 10, 11, 12, 14a, 14b, 15, 16, 17, 18, 20, 21, 22, 22a, 22b, 25, 27, 29, 30, 32, Ech, B (всего 31). Частота встречаемости данных патотипов была высокой на протяжении всех лет исследований (1984—1989, 1994—2003) и составляла от 63,6 до 100%.

В отдельные годы (1986, 1987, 1994, 1995) встречаемость некоторых клонов снижалась. В эти годы выявлялись биотипы с генами, авирулентными к Lr1, 3ka, Ech, 1+27+31.

По нашим данным, основную часть местной популяции бурой ржавчины составляют патотипы, имеющие 31 и более генов вирулентности. Это свидетельствует о высокой степени вирулентности поволжской популяции *Puccinia recondita*.

В 1970—1980-х гг. наиболее эффективными для защиты пшеницы от бурой ржавчины во всех регионах России были гены Lr9, Lr19, Lr24. Однако в 1985 г. в поволжской популяции нами были выявлены новые клоны вирулентности, ранее отсутствовавшие (Pp23, 19, 24). Частота встречаемости их была невысока (от 1% — Pp19 и 24 до 5,9% — P23), но затем стала возрастать (табл. 1, рис.). Это объясняется тем, что в селекции все чаще стали использоваться гены Lr23, Lr19.

**Таблица 1. Частота встречаемости клонов вирулентности в поволжской популяции бурой ржавчины, %**

| Год  | P26  | P23  | P19  | P24  | P9 | Степень развития бурой ржавчины |
|------|------|------|------|------|----|---------------------------------|
| 1984 | 29,2 | 0    | 0    | 0    | 0  | Депрессия                       |
| 1985 | 11,3 | 0    | 0    | 0    | 0  | Депрессия                       |
| 1986 | 0    | 60,5 | 4,6  | 7,0  | 0  | Депрессия                       |
| 1987 | 0    | 16,4 | 0    | 3,6  | 0  | Депрессия                       |
| 1989 | 37,5 | 0    | 0    | 0    | 0  | Эпифитотия                      |
| 1994 | 22,2 | 86,7 | 6,7  | 2,2  | 0  | Эпифитотия                      |
| 1995 | 60,6 | 48,5 | 15,2 | 6,0  | 0  | Депрессия                       |
| 1998 | 83,3 | 66,7 | 33,3 | 0    | 0  | Депрессия                       |
| 1999 | 37,5 | 25,0 | 12,5 | 0    | 0  | Депрессия                       |
| 2000 | 37,5 | 75,0 | 87,5 | 0    | 0  | Эпифитотия                      |
| 2001 | 90,0 | 80,0 | 100  | 0    | 0  | Эпифитотия                      |
| 2002 | 85,7 | 100  | 85,7 | 0    | 0  | Умеренная                       |
| 2003 | 100  | 11,1 | 77,7 | 44,4 | 0  | Эпифитотия                      |
| 2004 | 100  | 75,0 | 87,5 | 62,5 | 0  | Эпифитотия                      |

В 1986 г. частота встречаемости клона вирулентности P19 составляла 4,6%, а к 1998 г. возросла до 33,3%. В 2001 г., когда наблюдалась сильная эпифитотия бурой ржавчины, частота встречаемости клона P19 достигла 100%. В последующие годы (2002–2004) произошла стабилизация клона P19 в популяции, частота встречаемости колебалась на уровне 77,7–85,7%. Следовательно, ген Lr19 практически потерял свою эффективность. Причиной этого послужило распространение в производстве сортов яровой мягкой пшеницы, имеющих ген Lr19 (Л503, Добрыня). Многолетний опыт [5] свидетельствует, что после достижения сортом, содержащим чужеродный R-ген, определенной «критической» посевной площади (свыше 100 тыс. га) его устойчивость теряется.

Создание и внедрение в производство нового сорта яровой мягкой пшеницы Л503 с эффективным геном устойчивости к бурой ржавчине Lr19 привело к появлению в популяции нового патотипа с комплементарным геном вирулентности. Резкое увеличение посевных площадей под этим сортом в разных регионах страны способствовало быстрому накоплению патотипа (P19) в популяции и, как следствие, к потере сортом устойчивости.

Ген Lr23 перенесен в мягкую пшеницу в результате скрещивания восприимчивого сорта Bobin W 392 с устойчивым сортом твердой пшеницы Gaza. От этого скрещивания получен австралийский сорт Gabo, который стал первым носителем гена Lr23 среди сортов мягкой пшеницы [6]. От скрещивания восприимчивого сорта мягкой пшеницы Steinwedel с *Triticum timopheevi* Zhuk. получен сорт Timstein. Показано, что устойчивость Timstein имеет ту же генетическую природу, что и Gabo [10]. Ген Lr23 идентифицировали у сортов Lee, Kenya Farmer, Gamenua [11]. Сообщается [6], что этот ген содержат также сорта Rosta (к-45294), Lee x Kenya Farmer (к-44440), Hore x Timstein (к-45294), Crim (к-46960).

По мнению некоторых авторов [7], эффективность гена Lr23 и пригодность его для использования в селекции в последние годы снижается из-за возникновения в популяциях патогена вирулентных к нему клонов. Это вызвано внедрением в производство во многих регионах сортов отечественной селекции с геном Lr23. Особенно высока встречаемость клонов, вирулентных к Lr23, на Украине, где при создании новых сортов широко используются доноры устойчивости с геном Lr23 [9].

Следует отметить, что в Поволжье, так же как и в других регионах, создано довольно много сортов с геном устойчивости Lr23 (Ершовская 32, Олимп, Куйбышевская 1, Смуглянка и др.), и, казалось бы, дальнейшее его использование в селекции бесперспективно. Однако по данным некоторых исследователей [8, 9], ген Lr23, перенесенный в мягкую пшеницу из генома твердой пшеницы, обеспечивает довольно высокий уровень горизонтальной устойчивости этим сортам. Несмотря на поражаемость в фазе проростка и довольно высокую частоту встречаемости клона вирулентности P23 в популяции, сильного развития заболевания на них не происходит.

Так, сорт озимой пшеницы Смуглянка, обладающий геном устойчивости к бурой ржавчине Lr23, имеет тип реакции иммунитета в фазе проростка 3, но даже в годы эпифитотии, когда частота встречаемости клона P23 в популяции достигала 86,7%, развитие бурой ржавчины на нем не превышало 20% (табл. 2). Этот уровень пораженности сохраняется с 1993 г.

Анализируя свои наблюдения и данные литературы [6], можно предположить, что ген Lr23 представляет сложный локус. Вероятно, он сцеплен с другими генами, обеспечивающими «slow rusting». В сорте Смуглянка возможно также взаимодействие гена Lr23 с преодоленными генами (Lr3 и др.) от сортов Мироновская 808, Саратовская 10, Безостая 1, которые присутствуют в родословной этого сорта.

**Таблица 2. Поражаемость сортов озимой пшеницы бурой ржавчиной в годы эпифитотий**

| Сорт           | 1993 г.     |     | 1994 г.     |       | 1996 г.     |       | 1997 г.     |       |
|----------------|-------------|-----|-------------|-------|-------------|-------|-------------|-------|
|                | тип реакции | %   | тип реакции | %     | тип реакции | %     | тип реакции | %     |
| Смуглянка      | 3           | 20  | 3           | 5–10  | 3           | 3–5   | 3           | 15–20 |
| Саратовская 90 | 3           | 100 | 3           | 70–80 | 3           | 60–70 | 3           | 80–90 |

Результаты исследований динамики вирулентности клона P23 показывают, что в 1985 г. частота встречаемости его в популяции бурой ржавчины составила 5,9%. В дальнейшем отмечался рост доли клонов P23 до 66,7% (1998 г.) и до 100% (2002 г.). Несмотря на высокую частоту встречаемости его в популяции (до 100%) и широкое использование в селекции гена Lr23, данный ген не потерял значения, поскольку сорта, защищенные этим геном, проявляют довольно высокий уровень полевой устойчивости.

Анализ динамики клона P24 показывает (табл. 1, рис.), что частота встречаемости его по годам была невысокой (от 1 до 7%), а в отдельные годы равнялась нулю. Вероятно, появление этого клона в местной популяции не связано со сменой растений-хозяев, а является результатом миграции спор. Нарастание численности клонов P24 не является следствием естественного отбора, поскольку в настоящее время в нашей зоне сортов с геном устойчивости Lr24 нет. Может ли он представлять интерес для селекции в нашем регионе, покажут дальнейшие наблюдения за сортами в производстве.

Для местной популяции бурой ржавчины остается эффективным ген Lr9. За все годы исследований не было обнаружено вирулентного к нему клона.

В 2001 г. в наших исследованиях в набор моногенных линий были включены несколько дополнительных — Lr35, Lr37, Lr38, Lr44 и LrW. Эффективной против местной популяции оказалась линия Lr W (тип реакции — 0; –2). Однако в 2003 г. она была поражена на уровне 15–20%.

Многолетнее изучение популяции при помощи набора моногенных линий с идентифицированными генами устойчивости приводит к выводу, что поволжская популяция *Puccinia recondita* f. sp. *tritici* эволюционно активна, причем вирулентность ее возрастает. Частота появления новых вирулентных патотипов увеличивается. Об этом свидетельствует анализ поражения сортов с различными генами устойчивости.

Из числа известных генов устойчивости надежно сохраняется эффективность только один ген — Lr9. Линии сорта Thatcher, так же как и сорта-дифференциаторы, перестают дифференцировать популяцию.

Однако, как показывает многолетний опыт исследования состава популяций, частота встречаемости вирулентных клонов в природных популяциях может меняться независимо от использования соответствующего гена устойчивости в коммерческих сортах. Поэтому исключение каких-либо линий Thatcher из набора может стать причиной потери ценной информации об изменениях, происходящих в структуре природных популяций бурой ржавчины. Дифференциация популяции бурой ржавчины при помощи моногенных линий серии Thatcher позволяет лишь объяснить ситуацию, существующую в структуре популяции патогена, а также установить причину потери сортами устойчивости.

Таким образом, основной стратегии селекции сортов с продолжительной устойчивостью к болезням должен быть мониторинг популяции бурой ржавчины, на основании которого разрабатывается план использования определенных источников устойчивости с различными генотипами, а также намечается тип устойчивости будущего сорта. Для создания генетического разнообразия необходим поиск новых генов устойчивости в мировом ассортименте *Triticum aestivum*, а также интрогрессия их от диких злаков.

# ЗАРАЖЕННОСТЬ СЕМЯН ЛЬНА-ДОЛГУНЦА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРИЕМОВ ВЫРАЩИВАНИЯ И СПОСОБОВ УБОРКИ

**В.П. Понажев, Всероссийский НИИ льна**

Результаты исследований, выполненные во ВНИИЛ при проведении серии полевых опытов (1996—2005 гг.), позволили выявить значимость некоторых технологических приемов возделывания льна для снижения зараженности семян болезнями, улучшения качества семенного материала. Опыты закладывали на делянках с учетной площадью 20—25 м<sup>2</sup>, повторность — 4—6-кратная. По гранулометрическому составу почва характеризовалась как легкосуглинистая и имела слабокислую реакцию ( $pH_{KCl} = 5,0—5,2$ ).

Установлено, что внесение под лен на окультуренной почве фосфорно-калийных удобрений ( $P_{60}K_{80}$ ) позволило получить семена льна-долгунца с наименьшей зараженностью болезнями (табл.). Повышенная доза азота (30 кг/га) увеличивала зараженность семян с 11 до 16%, а в сочетании с известкованием — до 19%. При этом в урожае возрастала доля семян с высокой зараженностью болезнями (более 39,5%), и прежде всего бактериозом. Эти семена имели пониженные всхожесть, массу 1000 шт. и измененный химический состав (N, P, K).

| <b>Зараженность семян льна-долгунца болезнями<br/>в зависимости от удобрения почвы<br/>(в среднем за 3 года)</b> |                          |                       |                                          |                                               |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-----------------------|------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| Удобрение под лен                                                                                                | Зараженность<br>семян, % | Всхожесть<br>семян, % | Доля семян<br>с высокой<br>зараженностью | Всхожесть<br>семян с высокой<br>зараженностью |
| Фон ( $P_{60}K_{80}$ )                                                                                           | 11                       | 92                    | 7                                        | 53                                            |
| Фон + $N_{30}$                                                                                                   | 16                       | 90                    | 9                                        | 55                                            |
| Фон + $N_{30}$ + $CaCO_3^*$                                                                                      | 19                       | 89                    | 11                                       | 67                                            |

\* Известь вносили в севообороте

Уменьшению зараженности семян льна-долгунца болезнями способствовало внесение на среднеслой ( $pH_{KCl} = 4,8$ ) легкосуглинистой окультуренной почве микроэлементов — бормагниевого удобрения (30 кг/га), цинка (4 кг/га), меди (2 кг/га). При этом не только снижался уровень зараженности семенного материала более чем в 1,5 раза, но и на 3—5% повышалась всхожесть семян.

Хороший эффект обеспечивала раздельная (2-фазная) уборка льна-долгунца, предусматривающая теребление и укладку растений в ленту, подъем и очес ее через 6—8 сут. Она по сравнению с комбайновой уборкой уменьшала зараженность семян болезнями с 20 до 12%, в т.ч. бактериозом с 9 до 4% (в отдельные годы — с 18 до 5%). При формировании ленты льна с коробочками в рулоны зараженность семян уменьшалась до 12%, в т.ч. бактериозом — до 6%. Это в первую очередь положительно сказалось на урожайных свойствах семенного материала.

Снижение уровня зараженности семян льна болезнями обеспечивало смещение сроков раздельной уборки к более раннему периоду. Теребление льна-долгунца за 4—5 дн. до наступления ранней желтой спелости по сравнению с ранней желтой уменьшало зараженность семян на 6%, в т.ч. бактериозом — на 2%.

Таким образом, уменьшение зараженности семян льна-долгунца, улучшение их качества обеспечивали исключение внесения на окультуренной, особенно на известкованной, почве повышенной дозы азота (30 кг/га), применение микроэлементов (бор, цинк, медь), а также уборка льна раздельным способом в ранние сроки.

## АНТРАКНОЗ САДОВОЙ ЗЕМЛЯНИКИ

**О.З. Метлицкий, С.Е. Головин, И.А. Ундрицова,  
Всероссийский селекционно-технологический институт садоводства  
и питомниководства,  
Н.А. Холод, Северо-Кавказский зональный НИИ садоводства и виноградарства**

В 2004–2005 гг. в Подмосковье и Краснодарском крае впервые отмечено поражение земляники наиболее опасной для культуры грибной болезнью — антракнозом. В Краснодарском крае в посадках сорта Мармалада, завезенного в 2003 г. из Италии, отмечено массовое поражение ягод черной гнилью. В фермерском хозяйстве Белореченского района урожай на площади около 2 га погиб полностью. В Подмосковье отмечено увядание растений сортов Зенга Зенгана, Полка, Редгонтлит, связанное с антракнозным поражением. Часть растений этих сортов была завезена из Польши и Финляндии.

Антракноз земляники — относительно недавно выявленная, но уже распространившаяся по всему миру болезнь. Потери урожая достигают 80%, а выпадения растений в маточных насаждениях — 33% и более. Болезнь опасна тем, что после заражения растений может длительное время никак себя не проявлять. Именно с такими бессимптомными растениями и произошло быстрое распространение антракноза.

Антракнозом поражаются практически все органы растений земляники. На усах и в верхней части черешков

молодых развернувшихся листьев возникают мелкие, продолговатые, вдавленные, красно-бурые, затем черные язвы. Сливаясь, они окольцовывают орган, вследствие чего листья, розетки или все растение увядают и засыхают. На листовых пластинках наблюдается множество светло-бурых, затем чернеющих пятен диаметром 0,5—2 мм. Сливаясь, они охватывают значительную часть поверхности, лист погибает. Могут возникать V-образные темно-бурые сектора вдоль жилок к краям листьев, сходные с таковыми при поражении фомопсионной или гномониозной пятнистостями. От пораженных листьев и усов заражаются цветки и плоды. Цветки при этом выглядят обожженными и отмирают. Через тычинки грибок проникает в цветоложе завязи. Чашечки плодов обесцвечиваются. На незрелых плодах возникают одиночные или групповые, вдавленные, от темно-бурых до черных пятна диаметром 1,5—3 мм. Засыхая, они приобретают шоколадно-бурый оттенок. На зрелых плодах наблюдаются вдавленные, с отчетливым краем округлые бронзово-бурые пятна, затем чернеющие пятна твердой сухой гнили. Семянки темнеют, поражение конусообразно распространяется



внутри ягоды на глубину 1 см и имеет вид «вдавленности от большого пальца». На незрелых плодах наблюдаются вдавленные шоколадные мокнувшие, затем некротизирующиеся пятна.

При наличии влаги пораженные зоны ягод покрываются коростой из слизистых клейких спор лососево-розового или желтого цвета. В сухую погоду больные ягоды ссыхаются или мумифицируются.

Антракнозная гниль рожков земляники приводит к внезапному увяданию и гибели растений. На пораженных разрезах рожков наблюдаются красновато-бурые, местами чернеющие полосы или карманы отмершей ткани. Сходные симптомы проявляются и при фитофторозном некрозе рожков. Корни антракнозных корней буреют и загнивают, вследствие чего угнетается рост растений, листья становятся хлоротичными.

Антракноз вызывается несколькими видами грибов из рода *Colletotrichum*. Однако в Европе встречается только *Colletotrichum acutatum* Simmonds. Гриб лучше всего развивается при +25...+28°C и относительной влажности воздуха 95–100%. При температуре ниже +10°C и выше +32°C рост мицелия прекращается. *C. acutatum* — очень пластичный вид, поражающий многие плодовые, овощные, декоративные и сорные растения, на которых может выживать в отсутствие земляники. *C. acutatum* составляет множество распатогенных для отдельных культур, в частности земляники. Предполагается, что болезнь распространилась на землянике по всем континентам с рассадой нейтральнодневных и ремонтантных сортов, поступивших из Калифорнии (США).

Гриб-возбудитель может выживать в почве и на остатках растений до 6–9 мес. в умеренном климате, но в тропиках и субтропиках быстро погибает. Помимо

рассады и других растительных материалов *C. acutatum* распространяется на руках сборщиков ягод, их одежде и обуви, орудиях, транспорте, с разносимыми ветром водяными брызгами, насекомыми. Болезнь особенно опасна в теплицах и пленочных укрытиях, на высокоплодородных или переудобренных азотом почвах, в загущенных плохо проветриваемых посадках.

Главное в борьбе с антракнозом — использовать для посадки гарантированно здоровую рассаду, выращенную в специализированных регулярно проветриваемых маточных насаждениях. Исходно здоровые растения получают с помощью культуры тканей. Для массовой терапии рассады перед высадкой и профилактики болезни можно использовать погружение розеток (на 30 мин.) в растворы фунгицидов или проводить обработку растений в состоянии зимнего покоя горячей водой (49°C в течение 5 мин.).

На плантациях для снижения потерь ягод от гнили используют 3–4-кратные опрыскивания растений фунгицидами в период цветения — начала формирования завязей. В Краснодарском крае обнадеживающие результаты получены при обработках земляники Хорусом.

Сорта земляники очень разнятся в своей устойчивости к *C. acutatum*, хотя их реакции могут резко изменяться в разные годы, в разных местах, при заражении разными расами патогена. Наиболее устойчивыми считаются сорта Викода, Давер, Идея, Пеган, Пеликан, Свет Чарли, выносливыми, но не стабильно устойчивыми — Адди, Белруби, Горела, Зенга Пентагрюзля, Зенга Фруктарина, Кембридж Фейворит, Мисей, Пандоро, Секвоя, Сельва, а высоковосприимчивыми — Богота, Брайтон, Брио, Гвардиан, Гера, Дана, Мармолада, Олстар, Редгонтлит, Церера. Селекция земляники на устойчивости к антракнозу ведется во многих странах мира. ■

## АССОРТАТИВНОСТЬ ЛЁТА САМЦОВ НЕПАРНОГО ШЕЛКОПРЯДА РАЗНОГО ФЕНОТИПА В ФЕРОМОННЫЕ ЛОВУШКИ

**В.И. Пономарев, Н.В. Шаталин, Е.М. Андреева,**  
**Ботанический сад Уральского отделения РАН,**  
**А.А. Орозумбеков, Кыргызский аграрный университет,**  
**А.М. Мамытов, Ошский технологический университет**

Половые феромоны насекомых широко применяют как в лесном, так и сельском хозяйстве. Одни из основных направлений их применения — мониторинг численности, массовый отлов самцов (создание «самцового вакуума»), дезориентация самцов. В связи с этим важно изучить степень соответствия морфофизиологических и генетических характеристик самцов, отлавливаемых в феромонные ловушки с реальными характеристиками популяции. Известно, что самцы обладают разной чувствительностью к феромонам самок. В отношении тутового шелкопряда показана прямая зависимость между степенью чувствительности и жизнеспособности потомства [3]\*. Имеются данные по влиянию гидротермических условий на чувствительность самцов непарного шелкопряда и других насекомых к феромонам [1].

В естественных условиях один из наиболее удобных маркеров, на основании которых возможно изучение ассортативности лета самцов в феромонные ловушки — окраска крыльев при наличии в популяции полиморфизма по этому признаку. У самцов непарного шелкопряда отмечают два основных типа окраски крыльев — серые и коричневые. При этом возможны различные оттенки этих типов — от светло-серых до черных и

от светло-коричневых до темно-коричневых. Показано, что темные самцы достоверно крупнее светлых [2, 4]. Менделевская наследуемость типов окраски была показана еще Р. Гольшмидтом [8]. В разных популяциях отмечаются значительные различия в доминировании того или иного типа окраски крыльев, при этом в некоторых из них отмечено изменение в доминировании окраски в зависимости от гидротермических условий [4]. Феромонный мониторинг [2] показал, что в Приморском крае в период депрессии преобладают светлые самцы, в продромальный период резко возрастает доля темноокрашенных особей, они же преобладают и в начале лета. Задача нашего исследования состояла в определении степени ассортативности лета самцов разного фенотипа в феромонные ловушки в зависимости от гидротермических условий.

Исследования проводили в горных условиях алтайской (Республика Алтай) и южнокыргызской (Республика Кыргызстан) популяции непарного шелкопряда. В алтайской популяции присутствуют самцы с серой, темно- и светло-коричневой окраской, южнокыргызской — с темно- и светло-коричневой окраской, самцы с серой окраской не встречаются. Для отлова самцов применяли

\* Со списком литературы можно ознакомиться на сайте [www.agroxxi.ru](http://www.agroxxi.ru)

закрытые феромонные ловушки типа «молочный пакет», в которые помещали диспенсеры, содержащие 500 мг (+) диспарлора и инсектицидные пластины, пропитанные 2,2-дихлорвинил диметилфосфатом.

В Республике Алтай исследования проводили в 2004 г. Анализировали окраску крыльев самцов, отловленных в две ловушки. Одна ловушка была установлена в поселке (котловина, ловушка №1), другая — на северном склоне горы рядом с поселком (ловушка №2), расстояние между ловушками — около 800 м. Проводили учет суточной динамики лёта (через каждые 4 ч) самцов в ловушки, окраски и размаха крыльев пойманных самцов. В южно-киргизской популяции учет лета самцов на феромонные ловушки проводили несколько лет в фисташковом (1000—1200 м над у.м.) и ореховом (1500—1800 м над у.м.) поясах насаждений. В 2002—2005 гг. учет проводили в течение всего периода лета, устанавливали по 10 ловушек, в 2006 г. — в течение 1 нед. на 1 ловушку в фисташковом поясе.

В алтайской популяции в котловине отмечался дневной суточный пик, на склоне горы — вечерний пик лета. По нашему мнению [7], это обусловлено устойчивым характером потоков воздуха в горных условиях. Зафиксировано два сезонных пика лета (с 29.07 по 05.08 и с 12.08 по 18.08), что связано с похолоданием с 06.08 по 11.08 (среднесуточные температуры опускались ниже +15°C). В первый пик при относительно высоких вечерних и ночных температурах существенные различия по соотношению фенотипов между ловушками не отмечены (табл. 1), но доля темно-коричневого фенотипа была выше в ловушке №1. Во второй пик, при низких вечерних и ночных температурах отмечено увеличение доли серого фенотипа в обеих ловушках и резкое увеличение доли светлого фенотипа в ловушке на северном склоне горы (№2). При этом отмечено значительное увеличение уловистости ловушки №2 по сравнению с №1. Размах крыльев был достоверно выше у темно-коричневых самцов (50 мм), у светло-коричневых он составлял 47 мм, у серых — 45 мм.

**Таблица 1. Соотношение доли по фенотипу и различия по размаху крыльев самцов, пойманных в феромонные ловушки, Республика Алтай, 2004 г.**

| Дата (номер ловушки) | Соотношение самцов по фенотипу, % |         |       | Всего отловлено, экз. | Температура, °C |             |
|----------------------|-----------------------------------|---------|-------|-----------------------|-----------------|-------------|
|                      | Темные                            | Светлые | Серые |                       | Средняя         | Минимальная |
| 29.07—05.08 (№1)     | 46                                | 35      | 19    | 281                   | 18              | 13          |
| 29.07—05.08 (№2)     | 32                                | 44      | 24    | 342                   | —               | —           |
| 12.08—18.08 (№1)     | 28                                | 40      | 32    | 201                   | 18              | 7           |
| 12.08—18.08 (№2)     | 17                                | 50      | 33    | 624                   | —               | —           |

Корреляционный анализ соотношения фенотипов и температуры показал достоверную положительную корреляцию в ловушке №1 доли темно-коричневого фенотипа со средней (0,68) и минимальной температурой (0,91), отрицательную (соответственно –0,68 и –0,88) — доли светло-коричневого фенотипа. В ловушке №2 по темно-коричневому фенотипу корреляций не отмечено, а со светло-коричневым они оказались положительными (0,88 и 0,88). Серый фенотип во всех случаях показал отрицательные корреляции (от –0,70 до –0,79).

Результаты учета в южнокиргизской популяции показали значительное изменение соотношения фенотипов самцов по окраске крыльев, пойманных в ловушки в разные годы (табл. 2). При этом наиболее высокая доля темно-коричневых самцов отмечалась

в 2005 г, самом теплом из всех годов наблюдения, самая низкая — в 2006 г. В этом же году отмечалась и самая низкая температура. Кроме того, во все годы в верхнем, более прохладном высотном поясе доля темного фенотипа всегда была меньше. Во все годы размах крыльев самцов темно-коричневого фенотипа был достоверно выше.

**Таблица 2. Размах крыльев, соотношение фенотипов самцов непарного шелкопряда, уловистость ловушек в период пика лёта в разные годы в фисташковом и ореховом поясах, Южный Кыргызстан, 2002—2006 гг.**

| Год  | Средняя температура<br>в разное время суток, °С |      |      | Пояс* | Светлые |                       | Темные |                       | Уловистость<br>ловушек,<br>экз/день |
|------|-------------------------------------------------|------|------|-------|---------|-----------------------|--------|-----------------------|-------------------------------------|
|      | 6                                               | 12   | 18   |       | Экз.    | Размах<br>крыльев, мм | Экз.   | Размах<br>крыльев, мм |                                     |
| 2002 | 18,6                                            |      |      | 1     | 1916    | 45                    | 1585   | 47                    | 246                                 |
|      | 28,5                                            | 30,1 | 21,6 | 2     | 2294    | 46                    | 1897   | 48                    |                                     |
| 2004 | 18,7                                            |      |      | 1     | 2699    | 48                    | 1260   | 50                    | 147                                 |
|      | 30,1                                            | 32,5 | 23,5 | 2     | 2450    | 48                    | 2157   | 50                    | 72                                  |
| 2005 | 29,3                                            |      |      | 1     | 2379    | 47                    | 3525   | 47                    | 113                                 |
|      | 32,3                                            | 35,3 | 26,2 | 2     | 2472    | 46                    | 4639   | 48                    | 231                                 |
| 2006 | 25,2                                            | 28,4 | 19,2 | 2     | 546     | —                     | 185    | —                     | —                                   |

\* 1 — фисташковый, 2 — ореховый

В 2004 и 2005 гг. одновременно с отловом самцов на феромонные ловушки был проведен сбор куколок самцов для выявления возможного различия по соотношению фенотипов в популяции. В 2004 г. собрано 150, в 2005 г. — 1000 куколок. Самцов выводили в стеклянных емкостях. Анализ соотношения фенотипов самцов, одновременно вышедших из куколок и попавших в ловушку, установленную в месте сбора куколок, показал, что, во-первых, реальные различия (табл. 3) по соотношению фенотипов оба года были менее существенными, чем по результатам отлова в ловушки (табл. 2). Во-вторых, доля светлого фенотипа достоверно выше в ловушках, при этом в более прохладный период лёта (2004 г.) она существенно выше.

Ранее уже отмечалось смещение фенотипической структуры других видов при отлове их на феромонные ловушки [5]. Полученные нами данные позволяют предположить, что наблюдаемое смещение, а также различие в фенотипической окраске самцов в разных регионах и в разные годы [4], обусловлено разной чувствительностью самцов разных фенотипов по окраске крыльев к феромонам самок в зависимости от температурного режима. Такое различие в чувствительности к феромонам может напрямую влиять на уловистость ловушек. Так, в южнокиргизской популяции самая высокая плотность отмечалась в 2002 г. в обоих поясах (до 100% дефолиации). В 2004 и 2005 гг. относительно высокая плотность (до 50 гусениц старших возрастов) отмечалась только в фисташковом поясе, в ореховом поясе она была крайне незначительной. Тем не менее самая высокая уловистость в фисташковом поясе отмечена в наиболее теплый год (2005). В ореховом поясе динамика уловистости

**Таблица 3. Различия в соотношении фенотипов самцов, отловленных в ловушки и вышедших из собранных куколок (ожидаемое), Республика Кыргызстан, 2004—2005 гг.**

| Год  | Вариант   | Соотношение самцов по фенотипу, % |        | Всего, экз. |
|------|-----------|-----------------------------------|--------|-------------|
|      |           | Светлые                           | Темные |             |
| 2004 | Ожидаемое | 37                                | 63     | 80          |
|      | Ловушка   | 63                                | 37     | 121         |
| 2005 | Ожидаемое | 28                                | 72     | 322         |
|      | Ловушка   | 39                                | 61     | 316         |

значительно отличается от динамики в фисташковом, что может быть обусловлено более прохладными условиями в период питания гусениц и лёта имаго, и, соответственно, более высокой долей самцов светлого фенотипа в микропопуляции.

Таким образом, проведенные исследования показали существование значительных различий в чувствительности самцов непарного шелкопряда разного фенотипа по окраске крыльев к феромонам самок в зависимости от

температурных условий. Эти различия могут оказывать серьезное влияние на уловистость феромонных ловушек в зависимости от фенотипической структуры популяции и температурных условий в период лёта имаго. Кроме того, более высокий размах крыльев у самцов темного фенотипа и их более высокая активность при повышенных температурах может обуславливать различия в миграционной активности самцов в зависимости от температурного режима. 

## ПОСЛЕДЕЙСТВИЕ ГЕРБИЦИДОВ В СЕВООБОРОТЕ

**В.Б. Лебедев, Н.И. Стрижков, НИИ сельского хозяйства Юго-Востока**

Широкомасштабное применение гербицидов создает опасность загрязнения почвы, растений и продуктов урожая остатками препаратов, а также продуктами их трансформации. Поэтому технология применения, передвижения, превращения и инактивации гербицидов в почве и урожае должны находиться под постоянным контролем.

Отсутствие отрицательного последствия всегда считалось одним из важнейших свойств избирательных гербицидов. Большинство используемых сейчас препаратов обладает таким свойством при соблюдении регламентов их применения.

В перечне препаратов, которые могут проявлять отрицательное последствие на некоторые культуры севооборота, особое место занимает Пивот (в год применения можно высевать озимую пшеницу, на следующий год — кукурузу, яровые и озимые зерновые). Установлено, что независимо от погодных условий года Пивот ведет себя как среднеперсистентное соединение. Период 90% разложения исходного соединения составил не более 120 сут. К концу вегетационного периода содержание остатков имазетапира не превысило 1—5% (1—5 г/га по д.в.) от внесенного количества. В условиях Московской области в дерново-подзолистой среднесуглинистой почве содержание остатков имазетопира к концу вегетационного периода (осень в год применения) составляло менее 1—2% (что эквивалентно 0,01—0,02 л/га) от внесенного количества, весной — менее 0,6% [Спиридонов, Ларина, Шестаков, 2003]. В наших исследованиях Пивот в год применения угнетал яровую пшеницу, а через год после применения не оказывал отрицательного влияния на нее. Чтобы уменьшить негативное воздействие препаратов на последующие культуры в севообороте, БАСФ предложен препарат Пульсар, который пришел на смену Пивоту, как более экологичный. Так, по отношению к самой чувствительной культуре — горчице белой — не отмечен фитотоксический эффект почвы после применения Пульсара (даже при 2-кратном превышении рекомендуемой дозы) [Спиридонов, Ларина, Шестаков, 2003].

Аналогичные результаты получены в наших исследованиях. За все годы использования Пульсара (2001—2006) в дозах 0,35—1,25 л/га не отмечалось его последствия на следующие за ним культуры. Но в год применения на легких по механическому составу почвах после выпавших обильно осадков он вызывает угнетение, а в отдельные случаи и гибель культуры, на которой его вносили. В наших опытах также не отмечено отрицательного последствия Харнеса (до 3,0 л/га), Трофи (2,5 л/га), Гезагарда (5 л/га), Базаграна (3,0 л/га), Бромотрила (1,5 л/га), Агритокса (1,5 л/га), Пумы-супер 7.5 (1,2 л/га), Топика (0,75 л/га), Илоксана (3,5 л/га), Овсюгена (1,2 л/га), Пумы Супер комби (1,8 л/га). В нашей зоне отрицательное воздействие на чувствительные культуры проявляется даже от средней дозы Лентаграна-комби: при внесении дозы 3,5 л/га последующая культура (овес) был сильно угнетен, к фазе кущения выпало около 75% растений, а при внесении 3 кг/га выпало около 50% растений.

Установлено отрицательное последствие Комманда, внесенного под нут в дозе 1 л/га: последующая культура (яровая пшеница) в начальные фазы развития испытывала некоторое угнетение, хотя на урожайности это не отразилось.

Опыты по определению последствия различных доз препаратов, внесенных в поздний осенний период (последняя декада сентября) на тест-культуру (нут), посеянную на следующий год, показали, что Лонтрел (0,3 и 0,6 л/га) не вызвал угнетения нута, от Фенфиза (3,0; 6,0 и 9,0 л/га) нут выпал весь, от Дифезана (0,4; 0,6; 0,8 и 1,0 л/га) нут также почти весь выпал, от Раундапа (4 л/га) с Фенфизом (3 л/га) он был сильно угнетен, а Раундап (4 л/га) с Дифезаном (0,2 л/га) отрицательно на нут не влияли. От смеси Раундапа (4 л/га) с Лотусом Д (0,6 л/га) нут был среднеугнетен, а смесь Раундапа (4 л/га) с Эстероном (0,6 л/га) угнетения тест-культуры не вызывала.

В нашей зоне при использовании хлорсульфурона в полной дозе (10 г/га) достигаются высокие результаты в борьбе с сорной растительностью, но у этих препаратов есть большой минус — в наших условиях они часто в течение вегетационного сезона не разлагаются. Так, в одном из опытов на посевах яровой пшеницы применили Рометсол в чистом виде и в смеси с 2,4-ДА и ПАВ. В следующем году провели оценку последствия с использованием тест-культуры (нут). В варианте, где в прошлом году применили Рометсол в дозе 10 г/га, выявлены признаки поражения нута (обесцвечивание листьев, стеблей, отставание в росте, затем выпадение растений). Анализ, проведенный через 5 нед. после сева, показал, что в варианте с дозой Рометсоли 10 г/га растения были сильно угнетены, около 50% из них выпало. В контроле (без обработки) и в варианте с дозой Рометсоли 4 г/га в смеси с 2,4-ДА растения выглядели несколько лучше, что подтвердилось данными количественно-вещного метода. Масса растений в этом варианте превосходила контрольные деланки на 8,8%. При дозе препарата 10 г/га снижение массы растений по отношению к контролю составило 81,7%. Через 5 нед. после сева только в варианте с Рометсолью (4 г/га) в смеси с 2,4-ДА (960 г/га) не было признаков угнетения. Остальные дозы действуют угнетающе: чем выше доза, тем сильнее угнетающий эффект. Урожайность нута в контроле составляла 13 ц/га, при использовании Рометсоли в дозе 10 г/га — 5,2 ц/га, Рометсоли в дозе 7 г/га + ПАВ (200 г/га) — 16, 3 ц/га, Рометсоли в дозе 5 г/га + 2,4-ДА (960 г/га) — 17,1 ц/га, Рометсоли в дозе 4 г/га + 2,4-ДА (960 г/га) — 18 ц/га.

Второй учет провели через 65 дн. после сева. К этому сроку масса растений нута в контрольном варианте возросла на 52 ц/га и составила 72,4 ц/га. В варианте с максимальной дозой Рометсоли (10 г/га) вегетативная масса нута была ниже, чем в контроле на 73,3%. В остальных вариантах масса растений нута была выше, чем в контроле на 14,6—24,3%. Это связано с тем, что на контрольных деланках сорные растения, развивая мощную вегетативную массу, угнетали растения нута, а в опытных вариантах мно-

голетние сорные растения появились значительно позже. Исключением является вариант с дозой Рометсоли 10 г/га. Здесь сорные растения были максимально угнетены, но и растения нута также были значительно подавлены.

К концу вегетационного периода эти закономерности проявились наиболее отчетливо. В контроле растения нута в результате конкуренции с сорняками были менее продуктивны, поэтому урожайность по сравнению с вариантом, где в прошлом году применяли гербициды, была значительно ниже.

На основе полученных результатов можно сделать вывод, что препараты, примененные в прошлом году (Рометсоль в чистом виде и в смеси с 2,4-ДА), оказывали положительное последствие. В следующем году в результате их применения засоренность посевов многолетними сорняками значительно снизилась, что позитивно сказалось на урожайности последующей культуры (нута), за исключением дозы 10 г/га, которая оказывала угнетающее влияние на культурные растения. Оптимальная доза гербицидов — 4 г Рометсоли в смеси с 2,4-ДА (480 г д.в.), которая достаточно эффективна как в год применения, так и в последствии.

На проростки озимой и яровой пшеницы Фенфиз (3 л/га) и Дифезан (0,4 л/га) не оказывали отрицательного влияния при внесении как осенью, так и весной.

Поскольку процесс первичной деградации сульфонилмочевинных соединений активнее протекает в кислой среде и затруднен в щелочной, то разложение хлорсульфурина замедляется и возможно повреждение им высокочувствительных культур (свекла, подсолнечник, кукуруза, соя, люцерна). Поэтому препараты на его основе рекомендуется использовать в звеньях севооборота, включающих после защищаемой культуры зерновые и пар [Раскин, 2000].

Динамика разложения гербицидов определяется множеством факторов, часто затрудняющих досто-

верный прогноз их остатков в почве к моменту посева культур севооборота. В связи с этим особое внимание необходимо уделить относительно стойким препаратам, фитотоксическое последствие которых иногда проявляется на следующий год, а также препаратам с низким индексом селективности, обладающим широким спектром гербицидного действия на узком спектре культур [Гулидов, 2003].

При проведении химических обработок необходимо заранее спланировать ряд мероприятий с целью исключения или сведения к минимуму опасности загрязнения почвы, которая может отрицательно сказаться на последующих культурах севооборота. Это, в первую очередь, применение минимально эффективных норм препаратов, а максимально разрешенные нормы применять только в исключительных случаях.

Снизить риск отрицательного последствия некоторых гербицидов можно, используя современные опрыскиватели. В этом случае норму расхода препаратов можно уменьшить на 15–20% без снижения их технической эффективности. Возможно также ленточное внесение препаратов. В наших опытах при ленточном внесении Трефлана с Триаллатом дозу гербицидов уменьшали почти на 2/3, а эффект при этом практически не снижался. Следует также чаще применять смесевые препараты, в которые входят разные по стойкости действующие вещества, а при необходимости широкого применения стойких препаратов в севообороте их надо чередовать с гербицидами, имеющими очень короткий период распада.

Таким образом, для снижения возможного отрицательного последствия гербицидов в севообороте необходимо разработать систему применения разных по длительности разложения препаратов, которая должна учитывать конкретные природно-климатические и почвенные факторы, систему севооборота, структуру засоренности, а также способность почвы к самоочищению. ■

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАЗЛИЧНЫХ СИСТЕМ БОРЬБЫ С СОРНЯКАМИ В СЕВООБОРОТЕ

*Н.И. Стрижков, НИИ сельского хозяйства Юго-Востока*

Для изучения эффективности различных систем борьбы с сорняками в Поволжье в экспериментальном хозяйстве НИИСХ Юго-Востока (Правобережье Саратовской обл.) в 1983 и 1993 гг. заложили 8-польные зернопаропропашные севообороты: первый пар — озимая пшеница — яровая пшеница — подсолнечник — нут — просо — кукуруза — ячмень (вика-овес). Почвы опытного поля — суглинистый южный маломощный чернозем, содержание гумуса — 3,2%. Основные сорняки: из числа корнеотпрысковых многолетников — осот розовый, молокан татарский, вьюнок полевой; из числа однолетников — виды щирицы и мари, куриное просо, щетинники, гречишка вьюнковая.

На каждом поле севооборота (культуре) изучали 4 варианта: первый (контроль) — использовали только агротехнические мероприятия, второй и третий — интегрированные меры борьбы, в дополнение к агротехнике испытывали новые для региона гербициды, четвертый (стандарт) — вносили применяемые в хозяйствах гербициды, как стандарты для новых на фоне зональной агротехники. Все варианты накладывались на 2 фона: без удобрений и с минеральными удобрениями при различных дозах на разных культурах. Всего за ротацию на удобренном фоне внесено N320P340K 180.

Численность многолетних корнеотпрысковых сорняков значительно возросла к концу ротации в случае применения только агротехнических мер (исходная засоренность 8 шт/м<sup>2</sup>), как на удобренном, так и на неудобренном фоне. Более интенсивно засоренность

увеличивалась на удобренном фоне. Это связано с тем, что при использовании удобрений возрастает численность и масса однолетних сорняков, которые составляют достаточно сильную конкуренцию многолетникам, а на неудобренном фоне такой острой конкуренции нет. К концу ротации севооборота засоренность многолетними сорняками возросла на удобренном фоне на 111%, а на фоне с удобрениями — на 79%.

Интегрированные меры борьбы снижали засоренность многолетними сорняками до 74%. В эталонном варианте, где применяли в основном 2,4-Д, засоренность увеличилась на 3%. На удобренном фоне численность сорняков в результате применения комплекса мер уменьшилась на 31–44%, в эталонном варианте — на 19%.

При исходной численности многолетних сорняков на уровне 25–30 шт/м<sup>2</sup> использование только агротехнических методов позволяет удерживать засоренность на постоянном уровне (к концу ротации севооборота она увеличилась на фоне без удобрений только на 1%, а на фоне с удобрениями снизилась на 11%). Борьба с сорняками, включающая кроме агротехнических еще и химические меры, позволила снизить засоренность на 35–50%. Применение удобрений способствовало повышению эффективности гербицидов: на удобренном фоне сорные растения дружно всходили и уничтожались как с помощью методов агротехники, так и комплексными мерами борьбы. Удобрения увеличивали численность и массу сорняков перед уборкой в среднем за 20 лет на 11 и 14% соответственно

за счет повышения их конкурентоспособности. Поэтому в севообороте урожайность подсолнечника, нута, проса, кукурузы на удобренном фоне в отдельные годы была ниже, чем на неудобренном. Сочетание агротехнических мер борьбы с сорняками с химическими позволяет удерживать засоренность на постоянно существенно меньшем (в 3–4 раза) уровне.

В опыте выявлена закономерность заметного повышения эффективности систем гербицидов по мере продолжительности их применения в севообороте. За первую ротацию эффективность систем гербицидов в среднем по всем опытам при последнем учете (перед уборкой) составила 61%. На фоне удобрений эффективность систем борьбы с сорной растительностью возрастала. Гербициды на удобренном фоне снизили засоренность за ротацию севооборотов на 64%. В среднем за 10 лет двух севооборотов эффективность гербицидов возросла до 68%, в т.ч. против многолетников — до 70%.

В большей степени, чем на количественные показатели, гербициды оказали влияние на накопление вегетативной массы сорных растений. В обработанных вариантах масса сорняков уменьшилась за ротацию двух севооборотов на 68%. Против многолетних сорняков интегрированные меры борьбы были более результативны.

В вариантах с комплексными мерами борьбы сорные растения, которые остались после обработок, были угнетены, о чем свидетельствует их более низкая масса. Средняя масса одного сорного растения составила в контроле 7,4 г, а в варианте с интегрированными мерами борьбы — 5,3 г. Еще в более сильной степени произошло снижение массы корнеотпрысковых сорняков. Средняя масса одного многолетника составила 11,9 г, а в контроле — 18,9 г.

Комплекс мер борьбы с сорняками и применение удобрений существенно повышали урожайность всех сельскохозяйственных культур, возделываемых в севообороте. Прибавка в контроле от удобрений была максимальной (9,5%) в сухие годы, минимальной (4,4%) — в средние. Во влажные годы она составила 8,6%. В сухие годы применение гербицидов способствовало максимальному повышению урожайности в среднем по всем вариантам на 29,4%. Минимальная прибавка (9,1%) получена в годы со средним увлажнением. Во влажные годы увеличение урожайности в среднем по всем культурам в севообороте составило 25,6%.

Аналогичные результаты получены и на фоне удобрений, однако прибавка от гербицидов как в процентном отношении, так и фактически была более весомой в сухие и средние по увлажнению годы.

Прибавка от удобрений в севообороте в контрольном варианте составила в среднем за годы исследований 1,4 ц/га (7,7%) зерн. ед., в опытных — 1,8–2,1 ц/га. Прибавка от гербицидов на неудобренном фоне составила 17,0–25,3%, а на удобренном — 18,9–27,0%. От совместного применения удобрений и гербицидов в опытных вариантах прибавка достигала 6,7 ц/га, что на 0,7 ц/га или на 11,0% больше, чем просто сумма от слагаемых при их раздельном применении.

Наиболее высокая продуктивность севооборота получена при комплексном применении интегрированных мер борьбы с сорняками и удобрений (24,9 ц/га зерновых единиц, что на 36,8% выше контроля).

Прибавка урожая от применения комплекса гербицидов в среднем за годы проведения опытов (1983–2002) составила 4,4–4,8 ц/га зерн. ед., а в эталоне, где в подавляющем количестве лет применяли 2,4-ДА — 3,1 ц/га. На фоне удобрений в опытных вариантах получено дополнительно 4,8–5,3 ц/га зерновых единиц, в эталонном — 3,7 ц/га.

Химические меры борьбы в сочетании с агротехническими способствовали повышению урожайности на неудобренном фоне в среднем на 22,2%. На удобренном фоне прибавка от комплекса мер борьбы составила 23,5%. Одни минеральные удобрения повысили урожайность в опытных вариантах на 10,0% по сравнению с контролем.

Прирост дополнительной продукции от совместного действия минеральных удобрений и интегрированных мер борьбы по отношению к абсолютному контролю составил 6,7 ц/га.

При применении только гербицидов культура, освободившаяся от конкуренции с сорняками, не может достаточно полно использовать полученные преимущества для своего развития из-за недостатка питательных веществ в почве. При применении удобрений без гербицидов часть питательных веществ, предназначенных для культурных растений, используют сорняки, которые за счет более сильного развития причиняют им еще более ощутимый вред. Совместное применение гербицидов и удобрений исключает недостатки обоих агроприемов при их раздельном применении.

Сочетание 2,4-ДА с агротехникой менее эффективно, чем комплекс современных гербицидов (Фенфиз, Дифезан, Диален Супер) с агротехникой. Это объясняется тем, что в подавляющем большинстве они эффективнее аминной соли и что в ряде лет на отдельных культурах, например на кукурузе, в общепринятой технологии не предусмотрено обязательное применение почвенных гербицидов, а внесение 2,4-ДА в фазе 5 листьев кукурузы по вегетирующим сорнякам не может полностью выправить сложившуюся ситуацию, поскольку сорняки к этому времени уже успели отрицательно повлиять на культурные растения. В результате происходит снижение урожайности по сравнению с опытными вариантами.

Лучшие результаты получены в варианте, где применяли современные препараты в оптимальных дозах в сочетании с агротехникой. Прибавка урожайности всех культур в этом варианте составила 25,3% (неудобренный фон) и 27,0% (удобренный фон). При использовании 2,4-ДА и других препаратов в эталонном варианте прибавки были ниже на 6,1 и 8,8% по сравнению с опытными вариантами. В сухие годы системы борьбы с сорняками способствовали максимальному увеличению урожайности (до 32,0%). В средние по влагообеспеченности годы получены минимальные прибавки (11,6%). В благоприятные годы прибавка от комплекса агротехнических и химических мер борьбы достигала 29,4%.

В среднем в сухие годы дополнительно получено 29,4 ц/га в зерн. ед., что 1,15 раза больше, чем в благоприятные, и в 3,2 раза, чем в средние годы. Это связано с тем, что в сухие годы сорняки наиболее вредоносны.

Системы борьбы с сорняками не только увеличили урожайность сельскохозяйственных культур, но и повысили качество урожая (содержание белка в семенах подсолнечника, зерне ячменя, озимой и яровой пшеницы, нута, проса; каротиноидов — в зерне проса). Минеральные удобрения также повышали качество урожая.

Применение гербицидов в севообороте способствовало увеличению содержания продуктивной влаги в почве по всем слоям до 1 м. Использованные в опыте препараты резко снижали засоренность, а это способствовало более экономному расходу влаги на опытных делянках. В этих вариантах к уборке сохранилось больше влаги во всех слоях почвы, чем в контроле. В метровом слое содержание доступной влаги на экспериментальных вариантах составило 38,0 мм, что на 13,1% больше, чем в контроле (33,6 мм).

Содержание элементов питания в первый период после посева было примерно одинаковым по всем вариантам. К концу вегетации содержание нитратного азота и фосфора в вариантах с гербицидами было выше контроля. Это связано с тем, что на чистых посевах питательные вещества потребляются только культурой, а на засоренных — как культурой, так и сорняками. Наиболее сильно отличались по этим показателям варианты в сухие и средние по влагообеспеченности годы. Содержание калия во всех вариантах было примерно равным. Следовательно, применяемые гербициды способствуют улучшению условий развития посевов — увеличивают в почве содержание продуктивной влаги и водорастворимых питательных веществ.

# ЗОНТРАН И ТИТУЛ 390: НОВЫЕ ПРЕПАРАТИВНЫЕ ФОРМЫ — НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ

**О.Н. Рождественская, ФГУ «ФГТ станция защиты растений в Курской области»,  
Э.А. Пикушова, В.С. Горьковенко,  
Кубанский государственный аграрный университет,  
Т.П. Казанцева, Т.В. Чихичина,  
ФГУ «Ростовский референтный центр Россельхознадзора»,  
Л.Н. Вислобокова, В.А. Воронцов, Тамбовский НИИ сельского хозяйства,  
Т.Д. Ершова, Нижнедевицкая РайСтаЗР Воронежской области,  
М. Койшибаев, Казахский НИИ защиты растений**

В настоящее время на российском пестицидном рынке предлагается значительное число гербицидов, предназначенных для борьбы с сорняками на картофеле. Среди них выделяется Зонтран, ККР (250 г/л метрибузина), который разработан и производится ЗАО «Щелково Агрохим». Особенность препарата — его уникальная препаративная форма (концентрат коллоидного раствора) — новое слово в защите растений, результат внедрения современных достижений науки — нанотехнологий. Эта препаративная форма, являющаяся коллоидной системой, придает препарату новые свойства, поскольку действующее вещество гербицида находится в этой системе в виде наночастиц ( $10^{-9}$  м) в отличие от обычных препаратов, в которых размеры частиц действующего вещества составляют  $3 \cdot 10^{-6}$ — $4 \cdot 10^{-6}$  м. Этот продукт имеет дисперсность, измеряемую сотыми и тысячными долями микрона, что придает ему особые свойства, т.к. размеры частиц действующего вещества и других компонентов препарата становятся сопоставимы с клеточными размерами биологических объектов — культурных и сорных растений. Это дает возможность препарату активно проникать в клеточные структуры, что способствует его более высокой биологической эффективности. Кроме того, в состав препарата входит биоактиватор, который не является действующим веществом, не обладает гербицидной активностью, но способствует более полному использованию гербицидных свойств метрибузина. Использование биоактиватора позволило не только перевести нерастворимый в воде метрибузин в растворимую форму, образующую прозрачный рабочий раствор, в котором действующее вещество находится в концентрации выше пределов растворимости метрибузина в воде, но и обеспечило высокую биологическую активность препарата. Зонтран рекомендован к применению на картофеле и томате против однолетних двудольных и злаковых сорняков.

Уникальность препарата доказали испытания, проведенные ВИЗР в течение трех лет, демонстрационные испытания во многих регионах Российской Федерации и Республики Беларусь, а также трехлетний опыт применения Зонтрана сельскохозяйственными товаропроизводителями.

В 2005 г. в ЗАО Агрокомбинате племзаводе «Красногорский» (Кировская обл.) Зонтран (1,2 л/га) испытывали на посадках картофеля сорта Невский. Почва участка — дерново-подзолистая, площадь — 5 га, предшественник картофеля — капуста. Осенью провели зяблевую вспашку, весной — боронование, внесение удобрений (нитроаммофосфат, калий хлор), плоскорезную обработку, нарезку гребней перед посадкой, затем формирование гребня фрезерным культиватором после всходов и удаление ботвы ботвоудалителем за 7 дн. до уборки. Контрольный участок гербицидами не обрабатывали. Число сорняков до обработки составляло 145 шт/м<sup>2</sup>.

Обработка картофельных посадок Зонтраном позволила со 100%-й эффективностью подавить марь, пикульник, мокрицу, торицу, бодяк полевой, ярутку. Эффективность препарата против осотов превышала 95%. Урожайность составила 730 ц/га, в контроле 640 ц/га.

В том же году в ОАО «Каменское» (Свердловская обл.) Зонтран (1,4 л/га) испытывали на посадках картофеля сорта Лада. Почва участка — чернозем оподзоленный, содержание гумуса — 8%, pH = 6,0, площадь — 50 га (учетная делянка — 5 га, повторность — 3-кратная). Предшественник картофеля — яровая пшеница. Осенью провели зяблевую вспашку с предплужниками, весной — выравнивание борозд, закрытие влаги, 2-кратную предпосевную культивацию с боронованием. Удобрения не вносили. Опрыскивание Зонтраном провели с помощью ОП-2000 (расход рабочей жидкости — 200 л/га). В контроле гербициды не применяли. Учет сорняков проводили до обработки, через 10 и 20 дн. после нее и перед уборкой. Число сорняков до обработки составляло 68 шт/м<sup>2</sup>.

Учет, проведенный через 10 дн. после обработки, показал, что Зонтран со 100%-й эффективностью подавил осоты желтый и розовый, чистец болотный и другие сорняки (выюнок полевой, молочай прутьевидный, лапчатка гусиная, аистник, пикульник, щирица запрокинутая). Через 20 дн. отмечено только появление осота розового в незначительном количестве из корневищ, находившихся в почве в момент обработки и не давших к этому времени надземных побегов. Высокая эффективность Зонтрана позволила сохранить по 111,9 ц/га клубней при урожайности в контроле 102,4 ц/га.

В 2006 г. в фермерском хозяйстве Л.Е. Воронова (Курская обл.) Зонтран испытывали на посадках картофеля раннеспелого сорта Удача. Площадь опытного поля 3 га. Это — залежный участок, засоренный в сильной степени (783 шт/м<sup>2</sup>). В структуре засоренности преобладали горчица полевая (312 шт/м<sup>2</sup>), пырей ползучий (193), яснотка стеблеобъемлющая (33), марь белая (23), чистец болотный (22), горец выюнный (21), осот желтый (14), фиалка полевая (9 шт/м<sup>2</sup>). Первую обработку Зонтраном (1,0 л/га) провели до всходов культуры. В связи с высокой засоренностью участка пыреем ползучим, во второй обработке, проведенной по всходам культуры (высота всходов картофеля — 5—10 см), Зонтран (0,6 л/га) использовали в двух вариантах смеси с противозлаковыми гербицидами: с Пантерой (1,5 л/га) или Центурионом (1,0 л/га).

Биологическая эффективность Зонтрана по результатам 2-кратной обработки составила 93%, при этом использование Зонтрана в смеси с Центурионом было более эффективно.

Следовательно, гербицид Зонтран, ККР производства ЗАО «Щелково Агрохим», является эффективным средством борьбы с сорной растительностью на посадках картофеля. Его применение позволяет практически полностью подавить особо опасные для данной культуры сорняки, причем действие препарата продолжается вплоть до уборки. Это дает возможность не только на 20—50% повысить урожайность картофеля (при высоком уровне засоренности — почти в 2 раза), но и снизить затраты на уборку при одновременном повышении качества клубней, что способствует их сохранности и удовлетворению требований пищевой промышленности.

Новая препаративная форма препарата — концентрат коллоидного раствора — дает возможность заметно снизить норму расхода действующего вещества. В препаратах на основе метрибузина с препаративной формой смачивающийся порошок содержание действующего вещества составляет 700 г/кг, а норма расхода на картофеле — от 0,7 до 1,4 кг/га. Содержание метрибузина в препаративной форме Зонтрана почти в 3 раза меньше — 250 г/л, а норма расхода примерно такая же — 1,0—1,6 л/га. Поэтому использование Зонтрана позволяет не только добиться высокой эффективности в борьбе с сорной растительностью, но и существенно снизить пестицидную нагрузку, что очень важно с экологической точки зрения (препарат практически не опасен для пчел, полезных насекомых, теплокровных). Следует иметь также в виду, что жидкая препаративная форма Зонтрана, в отличие от порошкообразной формы других препаратов на основе метрибузина, пожаро- и взрывобезопасна, что очень важно при хранении гербицида непосредственно в хозяйстве. Еще одно преимущество Зонтрана — возможность его использования в баковых смесях с другими гербицидами, причем в этих смесях Зонтран используется в существенно сниженных нормах расхода (до 0,6 л/га). Это позволяет расширить спектр действия препаратов баковой смеси, уменьшить число обработок и в результате сократить затраты на защитные мероприятия без ущерба для урожая. Если учесть, что Зонтран обладает длительным действием, то становятся очевидным его превосходство над другими гербицидами, используемыми для защиты картофеля.

Другой представитель препаратов, разработанных ЗАО «Щелково Агрохим» на основе нанотехнологий, фунгицид Титул 390, ККР (390 г/л пропиконазола). Его препаративная форма придает этому системному фунгициду все те преимущества, которые имеет и гербицид Зонтран. Титул 390 на фоне большого числа препаратов на основе пропиконазола обращает на себя внимание существенно более низкими (на 20%) нормами расхода и широким спектром действия.

Титул 390 разрешен к применению на яровой и озимой пшенице, яровом и озимом ячмене, озимой ржи, овсе и других культурах против мучнистой росы, ржавчины (бурой, стеблевой, желтой, корончатой), септориоза, гельминтоспориозной, бурой и красно-бурой пятнистостей, фузариоза колоса, ринхоспориоза, церкоспореллеза, оливковой плесени, американской мучнистой росы, антракноза, аскохитоза.

В 2006 г. в Краснодарском крае (Кубанский ГАУ) на озимой пшенице сорта Краснодарская 99 обработка посевов Титулом 390 (0,26 л/га) в фазах флагового листа, флагового листа и колошения (2-кратная обработка) позволила со 100%-й эффективностью подавить развитие и распространение септориоза, а обработка в любую из фаз от флагового листа до окончания цветения (начала налива зерна) — развитие и распространение бурой листовой ржавчины. Сохраненный урожай от применения Титула 390 составил от 0,8 до 4,7 ц/га при урожайности в контроле (без обработки) 53,7 ц/га. Следует отметить, что обработки препаратом наиболее эффективны в фазах флагового листа — колошения, когда болезни еще не успели отрицательно сказаться на урожайности, а Титул 390 успевает проявить свои лечебные и профилактические свойства.

В учхозе «Кубань» Титул 390 (0,26 л/га) на посевах сахарной свеклы сорта Орикс при обработке в фазе смыкания листьев в рядах со 100%-й эффективностью подавил церкоспороз, что позволило сохранить 5 ц/га корнеплодов при урожайности в контроле 398 ц/га.

В том же году в Ростовской обл. (СПК — колхоз «Россия», Неклиновский район) на озимой пшенице сорта Ермак обработка посевов Титулом 390 (0,26 л/га) в

начале колошения полностью (эффективность 100%) подавила распространение мучнистой росы и септориоза и существенно (эффективность 60—66%) снизила их развитие.

В 1996 г. в Тамбовской обл. (Тамбовский НИИСХ) на озимой пшенице сорта Мироновская 808 обработка Титулом 390 (0,26 л/га) в фазе колошения остановила развитие стеблевой и бурой ржавчины, а на яровом ячмене сорта Скарлет (опрыскивание также в фазе колошения) — ржавчины, мучнистой росы и пятнистости листьев. В результате удалось сохранить 4,0 ц/га зерна пшеницы и 3,6 ц/га зерна ячменя при урожайности в контроле 47,2 и 41,3 ц/га соответственно.

В 2006 г. в Воронежской обл. (ООО «Резон», Нижнедевицкий район) обработка посевов озимой пшеницы сорта Безенчукская 380 в фазе колошения резко (эффективность — 85%) снизила развитие септориоза, бурой ржавчины и мучнистой росы, что позволило сохранить 5 ц/га зерна.

В 2006 г. в Курской обл. (ООО «Стройтрансгаз Агро», Фатежский район) обработка посевов озимой пшеницы сорта Московская 39 Титулом 390 (0,26 л/га) снизила распространение септориоза на 85%, его развития — на 60%. Сохраненный урожай составил 2,2 ц/га зерна. На яровом ячмене сорта Скарлет эффективность Титула 390 (0,26 л/га) против гельминтоспориозной пятнистости составила 53%, что дало возможность сохранить 1,4 ц/га зерна.

Высокая эффективность применения Титула 390 в борьбе с болезнями пшеницы доказана и в других странах СНГ, например, в Казахстане. В 2006 г. в Алма-Атинской обл. (КХ «Светлана») биологическая эффективность Титула 390 (0,26 л/га) на яровой пшенице сорта Алем против мучнистой росы, бурой и желтой ржавчины составила 100%, гельминтоспориоза — 75%. Применение фунгицида способствовало увеличению длины колоса пшеницы на 8%, количества колосков — на 4%, массы 1000 зерен — на 3%. Благодаря искоренению основных болезней пшеницы удалось сохранить 3,2 ц/га зерна при урожайности в контроле (без применения фунгицидов) 25,2 ц/га.

Приведенные примеры убедительно доказывают необходимость борьбы с болезнями зерновых культур с использованием современного фунгицида производства ЗАО «Щелково Агрохим» Титула 390, ККР. Высокая биологическая и экономическая эффективность препарата подтверждена во всех зонах возделывания зерновых культур при разной инфекционной нагрузке, различном спектре болезней и на широком сорimente. Обработка посевов Титулом 390, ККР позволяет сохранить не менее 2 ц/га зерна при слабом развитии и распространении болезней и более 4 ц/га — при сильном заражении. При этом существенно повышается качество урожая, а затраты на фунгицидные обработки окупаются многократно.

Таким образом, внедрение новой препаративной формы химических средств защиты растений — концентрата коллоидного раствора, разработанного ЗАО «Щелково Агрохим», — перспективное направление дальнейшего совершенствования ассортимента пестицидов в России. Следует отметить, что пока этой препаративной форме нет аналогов в зарубежных странах, а это делает отечественные препараты в виде концентрата коллоидного раствора конкурентоспособными на мировом рынке. Кроме того, ЗАО «Щелково Агрохим» разработана и внедрена еще одна препаративная форма на базе нанотехнологий — микроэмульсия (фунгицидные протравители Скарлет и Тебу 60), эффективность которой доказана не только экспериментами, но и широкой практикой. Все это говорит о высокой эффективности научной базы ЗАО «Щелково Агрохим», что ставит эту компанию в один ряд с лидерами мирового пестицидного бизнеса. 

# ГЕРБИЦИДЫ ПРОТИВ ГОРЧАКА РОЗОВОГО

**Н.И. Стрижков, НИИ сельского хозяйства Юго-Востока**

Один из самых вредоносных и трудноискоренимых из карантинных сорняков — горчак ползучий (*Acroptilon repens* DC.). Он распространен в 18 субъектах Российской Федерации (175 районов) и засоряет свыше 700 тыс. га [Захаренко, 2003, Васютин, 2004]. Он стал подлинным бичом сельского хозяйства в ряде южных регионов, и в первую очередь в Волгоградской области. Отмечается разрастание его очагов и в других районах Поволжья, а также в Дагестане, Калмыкии [Спиридонов, 2004].

Горчак обладает мощной корневой системой (в опытах НИИСХ Юго-Востока в слое почвы глубиной 65 см длина всех корней и корневищ этого сорняка составляла более 25 тыс. км/га), сильно иссушая почву. Общее количество доступной влаги в слое почвы 0—100 см в критический для культур период в 5,5 раз меньше на засоренном участке, чем на свободном от горчака [Раскин, 1968]. В наших опытах через 2 мес. после посева кукурузы на участке, засоренном горчаком, влажность почвы в слое 0—100 см снизилась с 417 до 295 мм, т.е. на 123 мм. В варианте с гербицидами запас ее уменьшился лишь на 33 мм.

Этот сорняк усваивает из почвы в 1,8—5,5 раз больше питательных веществ, чем озимая пшеница при урожайности 20 ц/га. При плотности засорения 60 стеблей/м<sup>2</sup> вынос азота, фосфора и калия горчаком был примерно равен выносу урожаем зеленой массы кукурузы в контроле (без горчака). В наших опытах кукуруза без горчака усваивала из почвы значительно больше питательных веществ, чем на загорчачованных участках. На богаре чистый посев кукурузы усваивал азота в 5, фосфора — в 4 и калия — в 5 раз больше, чем на засоренных делянках. Поэтому урожай зеленой массы кукурузы в чистых посевах был в 2,8 раз выше, чем на засоренных полях.

С 2002 г. в НИИСХ Юго-Востока на парах против горчака ползучего испытывают новый для Саратовской обл. гербицид Анкор-85. Опрыскивание проводят в разные сроки: весной, в середине III декады июля и в конце сентября. В ходе испытаний сравнивали эффективность различных норм расхода Анкора-85 в чистом виде и в смеси с Раундапом. В качестве эталона использовали 2,4-Д (3,2 л/га) и Луварам (до 6 л/га). Расход рабочей жидкости — 200 л/га. Контроль — без обработки.

Установлено, что в условиях дефицита влаги в опыте с самой низкой нормой расхода Анкора-85 в чистом виде (0,25 кг/га) через 30 дн. после обработки погибло 42% растений горчака. Эффективность Анкора-85 при норме расхода 0,35 кг/га составила 76%, 0,5 кг/га — 89%.

Применение Анкора-85 (0,12 кг/га) в смеси с Раундапом (2 л/га) привело к гибели 64% растений горчака. При внесении 0,25 кг/га Анкора-85 с 2 л/га Раундапа гибель сорняка составила 82%. Наиболее значительное снижение засоренности (почти 100%) отмечено при применении 0,25 кг/га Анкора-85 в смеси с 4 л/га Раундапа. При опрыскивании 2,4-Д (3,2 л/га) погибло только 31% растений горчака.

Анкор-85 в отличие от 2,4-Д не вызывал видимых повреждений у сорных растений, но уже через несколько часов после обработки прекращался их рост, на 2—3 сут. изменялась их окраска, наблюдалось пожелтение точки роста и верхних листьев, которые затем чернели и отмирали. При норме расхода препарата 0,25 кг/га процесс протекал чуть медленнее, чем при норме 0,5 кг/га. Более интенсивно растения горчака отмирали при использовании Анкора-85 в смеси с Раундапом.

В весенний период 2003 г. на всех делянках, где применяли испытываемые гербициды (за исключением 2,4-Д), горчака не было, только в конце мая — начале июня в варианте с низкой нормой расхода Анкора-85 (0,12 кг/га)

в смеси с Раундапом (2 л/га) начали появляться отдельные растения. На делянках, которые опрыскивали смесью Анкора-85 (0,12 кг/га) с Раундапом (4 л/га) первые растения горчака появились на 25—30 дн. позже.

Через год после обработок эффект от применения Анкора-85 в нормах расхода 0,25, 0,35 и 0,5 кг/га, как в чистом виде, так и в смеси с Раундапом, был стабильным (гибель сорняка составила почти 100%). При норме расхода Анкора-85 0,12 кг/га и Раундапа 2—4 л/га эффективность обработки была несколько ниже (91—98%).

Применение Анкора-85 в чистом виде в дозах 0,12, 0,25, 0,35 и 0,5 кг/га и в смеси с Раундапом (2 и 4 л/га) показало, что в борьбе с горчаком лучшие результаты достигаются при использовании гербицидов в сентябре по вегетирующим сорнякам. Через год после обработки гибель горчака от внесения Анкора-85 в норме 0,25, 0,35 и 0,5 кг/га составила около 100%. При норме расхода Анкора-85 0,12 кг/га в смеси с Раундапом (2 и 4 л/га) эффективность была ниже (90%). При весенней обработке эффективность Анкора-85 в тех же дозах снижалась. Гибель горчака от максимальной дозы Анкора-85 (0,5 кг/га) через год после применения не превышала 95%, от дозы Анкора-85 0,25 и 0,35 кг/га, как в чистом виде, так и в смеси с Раундапом (2 и 4 л/га) составила 85—90%. К осени следующего года (через 15 мес. после внесения Анкора-85) гибель горчака при норме расхода препарата 0,5 кг/га составила 85%, а при нормах 0,35 и 0,25 кг/га — была ниже.

Учеты, проведенные через 2 года после внесения Анкора-85, показали, что гибель горчака от применения препарата в дозе 0,5 кг/га составила 62%. Снижение засоренности горчаком от Анкора-85 в дозе 0,125 кг/га в смеси с различными дозами Раундапа было минимальным.

Через 3 года после применения Анкора-85 в дозе 0,5 кг/га количество горчака было на 50% меньше, чем в контроле, в дозе 0,35 кг/га — на 33% меньше, в дозе 0,25 кг/га — на 19% меньше. В отдельных благоприятные годы при весенней обработке гибель горчака от дозы Анкора-85 0,125 кг/га в чистом виде через год и к концу вегетационного периода следующего года превосходила даже дозу 0,5 кг/га. В вариантах, где Анкор-85 в низких дозах использовался в смеси с Раундапом, результаты были неудовлетворительными.

На делянках с использованием максимальной дозы Анкора-85 (0,5 кг/га) снижение засоренности составило 85%. При уменьшении дозы препарата его эффективность снижалась.

Во влажные годы использование смеси Анкора-85 с Раундапом в дозе более 4 л/га нецелесообразно, т.к. Раундап, быстро воздействуя на надземную массу сорных растений, не дает Анкору-85 проникнуть в корни горчака. Оптимальной дозой в смеси в этом случае является норма Раундапа 2 л/га, а в отдельных случаях (при обильных осадках) Анкор-85 можно применять в чистом виде. В засушливые годы лучше использовать смесь Анкора-85 с Раундапом, т.к. Раундап способствует лучшему проникновению Анкора-85 в корневую систему горчака. Это особенно необходимо, когда Анкор-85 применяют в минимальных дозах (чем меньше доза Анкора-85 и засушливей условия, тем целесообразнее использование его смеси с Раундапом).

Отмечается [Раскин, 2003], что невозможно избавиться от горчака только механическим или только химическим методами. Требуется их сочетание. Важная роль при этом отводится высокоактивным препаратам, перемещающимся в корневую систему сорняка и подавляющим на глубине вегетативные органы размножения.



Наши опыты убедительно показывают, что в борьбе с горчаком наилучшие результаты получаются только при комплексном применении всех методов борьбы с ним. Одними химическими методами добиться уничтожения сорняка достаточно сложно, лучшие результаты достигаются при сочетании химических методов с агротехническими, особенно в засушливой зоне. Это связано с тем, что в производственных условиях при засушливой осени горчак образует розетки далеко не по всей засоренной им площади. Поэтому эффективность осеннего опрыскивания нестабильна. В отдельные годы она достигает 99 и даже 100% (учеты проводят на следующий год), в другие — не превышают 40%. Поэтому после опрыскивания, желательно не раньше 3 нед. (по нашим данным, раньше гербициды не успевают проникнуть в корни), производят вспашку на возможно большую глубину. При более глубокой вспашке поле полнее очищается от сорняков, т.к. при этом подрезается больше его неотросших корней. Чем глубже вспашка, тем позже появляются его розетки на следующий год. В наших опытах эффективность химического метода при осеннем использовании составила 72% при учете, проведенном в середине следующего года. При комплексном подходе, включающем кроме химического метода и агротехнический (вспашка зяби, которую провели через 3 нед. после опрыскивания гербицидами) — 94%. При использовании Анкора-85 (0,125 кг/га) в смеси с Раундапом (4 л/га) гибель горчака составила 79%, а при проведении глубокой вспашки (28–30 см) после опрыскивания на этом участке снижение засоренности было на уровне 90%.

В нашей зоне однократное применение гербицидов (Раундап, 6 л/га) на пару наиболее целесообразно проводить после серии послонных культиваций, а в конце II декады

августа — после отрастания горчака. При этом желательно, чтобы горчак был в фазе стеблевания. Через 3 недели проводят предпосевную культивацию. При применении такой системы засоренность на следующий год озимой ржи или пшеницы будет минимальной, встречаются лишь единичные растения горчака, урожайность культуры повышается в 1,5–2 раза. Однако после уборки, особенно во влажные годы, если не вести борьбу с горчаком, происходит его интенсивное отрастание.

Таким образом, для уничтожения горчака необходимо в течение длительного срока применять систему взаимосвязанных агротехнических, химических и биологических мероприятий. Это лущение стерни сразу после уборки предшественника, провоцирующее максимальное отрастание розеток сорняка; применение гербицидов после отрастания сорняков; глубокая вспашка зяби, с помощью которой подрезают большое количество не отросших корней; весенняя обработка пара, включающая многократные своевременные подрезки корней горчака до появления его розеток; посев затеняющих культур, лучше всего озимых, в первую очередь, озимой ржи; применение на ее посевах наиболее эффективных гербицидов и др. Все мероприятия должны быть направлены на систематическое истощение запасов пластических веществ, накопленных в корневой системе горчака, и подавление его всеми возможными средствами. В системе мер борьбы с горчаком важно не создавать условий для накопления сорняком запаса питательных веществ и развития вегетативных зачатков. Особенно важно своевременное и высококачественное проведение всех мероприятий в течение многих лет, т.к. даже небольшой перерыв позволит горчаку легко разрастись в посевах последующих культур (особенно в пропашных), и борьбу с ним придется начинать заново. ■

## ВЛИЯНИЕ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН СИСТЕМНЫМИ ПРОТРАВИТЕЛЯМИ И ОЗОНОМ НА НАЧАЛЬНЫЕ РОСТОВЫЕ ПРОЦЕССЫ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

*Н.С. Васильчук, В.А. Эпштейн, НИИ сельского хозяйства Юго-Востока*

Исследование влияния предпосевной обработки на посевные качества семян озимой пшеницы (сорта Виктория, Губерния, Донской сюрприз, Жемчужина Поволжья и Мироновская 808, линия Л 60-02) системными протравителями Премис Двести и Дивиденд стар и озоном провели в пристанционном севообороте НИИСХ Юго-Востока в 2003–2006 гг. Почва — южный солонцеватый чернозем. Предшественник — черный пар.

Экспериментальные посевы проводили в оптимальные сроки сеялкой ССФК-7 по типу конкурсного сортоиспытания. Норма высева — 4,5 млн всхожих семян/га. Площадь делянок 9,18 м<sup>2</sup>, повторность — 3-кратная. Семена обрабатывали протравителями за 2–3 дня до посева (Премис Двести — 0,175 л/т, Дивиденд стар — 1,0 л/т, расход рабочей жидкости — 10 л/т). Озонирование семян проводили в лаборатории в закрытой емкости путем продувки озono-воздушной смесью с заданной концентрацией. В качестве источника озона использовали озонатор на базе коронного разряда OZONE 01 с производительностью по озону до 1 г/ч и возможностью регулировки концентрации озона от 0,005 до 5 г/м<sup>3</sup>. Концентрацию озона в потоке газа измеряли анализатором «Циклон-5.41».

Определяли общую зимостойкость, концентрацию клеточного сока в узлах растений, плотность и уровень экзосмоса электролитов, относительную проницае-

мость мембран. Эффективность препаратов оценивали по их влиянию на элементы продуктивности колоса и урожайности растений. Посевные качества семян (энергия прорастания и всхожесть) определяли в лабораторных условиях по общепринятой методике в чашках Петри на фильтровальной бумаге. Семена одного сорта с различными видами предпосевной обработки в целях исключения влияния каких-либо внешних факторов закладывали в один день. Количество повторностей в каждом опыте — 10, период между обработками семян и закладкой их на всхожесть — 2 дн. Влияние вида предпосевной обработки семян на начальные ростовые процессы исследовали также на водной культуре пшеницы в питательном растворе Кнопа по методу Бухингера [3]\*. При этом предварительно семена проращивали в чашках Петри в термостате при температуре 20°C в течение 2 сут. Общее количество семян в опыте для каждого вида обработки — 90. Число повторностей — 3. Продолжительность выращивания — 15 дн. Критериями оценки состояния растений служили число, длина и сухая масса корней, высота растения, число листьев и их сухая масса, наличие деформации листьев.

Лабораторные исследования посевных качеств семян под воздействием различных видов обработки на всех сортах подтвердили стимулирующий эффект воздействия

\* Со списком литературы можно ознакомиться на сайте [www.agroxxi.ru](http://www.agroxxi.ru)

озона, но еще более выраженной была стимуляция под влиянием Премиса Двести, и особенно Дивиденда стар.

В водной культуре существенным было влияние Дивиденда стар на высоту растений (высота растений на всех сортах снижалась на 20—30% по отношению к контролю и остальным видам обработки). При этом общая масса растений оставалась неизменной, но повышалась масса их надземной части за счет увеличения числа листьев. Очевидно, что под влиянием Дивиденда стар ускорялось развитие растений. Другим видимым эффектом препарата было наличие деформации второго и третьего листьев. Число растений с деформированными листьями колебалось от 25 до 90%. Правда, следует оговориться, что и в других вариантах опыта, и в контроле отмечались случаи деформации. При этом наблюдалась сортовая специфика при воздействии Дивиденда стар на семена разных сортов. Больше всего страдали сорта Мироновская 808 и Жемчужина Поволжья, менее — Донской сюрприз и линия Л 60-02.

Наблюдения за зимующими растениями показали, что на всех сортах под влиянием обоих химических препаратов концентрация клеточного сока была значительно ниже, чем в контроле. И наоборот, в вариантах с озоном этот показатель был выше контроля.

Обработка озоном дала значимую прибавку урожая зерна у сортов Виктория, Губерния, Донской сюрприз, Жемчужина Поволжья, линии Л 60-02. Сорт Мироновская 808 значительно хуже перезимовал при обработке семян протравителями (урожайность оказалась ниже, чем при обработке озоном). В варианте с обработкой семян Дивидендом стар урожайность была ниже контроля у сортов Губерния и Жемчужина Поволжья, а у сорта Донской сюрприз урожайность была выше контроля, но в

1,5 раза меньше, чем при обработке озоном. В варианте с Премисом Двести у всех сортов (кроме Губернии) урожайность была на уровне контроля и ниже, чем в варианте с озоном (табл.).

**Влияние вида обработки на урожайность (ц/га) озимой пшеницы, 2006 г.**

| Сорт, линия        | Контроль | Озон | Премис Двести | Дивиденд стар |
|--------------------|----------|------|---------------|---------------|
| Губерния           | 31,5     | 37,7 | 29,5          | 25,5          |
| Виктория           | 28,1     | 33,5 | 25,9          | 31,1          |
| Жемчужина Поволжья | 32,3     | 36,5 | 32,5          | 27,1          |
| Мироновская 808    | 26,5     | 28,9 | 22,9          | 19,7          |
| Л 60-02            | 29,3     | 37,1 | 29,7          | 27,3          |
| Донской сюрприз    | 25,3     | 32,1 | 24,3          | 29,1          |

НСР по сортам — 3,55, НСР по обработкам — 3,85, НСР по сортам и обработкам — 9,41

Данные по урожайности при использовании Дивиденда стар полностью согласуются с результатами наблюдений начальных ростовых процессов в водной культуре: чем выше соотношение числа растений, листья которых деформированы под действием Дивиденда стар, к числу растений с деформированными листьями в контроле, тем сильнее снижается урожайность.

Таким образом, на сортах озимой пшеницы Губерния, Виктория, Жемчужина Поволжья, Мироновская 808, Л 60-02 обработка семян озоном была более эффективна, чем их протравливание химическими фунгицидами (Премис Двести, Дивиденд стар). Протравливание семян сорта Донской сюрприз Дивидендом стар было эффективнее обработки Премисом Двести и озоном. Озон на всех сортах способствовал лучшей перезимовке растений и повышению их урожайности. ■

## БИОЛОГИЧЕСКАЯ БОРЬБА С РЖАВЫМ КЛЕЩОМ В УСЛОВИЯХ ОТКРЫТОГО И ЗАЩИЩЕННОГО ГРУНТА

**Х.Х. Кимсанбаев, Ташкентский государственный аграрный университет,  
Б.А. Сулаймонов, В.А. Автономов,  
Научно-исследовательский центр биологической защиты растений**

В условиях Узбекистана пасленовые овощные культуры повреждают более 100 видов вредителей [Кадыров, 1985]. Среди них тли, трипсы, паутинный клещ, белокрылки, наземные и подземные совки, колорадский жук и др. [Рашидов, Таиров, 1999; Нуритдинов, Бакиев, Ермохин и др., 1986; Ходжаев, Маматов, 1991; Кимсанбаев, Сиддигов, Сулайманов, 1996]. В 1980-е гг. В. Васильевским было сообщено, что томату вредит также ржавый клещ, при отсутствии мер борьбы с которым потери урожая могут достигать 80%. Ржавый клещ наносит вред, начиная с фазы бутонизации и до созревания плодов, при этом повреждает листья, стебли и плоды [Черемушкина, Арамов, 1991; Маматов, 1993]. Выявление вредителя затруднено его малыми размерами.

Ржавый клещ (*Aculops lycopersici* Masee) — представитель отряда Acariformes, надсемейства четырехногих клещей Tetrarodii, семейства Eriophyidae. Он впервые выявлен В. Васильевским в 1987 г. в условиях Каракалпакии. В 1989 г. появились сведения о наличии вредителя и в условиях Сурхандарьинской области. С 1991 г. распространился в Узбекистане повсеместно, как в открытом, так и защищенном грунте. Большую роль в распространении и повышении вредоносности ржавого клеща играют сортовые особенности повреждаемых им овощных культур [Маматов, 1993].

В настоящее время на всей территории Республики Узбекистан ржавый клещ превратился в одного из се-

рьезных вредителей пасленовых культур. Его быстрому распространению способствуют белокрылки, тли, совки, переносящие на своем теле клеща по растениям.

Ржавый клещ в виде колонии заселяет листья растений, как с верхней, так и с нижней стороны. Заражаются также стебли и плоды. Заселение растений начинается с нижних ярусов и постепенно распространяется на верхние. Зараженная часть растений покрывается бурым блестящим налетом. Сильно зараженное растение останавливается в развитии, листья опадают. На стеблях появляется характерный бурый блестящий налет, они утончаются и продольно растрескиваются. Цветки и завязи высыхают и опадают. Чем раньше клещ начинает повреждать плоды, тем отчетливее проявляются признаки повреждения (плоды недоразвиты, покрываются трещинами, растрескиваются).

Исследования проводили в 2003—2005 гг. в теплицах опытной станции Ташкентского ГАУ и комбината агрофирмы «Куйлюк» (Ташкентская обл.). Лабораторные и вегетационные опыты провели на полях кафедры защиты растений Ташкентского ГАУ. Почвы опытного участка — типичный серозем давнего орошения, среднесуглинистый. Агротехника — общепринятая. Морфологические изменения листьев, стеблей и плодов определяли по методике Серебрякова (1952), вредоносность ржавого клеща — по методике Танского (1975). Учеты проводили через каждые 5 дн. с момента высадки рассады.

**Таблица 1. Средняя численность ржавого клеща (экз/лист) на томате в разные фазы развития растений (комбинат агрофирмы «Куйлюк»)**

| Сорт, гибрид           | Рассада | Начало бутонизации | Конец бутонизации | Начало цветения | Конец цветения | Начало плодоношения | Конец плодоношения | Начало созревания плодов | Конец созревания плодов |
|------------------------|---------|--------------------|-------------------|-----------------|----------------|---------------------|--------------------|--------------------------|-------------------------|
| F <sub>1</sub> Bascary | 0       | 0                  | 0                 | 2               | 2              | 3                   | 3                  | 4                        | 4                       |
| F <sub>1</sub> Bacar   | 0       | 2                  | 2                 | 7               | 8              | 24                  | 22                 | 32                       | 34                      |
| F <sub>1</sub> Banda   | 0       | 2                  | 2                 | 11              | 11             | 42                  | 44                 | 50                       | 53                      |
| F <sub>1</sub> Bandola | 0       | 3                  | 3                 | 14              | 14             | 35                  | 38                 | 57                       | 61                      |
| F <sub>1</sub> Гамаюн  | 0       | 3                  | 4                 | 16              | 16             | 53                  | 56                 | 78                       | 79                      |
| Перемога               | 0       | 4                  | 5                 | 26              | 26             | 65                  | 67                 | 80                       | 80                      |

Установлено, что ржавый клещ лучше развивался и более активно размножался на растениях томата сорта Перемога и гибрида F<sub>1</sub> Гамаюн (табл. 1). В фазе созревания плодов на растениях гибрида F<sub>1</sub> Bascary обнаружено в среднем 4 клеща/лист, а на растениях сорта Перемога — 80 экз/лист, F<sub>1</sub> Гамаюн — 78 экз/лист. На остальных гибридах численность клеща была в 8—12,5 раз больше, чем на F<sub>1</sub> Bascary. На F<sub>1</sub> Bascary клещ появился в фазе цветения, а на остальных — в период образования бутонов.

Разные гибриды и сорта томата проявляют различную устойчивость к ржавому клещу. В 2003 г. у гибрида F<sub>1</sub> Bascary урожайность вообще не снижалась и была в 12 раз выше, чем у сорта Перемога. Ранние сроки (фаза бутонизации) заражения клещом приводят к более высокой (количественной и качественной) потере урожая томата (60—80%).

Для отбора устойчивых к ржавому клещу сортов мы испытали 25 сортов и гибридов томата, которые в зависимости от полученных результатов разделили на 3 группы: I — устойчивые, II — среднеустойчивые, III — восприимчивые (табл. 2).

**Таблица 2. Устойчивость различных гибридов и сортов томата к ржавому клещу**

| Группа устойчивости | Сорт, гибрид                                                                                                                                          | Численность клеща, экз/лист | Степень поражения, баллы |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|--------------------------|
| I                   | F <sub>1</sub> Bascary, Волгоградский, Юсуповский, Ташкент тонги, Равшан-50, Салют, Полет, Радуга, Марта                                              | 0—20                        | 1                        |
| II                  | F <sub>1</sub> Bacar, F <sub>1</sub> Banda, Ракета, F <sub>1</sub> Bandola, Новинка, Подарок 105, Гули канд, Тут кизил, Шарк 36, Талалихинский, Белла | 21—55                       | 2—3                      |
| III                 | Факел, Консервный, Киевский, Орбита, Загадка, УзМАШ, F <sub>1</sub> Гамаюн, Перемога                                                                  | 56—96                       | 4—5                      |

В устойчивости сортов и гибридов к ржавому клещу определенную роль играют анатомо-морфологические особенности растений. Так, толщина нижнего эпидермиса и губчатой паренхимы в существенной степени влияют на заселение растений ржавым клещом. Даже незначительные различия по микрометрическим признакам существенно влияют на условия питания фитофага.

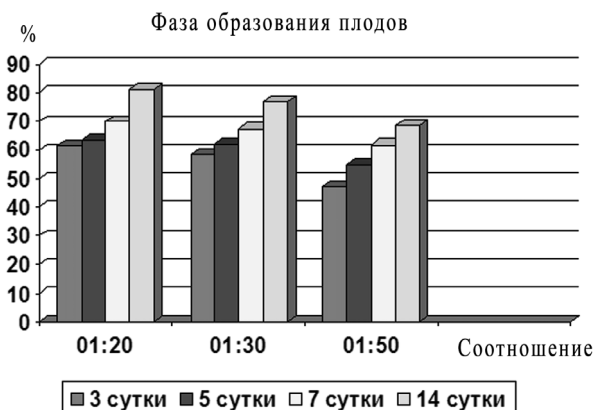
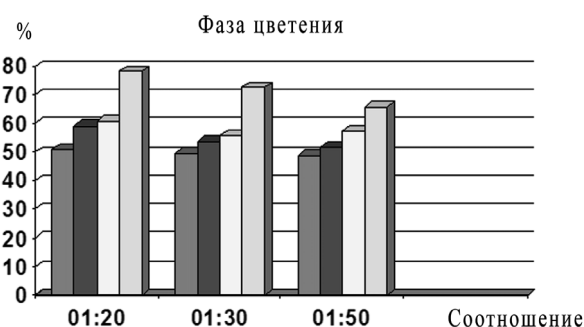
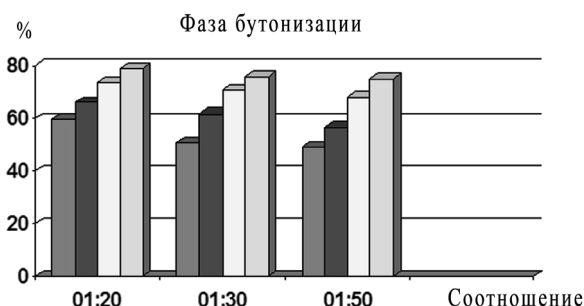
При изучении анатомических особенностей строения листовых пластинок томата различных сортов и гибридов выявлены различия в опушенности листовой пластинки, плотности клеток и количестве устьиц нижнего эпидермиса. Листья сортов и гибридов F<sub>1</sub> Bascary, Волгоградский, Ташкент тонги, Юсуповский сильно опушены и для питания вредителя оказались непривлекательными.

В то же время листья томата, имеющие рыхлое расположение клеток, более доступны для вредителя. Установлена тесная связь между строением ткани листьев томата и заселенностью растений ржавым клещом.

Для борьбы с ржавым клещом в различные фазы развития растений мы

применили энтомофага златоглазку (*Chrysopa carnea* Steph) при соотношении энтомофаг : фитофаг — 1:20, 1:30 и 1:50.

В фазах бутонизации, цветения и образования плодов наибольшая биологическая эффективность получена в варианте с соотношением 1:20, соответственно 79, 78 и 81% (рис).



#### **Биологическая эффективность златоглазки в борьбе с ржавым клещом на томате**

Таким образом, для борьбы с ржавым клещом на томате целесообразно возделывать устойчивые к фитофагу сорта и гибриды, а для защиты культуры во все фазы ее развития применять выпуски энтомофага златоглазки при соотношении хищник : жертва = 1:20. ■

# ВОДОПОТРЕБЛЕНИЕ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ НА АЛЛЮВИАЛЬНЫХ ПОЧВАХ МОСКВОРЕЦКОЙ ПОЙМЫ

**А.В. Шуравилин, Н.А. Муромцев, К.Б. Анисимов, А.Ю. Кулаковский, Д.А. Сухов,**  
Российский университет дружбы народов

Для оценки водопотребления и влагообеспеченности сельскохозяйственных культур и многолетних трав используют различные показатели и свойства системы почва — растения. Среди них оптимальный интервал содержания влаги в почве, водный и тепловой балансы, относительная транспирация растений и скорость движения в них влаги, коэффициент водопотребления и некоторые другие [Харченко, 1975; Судницын, 1990; Муромцев, 1991]. Один из наиболее распространенных — метод водного баланса [Харченко, 1975], позволяющий учитывать общий расход почвенной влаги, осадков, грунтовых вод и поливы. Этот метод использован нами для расчетов водопотребления многолетних трав на аллювиальных луговых суглинках, аллювиальных дерновых супесчаных и аллювиальных остаточно-болотных суглинистых почвах Москворецкой поймы (Одинцовский стационар Почвенного института им. В.В. Докучаева). Морфогенетические, агрофизические и гидромелиоративные свойства этих почв были описаны ранее [Муромцев, 1991]. Суммарное водопотребление определяли по формуле:

$$\Sigma = k \Sigma t + 4B, \text{ где}$$

$k$  — коэффициент расхода воды на  $1^\circ\text{C}$  (от 1,3 до 2,7  $\text{м}^3/\text{га}$  на  $1^\circ\text{C}$ );

$\Sigma t$  — сумма среднесуточных температур за вегетационный период,  $^\circ\text{C}$ ;

$B$  — число дней вегетационного периода.

В формуле коэффициент расхода воды ( $k$ ) принят равным 2  $\text{м}^3/\text{га}$  на  $1^\circ\text{C}$ , сумму среднесуточных температур ( $\Sigma t$ ) определяли за период с 16.04 до 31.08, т.к. в поздние сроки укосы трав не проводили и сформированная вегетационная масса была необходима для перезимовки. Продолжительность вегетационного периода ( $B$ ) за этот период составила 138 дн. За рассматриваемый период учитывали также осадки. Используемые запасы почвенной влаги определяли по разности запасов влаги в начале и в конце вегетации в слое 0—60 см. При расчете фактического водопотребления учитывали лишь осадки и использованные запасы влаги из почвы. Разница между расчетным и фактическим водопотреблением характеризует водообмен между верхними и нижними слоями почвы.

Установлено, что расчетное суммарное водопотребление для различных групп пойменных почв было одинаковым. В теплые вегетационные периоды (2001—2002 гг.) оно составляло 5160—5184  $\text{м}^3/\text{га}$ , а в относительно холодном вегетационном периоде 2003 г. уменьшилось до 4170  $\text{м}^3/\text{га}$  вследствие снижения интенсивности испарения при более низких температурах воздуха (табл.).

Фактическое водопотребление изменялось не только по годам исследований, но оно заметно зависело от расхода влаги из грунтовых вод, уровень залегания которых различался в исследованных почвах.

Так, фактическое водопотребление многолетних трав на аллювиальной дерновой супесчаной почве в средnezасушливом 2001 г. составляло 3630  $\text{м}^3/\text{га}$ , в сильнозасушливом 2002 г. оно снизилось до 1640, а во влажном 2003 г. возросло до 4570  $\text{м}^3/\text{га}$ . При этом грунтовые воды на участке с дерновыми супесчаными почвами находились на глубине 3 м, и они практически не оказывали подпитывающего влияния на активный слой почвы. Это свидетельствует о том,

что при глубоком залегании почвенно-грунтовых вод и отсутствии орошения водопотребление многолетних трав определяется в основном атмосферными осадками. В таких условиях водопотребление существенно различается в сухие и влажные годы. Так, в очень сухом 2002 г. суммарное водопотребление было в 2,8 раза меньше, чем во влажном 2003 г., что негативно сказалось на росте и развитии травяного покрова. Аналогичная картина наблюдалась и на аллювиальных луговых суглинистых и луговых остаточно-болотных суглинистых почвах.

На аллювиальной луговой суглинистой почве фактическое водопотребление многолетних трав в очень сухом 2002 г. составляло 1640  $\text{м}^3/\text{га}$ , в среднем по сухости 2001 г. — 3660 и во влажном 2003 г. — 4570  $\text{м}^3/\text{га}$ . Уровень грунтовых вод в луговой суглинистой почве залегал значительно ближе к поверхности (1,5—1,8 м), чем в дерновой супесчаной почве и оказал зональное подпитывающее влияние на ее корнеобитаемый слой. Поэтому фактическое водопотребление многолетних трав, возделываемых на луговых почвах, должно быть значительно больше, чем нами вычисленное, на величину подпитки влаги от грунтовых вод. Разница между расчетным и фактическим водопотреблением составила в очень сухом 2002 г. — 35444  $\text{м}^3/\text{га}$ , а во влажном — всего лишь 400  $\text{м}^3/\text{га}$ , что плохо согласуется с данными других авторов [Харченко, 1975; Шишов и др., 2001]. На аллювиальной луговой остаточно-болотной почве наблюдалась такая же закономерность. Причем при более высоком залегании почвенно-грунтовых вод (1,0—1,3 м от поверхности) поступление их к корневой системе многолетних трав было значительно большим. Так, в засушливом 2002 г. фактическое водопотребление многолетних трав без учета притока влаги от грунтовых вод составило 1610  $\text{м}^3/\text{га}$ , а разница между расчетным и фактическим водопотреблением — 3574  $\text{м}^3/\text{га}$ .

Следовательно, доля этой влаги поступала в корневую систему растений от грунтовых вод и водопотребление многолетних трав было выше, чем только от суммы осадков. Во влажном 2003 г. фактическое водопотребление многолетних трав, возделываемых на луговых остаточно-болотных почвах, составило 4510  $\text{м}^3/\text{га}$  и было выше, чем в очень сухом 2002 г. в 2,8 раза.

В зависимости от типа аллювиальных почв и погодных условий года изменялась урожайность многолетних трав. Она значительно (в 1,5—2 раза и более) снизилась по сравнению с начальным периодом эксплуатации оросительной и дренажной систем (1981—1986 гг.). В средне- и сильнозасушливые годы (2001 и 2002) наибольшая урожайность многолетних трав отмечена на аллювиальной луговой суглинистой почве и соответственно составляла 32,4 и 42,6 ц/га. Несколько меньшая урожайность трав отмечалась в эти годы на луговой остаточно-болотной почве — 31,9 и 21,4 ц/га соответственно. На аллювиальной дерновой супесчаной почве в засушливые годы урожайность многолетних трав была ниже, чем на луговых гидроморфных почвах на 1,2—2,9 ц/га и составила 30,6 ц/га (2001 г.) и 19,7 ц/га (2002 г.). Во влажном 2003 г. наблюдалась другая картина. Наибольшая урожайность многолетних трав (32,8 ц/га) получена на аллювиальной дерновой супесчаной почве, несколько меньшая (31,3 ц/га) — на луговой и наименьшая (30,7 ц/га) — на луговой остаточно-болотной.

Следует отметить, что в очень сухом 2002 г. был проведен только один укос многолетних трав, а в 2001

| <b>Водопотребление, урожайность и коэффициент водопотребления<br/>многолетних трав за годы исследований</b> |      |               |                                            |                                        |                                          |                                                          |                                                    |                                      |             |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|---------------|--------------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------------------|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|--------------------------------------|-------------|
| Почва                                                                                                       | Год  | Осадки,<br>мм | Использование<br>почвенной<br>влаги, м³/га | Расчетное<br>водопотребление,<br>м³/га | Фактическое<br>водопотребление,<br>м³/га | Разность между<br>приходом<br>и расходом<br>влаги, м³/га | Урожайность<br>сена и<br>многолетних<br>трав, ц/га | Коэффициент<br>водопотребления, м³/т |             |
|                                                                                                             |      |               |                                            |                                        |                                          |                                                          |                                                    | расчетный                            | фактический |
| Аллювиальная<br>дерновая<br>супесчаная                                                                      | 2001 | 3080          | 550                                        | 5160                                   | 3630                                     | 1530                                                     | 30,6                                               | 1686                                 | 1186        |
|                                                                                                             | 2002 | 1200          | 440                                        | 5184                                   | 1640                                     | 3544                                                     | 19,7                                               | 2631                                 | 832         |
|                                                                                                             | 2003 | 4400          | 170                                        | 4970                                   | 4570                                     | 400                                                      | 32,8                                               | 1515                                 | 1393        |
| Аллювиальная<br>луговая<br>легкосуглинистая                                                                 | 2001 | 3080          | 580                                        | 5160                                   | 3660                                     | 1500                                                     | 32,4                                               | 1593                                 | 1130        |
|                                                                                                             | 2002 | 1200          | 440                                        | 5184                                   | 1640                                     | 3544                                                     | 22,6                                               | 2294                                 | 726         |
|                                                                                                             | 2003 | 4400          | 170                                        | 4970                                   | 4570                                     | 400                                                      | 30,3                                               | 1588                                 | 1460        |
| Аллювиальная<br>луговая<br>остаточно-болотная                                                               | 2001 | 3080          | 600                                        | 5160                                   | 3680                                     | 1480                                                     | 31,9                                               | 1618                                 | 1154        |
|                                                                                                             | 2002 | 1200          | 410                                        | 5184                                   | 1610                                     | 3574                                                     | 21,4                                               | 2422                                 | 752         |
|                                                                                                             | 2003 | 4400          | 110                                        | 4970                                   | 4510                                     | 460                                                      | 30,7                                               | 1619                                 | 1469        |

и 2003 гг. — по два укоса. Таким образом, в очень влажные годы наибольшая урожайность многолетних трав наблюдается на аллювиальной дерновой супесчаной почве с глубоким залеганием грунтовых вод. В средне-засушливые и очень засушливые годы наиболее высокая урожайность многолетних трав формируется на пойменных луговых легкосуглинистых почвах. На луговой остаточно-болотной почве урожайность многолетних трав была меньше, но близко к луговой почве.

Коэффициент суммарного водопотребления многолетних трав существенно отличался в зависимости от погодных условий года, типа пойменных почв и метода определения суммарного водопотребления. Коэффициент суммарного водопотребления многолетних трав, вычисленный по расчетной величине суммарного водопотребления, в очень сухом 2002 г. был максимальным и варьировал в пределах 2294—2422 м³/т. Наибольшая его величина характерна для дерновой супесчаной почвы, а наименьшая — для луговой, легкосуглинистой. В среднем по засушливости 2001 г. и во влажном 2003 г. рассчитанная величина коэффициента водопотребления трав изменялась в пределах 1515—1686 м³/т сена. Наиболее высокие его значения в очень засушливом 2002 г. отмечались на аллювиальной дерновой почве, а наименьшие — на луговых; во влажном 2003 г., наоборот — меньшие величины коэффициентов водопотребления многолетних трав были вычислены для дерновых почв, а наибольшие — для луговых остаточно-болотных.

Иная закономерность отмечается для коэффициента водопотребления, вычисленного по фактическому водопотреблению многолетних трав. В этом случае наименьшие его значения (726—832 м³/т) зафиксированы в очень сухом 2002 г., а наибольшие (1393—1469 м³/т) — в очень влажном 2003 г.

Таким образом, можно говорить о том, что изменение фактического коэффициента водопотребления многолетних трав, возделываемых на различных типах аллювиальных почв, имеет следующий характер. В очень сухом году наименьшие его величины приходятся на аллювиальные луговые почвы (726 м³/т), а наибольшие — на аллювиальные дерновые (832 м³/т). Во влажные годы наибольшие значения характерны для луговых остаточно-болотных почв (1469 м³/т), а наименьшие — для дерновой почвы. Коэффициент водопотребления на аллювиальных дерновых почвах с глубоким залеганием грунтовых вод следует принимать близким к 832 м³/т (очень сухие годы) — 1393 м³/т (очень влажные годы). Для осушенных луговых и луговых остаточно-болотных почв с неглубоким залеганием грунтовых вод (при капиллярном подпитывании корнеобитаемого слоя почвы) его значения для очень сухих лет будут находиться, в среднем интервале величин: 726—2422 м³/т. Для влажных лет на этих почвах коэффициент водопотребления следует принимать без учета грунтового капиллярного подпитывания — в пределах 1460—1469 м³/т сена. ■

## ВЛИЯНИЕ МНОГОЛЕТНЕГО ВНЕСЕНИЯ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ СТОКОВ НА ПЛОДОРОДИЕ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ

**А.В. Шуравилин, Д.А. Сухов, Е.А. Пивень, Российский университет дружбы народов**

Животноводческие стоки — ценное органическое удобрение, которые могут существенно повысить плодородие почв и урожайность сельскохозяйственных культур. Они повышают содержание гумуса, улучшают минеральное питание растений. Органические вещества переводятся в минеральные легкорастворимые, хорошо мигрирующие по профилю почвы вместе с почвенным раствором. Однако многолетнее внесение животноводческих стоков в качестве органических удобрений изучено недостаточно.

Цель работы — провести комплексную оценку последствий многолетнего внесения животноводческих стоков (крупный рогатый скот) и их влияния на свойства и плодородие дерново-подзолистых почв в условиях Московской области. Исследования проводили в 2001—2003 гг. в племсовхозе «Наро-Осаново» Одинцовского района Московской области в производственных условиях на по-

лях орошения, введенных в эксплуатацию в 1980—1983 гг. Почва — дерново-подзолистая легкосуглинистая, слабогумусированная с невысоким естественным плодородием. В пахотном горизонте плотность сложения составляет 1,28 г/см³, пористость — 51,3% и наименьшая влагоемкость — 22,4%. Животноводческие стоки вносили на вновь орошаемый участок и участки с удобрительным орошением в течение 10 и 20 лет.

Схема опыта: контроль — без внесения животноводческих стоков, в вариантах I, II и III животноводческие стоки вносили в течение соответственно 1—3, 10 и 20 лет (ежегодно со стоками внесено  $N_{240} P_{120} K_{300}$ ). Подготовленные животноводческие стоки после их отстаивания в накопителях в среднем содержали 1560 мг/л взвешенных веществ, 4,85 г/л солей (по сухому остатку), 18830 мг  $O_2$ /л органических веществ (по ХПК), 800 мг/л общего азота (в т.ч. 75% аммиачного), 400 мг/л фосфора и 1000 мг/л калия (табл. 1)

**Таблица 1. Химический состав животноводческих стоков (крупный рогатый скот) в племенсовхозе «Наро-Осаново»**

| Показатель                                             | 2001 г. | 2002 г. | 2003 г. | Среднее |
|--------------------------------------------------------|---------|---------|---------|---------|
| Кислотность (рН)                                       | 7,2     | 7,3     | 7,1     | 7,2     |
| Взвешенные вещества, мг/л                              | 1850    | 1390    | 1440    | 1560    |
| Сухой остаток, мг/л                                    | 3745    | 5880    | 4925    | 4850    |
| ХПК, мг O <sub>2</sub> /л                              | 16505   | 17795   | 22100   | 18830   |
| Азот общий                                             | 795     | 805     | 800     | 800     |
| Азот аммиачный                                         | 610     | 595     | 594     | 600     |
| Фосфор (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ), мг/л          | 398     | 402     | 400     | 400     |
| Калий (K <sup>+</sup> ), мг/л                          | 1007    | 990     | 1003    | 1000    |
| Натрий (Na <sup>+</sup> ), мг/л                        | 153     | 148     | 156     | 152     |
| Магний (Mg <sup>2+</sup> ), мг/л                       | 169     | 151     | 162     | 161     |
| Кальций (Ca <sup>2+</sup> ), мг/л                      | 305     | 365     | 290     | 320     |
| Сульфаты (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ), мг/л        | 158     | 183     | 192     | 177     |
| Хлориды (Cl <sup>-</sup> ), мг/л                       | 214     | 465     | 415     | 365     |
| Бикарбонаты (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ), мг-экв/л | 40      | 62      | 48      | 50      |

Содержание микроэлементов и тяжелых металлов в стоках в среднем составляло Cu — 0,05 мг/л, Zn — 0,01, Co — 0,02, Pb — 0,01, Cr — 0,004, Mo — 0,013, Mn — 2,03 мг/л и не превышало ПДК. В животноводческих стоках отсутствовали патогенная микрофлора и яйца гельминтов.

**Таблица 2. Содержание гумуса в дерново-подзолистой почве при внесении животноводческих стоков (среднее за 2001–2003 гг.), %**

| Слой почвы, см | Вариант  |      |      |      |
|----------------|----------|------|------|------|
|                | Контроль | I    | II   | III  |
| 0–10           | 2,47     | 2,72 | 3,24 | 4,02 |
| 10–20          | 1,95     | 2,02 | 2,23 | 2,68 |
| 20–30          | 1,01     | 1,09 | 1,16 | 1,25 |
| 0–30           | 1,81     | 1,94 | 2,21 | 2,65 |
| 30–60          | 0,45     | 0,48 | 0,51 | 0,63 |
| 0–60           | 1,13     | 1,22 | 1,36 | 1,64 |

При многолетнем (20 лет) внесении животноводческих стоков содержание гумуса в слое почвы 0–30 см увеличилось по сравнению с контролем с 1,81 до 2,65%, а в слое почвы 30–60 см — с 0,45 до 0,63% от массы или соответственно на 46,4% и на 40,0%. Трехлетнее внесение стоков способствовало некоторому накоплению гумуса в слоях почвы 0–30, 30–60 и 0–60 см соответственно до 1,91, 0,48 и 1,22% и было выше контроля на 7,2, 6,7 и 8,0% (табл. 2).

Полученные данные свидетельствуют о том, что за 20-летний период внесения стоков на поля орошения и от корневых остатков содержание гумуса увеличилось на 62,8% в верхнем гумусовом слое почвы (0–10 см) и на 46,4% в пахотном слое (0–30 см). При этом произошло заметное улучшение физико-химических свойств почвы. Так, актуальная кислотность в верхнем слое почвы (0–30 см) стала нейтральной, а в контроле была слабокислой. Гидролитическая кислотность почвы также постепенно (в течение 20 лет) снижалась и достигла 2,1 мг-экв/100 г (табл. 3).

Дерново-подзолистая почва обладает низкой поглощательной способностью. Однако внесение в почву животноводческих стоков способствовало увеличению этого показателя. При внесении стоков в течение 20 лет сумма поглощенных оснований была больше контроля на 40% (в слое почвы 0–30 см), на 32,7% (30–60 см) и на 36,5% (0–60 см). Насыщенность почвы основаниями составляла 82,7% (0–30 см), 69,5% (30–60 см) и 76,1% (0–60 см), в то время как в контроле она была ниже соответственно на 12,0, 9,8 и 12,5%. В сумме поглощенных оснований преобладали двухвалентные щелочноземельные катионы. По мере увеличения длительности внесения стоков наблюдается тенденция увеличения доли кальция и соответственно снижение доли магния в составе поглощенных катионов. Так, при многолетнем внесении стоков доля кальция увеличилась по сравнению с контролем в слое почвы 0–30 см с 73,0 до 82,6%, а доля магния уменьшилась с 25,5 до 16,4%. Это обусловлено поглощением кальция почвой, содержание которого в стоках в 2 раза больше, чем магния.

Анализ данных по доступным растениям питательным элементам свидетельствует о том, что их содержание по мере увеличения длительности применения животноводческих стоков заметно возрастает, особенно в верхних слоях почвенного профиля. Так, в среднем за годы исследований только за период от весны к осени в контроле содержание легкогидролизуемого азота в слое почвы 0–30 см уменьшилось с 59 до 55 мг/кг, подвижного фосфора — с 94 до 91 мг/кг и обменного калия — с 161 до 156 мг/кг, что связано с выносом биомассы (табл. 4). За период вегетации трав в слое почвы 0–60 см содержание легкогидролизуемого азота уменьшилось на 5,9%, подвижного фосфора — на 3,5% и обменного калия — на 3,4%. При внесении стоков в течение трех лет в слое почвы 0–30 см содержание легкогидролизуемого азота увеличилось с 74 до 85 мг/кг (на 14,9%), подвижного фосфора — с 109 до 119 мг/кг (на 9,2%) и обменного калия — с 172 до 180 мг/кг (на 4,7%). Аналогичная тенденция в повышении содержания питательных элементов также сохранялась в подпахотном слое (30–60 см). Внесение животноводческих стоков в течение 10 лет обеспечивало более высокое содержание в почве основных питательных элементов как в начале вегетации, так и в конце ее. В среднем за годы исследований от весны к осени в слое почвы 0–30 см содержание легкогидролизуемого азота увеличилось с 103 до 111 мг/кг (на 7,8%), подвижного фосфора — с 122 до 131 мг/кг (на 7,4%) и обменного калия — с 179 до 189 мг/кг (на 5,6%).

**Таблица 3. Физико-химические свойства дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы при внесении животноводческих стоков (среднее за 2001–2003 гг.)**

| Вариант  | Слой почвы, см | рН <sub>сол.</sub> | Гидролитическая кислотность, мг-экв/100 г почвы | Сумма поглощенных оснований, мг-экв/100 г почвы | Ca <sup>2+</sup> , % от суммы поглощенных катионов | Mg <sup>2+</sup> , % от суммы поглощенных катионов | Насыщенность почвы основаниями, % |
|----------|----------------|--------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------------------|
| Контроль | 0–30           | 5,5                | 2,9                                             | 7,0                                             | 73,0                                               | 25,5                                               | 70,7                              |
|          | 30–60          | 5,3                | 3,8                                             | 5,5                                             | 76,6                                               | 22,0                                               | 59,7                              |
|          | 0–60           | 5,4                | 3,4                                             | 6,3                                             | 74,8                                               | 23,8                                               | 63,6                              |
| I        | 0–30           | 5,7                | 2,7                                             | 8,1                                             | 78,2                                               | 20,7                                               | 75,0                              |
|          | 30–60          | 5,3                | 3,7                                             | 6,0                                             | 79,2                                               | 19,4                                               | 61,9                              |
|          | 0–60           | 5,5                | 3,2                                             | 7,1                                             | 78,7                                               | 20,1                                               | 68,9                              |
| II       | 0–30           | 6,0                | 2,5                                             | 9,4                                             | 80,3                                               | 18,1                                               | 79,0                              |
|          | 30–60          | 5,4                | 3,5                                             | 6,5                                             | 82,1                                               | 16,4                                               | 65,0                              |
|          | 0–60           | 5,7                | 3,0                                             | 8,0                                             | 81,2                                               | 17,8                                               | 72,7                              |
| III      | 0–30           | 6,2                | 2,1                                             | 9,8                                             | 82,6                                               | 16,4                                               | 82,7                              |
|          | 30–60          | 5,7                | 3,2                                             | 7,3                                             | 85,1                                               | 13,7                                               | 69,5                              |
|          | 0–60           | 5,9                | 2,7                                             | 8,6                                             | 83,8                                               | 15,1                                               | 76,1                              |

**Таблица 4. Влияние многолетнего внесения животноводческих стоков на содержание доступных растениям питательных элементов в дерново-подзолистой почве (среднее за 2001–2003 гг.), мг/кг**

| Вариант  | Слой почвы, см | Начало вегетации  |                               |                  | Конец вегетации   |                               |                  |
|----------|----------------|-------------------|-------------------------------|------------------|-------------------|-------------------------------|------------------|
|          |                | N <sub>л.г.</sub> | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | N <sub>л.г.</sub> | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O |
| Контроль | 0–30           | 59                | 94                            | 161              | 55                | 91                            | 156              |
|          | 30–60          | 43                | 76                            | 137              | 41                | 73                            | 132              |
|          | 0–60           | 51                | 85                            | 149              | 48                | 82                            | 144              |
| I        | 0–30           | 74                | 109                           | 172              | 85                | 119                           | 180              |
|          | 30–60          | 52                | 85                            | 142              | 63                | 95                            | 150              |
|          | 0–60           | 63                | 97                            | 157              | 74                | 107                           | 165              |
| II       | 0–30           | 103               | 122                           | 179              | 111               | 131                           | 189              |
|          | 30–60          | 65                | 92                            | 149              | 73                | 101                           | 159              |
|          | 0–60           | 84                | 107                           | 164              | 92                | 116                           | 174              |
| III      | 0–30           | 128               | 140                           | 195              | 132               | 148                           | 200              |
|          | 30–60          | 80                | 104                           | 153              | 86                | 110                           | 160              |
|          | 0–60           | 104               | 122                           | 174              | 109               | 129                           | 180              |

Многолетнее внесение стоков (20 лет) существенно повысило содержание подвижных питательных элементов в почве. В среднем за годы исследований на начало вегетации содержание легкогидролизуемого азота, подвижного фосфора и обменного калия в слое почвы 0–30 см увеличилось по сравнению с контролем в 2,2, 1,4 и 1,2 раза соответственно.

При ежегодном внесении в почву животноводческих стоков в количестве 300 м<sup>3</sup>/га в среднем вместе со стоками в почву ежегодно поступило 240 кг/га общего азота, в т.ч. 180 кг/га аммиачного. Подвижные соединения фосфора и калия поступали в почву в количестве 120 и 300 кг/га. Кроме этого, в почву ежегодно поступало 468 кг/га взвешенных веществ, которые в процессе их разложения обогащали почву питательными элементами.

Таким образом, для повышения плодородия дерново-подзолистых почв животноводческие стоки (крупный рогатый скот) целесообразно вносить в начале вегетации трав в норме 150 м<sup>3</sup>/га (120 кг/га азота) и в такой же норме после первого укоса при общей норме удобрительных поливов 300 м<sup>3</sup>/га (240 кг/га по азоту). Особенно эффективно многолетнее внесение животноводческих стоков на землях, подлежащих рекультивации, а также на малопродуктивных почвах. ■

## АГРОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА И БЕЛКОВАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ СТАРОВОЗРАСТНЫХ ПОСЕВОВ ЛЮЦЕРНЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СПОСОБА УЛУЧШЕНИЯ ТРАВСТОЯ

**В.С. Бжеумыхов, М.М. Токбаев,**

**Кабардино-Балкарская государственная сельскохозяйственная академия**

Исследования провели в 1999–2003 гг. на учебно-опытном поле Кабардино-Балкарской ГСХА на черноземах выщелоченных тяжелосуглинистых, со средним содержанием подвижного фосфора и повышенным обменного калия. В полевых опытах изучали безотвальную обработку люцерны с целью продления ее продуктивного долголетия (закладка была начата в 1995–1996 гг.). Схема опыта включала следующие варианты: К — контроль (без улучшения), I — глубокая (30 см) плоскорезная обработка, II — глубокая плоскорезная обработка + подсев семян + прикатывание, III — 2-ярусная плоскорезная обработка плоскорезами-глубокорыхлителями ПГ-2С и ПГ-3С, первоначально на глубину 15–17, а затем 30 см (фон), IV — фон + прикатывание, V — фон + подсев семян (3 млн шт/га) + прикатывание, VI — фон + дискование + подсев семян + прикатывание. Во всех вариантах осенью вносили 90 кг/га P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> в виде двойного суперфосфата.

Содержание сырого протеина в сухом веществе люцерны зависело от погодных условий — при дефиците влаги ухудшается минеральное питание и деятельность симбиотического аппарата растений. При старении травостоя в нем увеличивалось присутствие небобового компонента (сорняков), характеризующегося более низким содержанием сырого протеина, что привело к уменьшению его содержания в целом по всей массе травостоя.

Улучшение травостоя, активизируя деятельность симбиотического аппарата, повышало содержание белка в надземной массе. При подсевах снижалась засоренность травостоя небобовыми видами. Этот прием, способствуя омоложению травостоя, оказал более благоприятное длительное воздействие на содержание белка в сухой массе, чем одно рыхление без подсева.

Установлено снижение белковой продуктивности люцернового травостоя по мере его старения, что

особенно четко проявилось в варианте без его улучшения. В среднем по двум закладкам опыта сбор сырого протеина с 1 га люцернового травостоя 7-го года жизни был почти в 2 раза меньше, чем с травостоя 4-го года жизни. Омоложение травостоя замедляло этот процесс, повышая выход сырого протеина.

Безотвальное рыхление, особенно 2-ярусное, и подсев семян на его фоне способствовали резкому (в 1,4 раза) повышению белковой продуктивности травостоя, однако наибольший эффект был получен на 2-й год после проведения этих мероприятий, который постепенно снижался по мере старения фитоценоза. Темпы этого снижения проявились в гораздо меньшей степени при плоскорезной обработке почвы с подсевом семян (табл. 1). Так, сбор сырого белка при глубокой плоскорезной обработке со 2-го года после улучшения к 4-му снизился в среднем в 2,43 раза, при подсевах семян на этом фоне уменьшение составило только 1,9 раза.

Такая же закономерность наблюдалась и при 2-ярусной плоскорезной обработке. Без подсева семян в этом случае сбор сырого протеина снизился в 2,2 раза, а при проведении полного комплекса агроприемов — в 1,7 раза.

В среднем за 4 года глубокая плоскорезная обработка почвы увеличила среднегодовой сбор белка в 1,28 раза, применение ее совместно с подсевом — в 1,53 раза; 2-ярусная обработка без подсева трав повысила этот показатель в 1,48 раза, а при полном комплексе приемов — в 1,75 раза.

Следует отметить, что без улучшения коэффициент варьирования белковой продуктивности по годам составил почти 25%, при глубокой плоскорезной обработке он уменьшился в 2,2 раза. Подсев трав на этом фоне оказал дальнейшее стабилизирующее действие, коэффициент варьирования снизился еще в 1,28 раза (по сравнению с вариантом без подсева). Наименьшее варьирование

**Таблица 1. Сбор сырого протеина (кг/га) и коэффициент его варьирования по годам (%) в зависимости от способа улучшения люцернового травостоя (1999–2003 гг., в среднем по двум закладкам опыта)**

| Вариант | Год жизни травостоя |      |      |     | В среднем за 4 года |                             |
|---------|---------------------|------|------|-----|---------------------|-----------------------------|
|         | 4                   | 5    | 6    | 7   |                     |                             |
|         | Год после улучшения |      |      |     | Сбор, кг/га         | Коэффициент варьирования, % |
|         | 1                   | 2    | 3    | 4   |                     |                             |
| K       | 787                 | 674  | 481  | 408 | 588                 | 24,9                        |
| I       | 781                 | 1075 | 722  | 443 | 755                 | 11,4                        |
| II      | 857                 | 1192 | 932  | 628 | 902                 | 8,9                         |
| III     | 787                 | 1122 | 835  | 542 | 873                 | 7,8                         |
| IV      | 835                 | 1145 | 874  | 574 | 857                 | 8,8                         |
| V       | 940                 | 1253 | 955  | 686 | 958                 | 7,7                         |
| VI      | 978                 | 1340 | 1040 | 766 | 1031                | 7,7                         |

белковой продуктивности отмечено при плоскорезной 2-ярусной обработке с подсевом семян 7,7%, это в 3,2 раза меньше, чем в контроле.

Агроэнергетическая оценка — наиболее объективный метод сравнения любых технологий возделывания сельскохозяйственных культур. К сожалению, из-за огромного диспаритета цен в ущерб сельскохозяйственной продукции даже энергетически эффективные технологии увеличения продуктивности сельскохозяйственных угодий могут оказаться невосприимчивыми. В 2003 г. цена 1 кг зерна (10 МДж) колебалась в пределах от 1,5 до 2,5 руб., а цена 1 кг дизельного топлива (10 МДж) — от 8,0 до 8,5 руб. Диспаритет цен в пользу горючего составлял от 3,2 до 5,7. В результате только при таком коэффициенте энергетической эффективности производства можно говорить об его возможной экономической окупаемости.

При расчете совокупных затрат техногенной (антропогенной) энергии (Е) учитывали, что травостой после улучшения использовали 4 года, т.е. затраты на его проведение раскладывались на 4 года. Затраты на внесение удобрений и уборку урожая относили на каждый год. Поскольку исследования проведены на травостое после трех лет его использования, т.е. он должен перепаживаться, то затраты на его создание не учитывались.

При расчете совокупных затрат техногенной (антропогенной) энергии (Е) учитывали, что травостой после улучшения использовали 4 года, т.е. затраты на его проведение раскладывались на 4 года. Затраты на внесение удобрений и уборку урожая относили на каждый год. Поскольку исследования проведены на травостое после трех лет его использования, т.е. он должен перепаживаться, то затраты на его создание не учитывались.

В варианте без улучшения совокупные затраты энергии были самыми низкими. Однако в этом варианте наблюдалась и самая низкая прибавка энергии. Обычно чем меньше совокупные затраты энергии, тем выше энергетический коэффициент производства. В нашем же опыте выявлена обратная картина, т.к. в контроле также вносили фосфорные удобрения, действие которых резко повышалось при плоскорезной обработке почвы, дисковании и подсеве. Плоскорезное 2-ярусное рыхление с подсевом и всем комплексом мероприятий увеличило среднегодовой выход обменной энергии в 1,83 раза. Прибавка энергии (чистый энергетический доход) по обменной энергии увеличилась в 1,93 раза (табл. 2). Энергетический коэффициент производства при этом повысился в 1,2 раза. Улучшение травостоя способствовало лучше использованию удобрений, повышению почвенного плодородия и влагообеспеченности, тем самым усиливая азотфиксацию.

Таким образом, комплекс агротехнических мероприятий (2-ярусная плоскорезная обработка + дискование + подсев семян + прикатывание), проведенный вес-

**Таблица 2. Агроэнергетическая эффективность способов улучшения люцернового травостоя после его 3-летнего использования (среднегодовые показатели за 1999–2003 гг. по двум закладкам опыта)**

| Вариант | Энергонасыщенность сухого вещества обменной энергией, МДж/кг | Сбор обменной энергии, ГДж/га | Совокупные затраты энергии, ГДж/га | Прибавка энергии, ГДж/га | Энергетический коэффициент | Коэффициент энергоокупаемости производства, % |
|---------|--------------------------------------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|--------------------------|----------------------------|-----------------------------------------------|
| K       | 82                                                           | 28,5                          | 7,1                                | 21,4                     | 4,01                       | 301                                           |
| I       | 8,7                                                          | 37,5                          | 8,6                                | 28,9                     | 4,36                       | 336                                           |
| II      | 8,9                                                          | 45,2                          | 9,8                                | 35,4                     | 4,61                       | 361                                           |
| III     | 8,9                                                          | 41,0                          | 9,4                                | 31,6                     | 4,36                       | 336                                           |
| IV      | 8,9                                                          | 42,9                          | 9,6                                | 34,3                     | 4,43                       | 343                                           |
| V       | 9,1                                                          | 48,5                          | 10,3                               | 38,2                     | 4,71                       | 371                                           |
| VI      | 9,0                                                          | 52,2                          | 10,8                               | 41,4                     | 4,83                       | 383                                           |

ной, повысил среднегодовой сбор сырого протеина на 443 кг/га по сравнению с контролем (без улучшения). При этом коэффициент варьирования сбора протеина по годам снизился на 17,2%. При улучшении травостоя комплексом мероприятий содержание сырого протеина в сухом веществе увеличилось на 1%. В течение четырех лет использования после улучшения травостоя люцерны 2-ярусной плоскорезной обработкой почвы с дискованием, подсевом семян и прикатыванием повысился среднегодовой выход обменной энергии на 93%, а энергетический коэффициент стал равен 4,83.

**Цена «Справочника» в издательстве 150 руб.**

## Вышел из печати «Справочник пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации, 2007 год»

Вы сможете приобрести Справочник непосредственно в «Издательстве Агрорус» по цене 150 руб.

Адрес издательства: 119590, Москва, ул. Минская, д. 1 Г, корп. 2; тел. (495) 780-87-65; факс: (495) 780-87-66.

(проезд — станция метро «Киевская», трол. 17 и 34 до ост. «Мосфильмовская ул.»)

Вы можете заказать Справочник для получения наложенным платежом или по перечислению по цене 200 руб. (включая почтовые расходы), прислав заявку в произвольной форме или сделав соответствующую отметку в карте обратной связи

Банковские реквизиты ООО «Издательство Агрорус»:

ИНН 7736164681, р/сч. 40702810938260101481, кор/сч. 30101810400000000225,

БИК 044525225, в Киевском ОСБ №5278 Сбербанка России ОАО, г. Москва