

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ НАУК
ВСЕРОССИЙСКИЙ ИНСТИТУТ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

ISSN 1727-1320

ВЕСТНИК ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

PLANT PROTECTION NEWS

3

Санкт-Петербург - Пушкин
2009

ВЕСТНИК ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

УДК 632

Научно-теоретический рецензируемый журнал

Основан в 1939 г.

Издание возобновлено в 1999 г.

Учредитель - Всероссийский НИИ защиты растений РАСХН (ВИЗР)

Зарегистрирован в ГК РФ по печати № 017839 от 03 июля 1998 г.

Главный редактор В.А.Павлюшин

Зам. гл. редактора К.В.Новожилов

Зам. гл. редактора В.И.Долженко

Отв. секретарь В.Г.Иващенко

Редакционный совет

- | | |
|---|---|
| А.Н.Власенко - академик РАСХН, СибНИИЗХИм | К.В.Новожилов - академик РАСХН, ВИЗР |
| В.И.Долженко - член-корр. РАСХН, ВИЗР | В.А.Павлюшин - академик РАСХН, ВИЗР |
| Ю.Т.Дьяков - д.б.н., профессор, МГУ | С.Прушински - д.б.н., профессор, Польша |
| А.А.Жученко - академик РАН, РАСХН | С.Д.Каракотов - д.х.н., ЗАО Шелково-Агрохим, дирек. |
| В.Ф.Зайцев - д.б.н., профессор, ЗИН РАН | С.С.Санин - академик РАСХН, ВНИИФ |
| В.А.Захаренко - академик РАСХН | К.Г.Скрябин - академик РАН, РАСХН,
Центр "Биоинженерия" РАН |
| А.А.Макаров - к.с.-х.н., ВНИИФ | М.С.Соколов - академик РАСХН, РВК ООО
"Биоформатек", зам. ген. директора |
| В.Н.Мороховец - к.б.н., ДВНИИЗР | С.В.Сорока - к.с.-х.н., Белоруссия |
| В.Д.Надыкта - академик РАСХН,
ВНИИБЗР | Д.Шпаар - д.б.н., профессор,
иностранный член РАСХН, Германия |

Редакционная коллегия

- | | | |
|--------------------------------|------------------------------|------------------------------------|
| О.С.Афанасенко - д.б.н., проф. | Л.А.Гуськова - к.с.-х.н. | А.К.Лысов - к.т.н. |
| В.Н.Буров - член-корр. РАСХН | А.П.Дмитриев - д.б.н. | Г.А.Наседкина - к.б.н. |
| Н.А.Вилкова - д.с.-х.н., проф. | А.Ф.Зубков - д.б.н., проф. | Д.С.Переверзев (секр.) - к.б.н. |
| К.Е.Воронин - д.с.-х.н., проф. | В.Г.Иващенко - д.б.н., проф. | Н.Н.Семенова - д.б.н. |
| Н.Р.Гончаров - к.с.-х.н. | М.М.Левитин - академик РАСХН | Г.И.Сухорученко - д.с.-х.н., проф. |
| И.Я.Гричанов - д.б.н. | Н.Н.Лунева - к.б.н. | С.Л.Тютюрев - д.б.н., проф. |

Редакция

А.Ф.Зубков (зав. редакцией), И.Я.Гричанов, С.Г.Удалов, Е.В.Вяземская

Россия, 196608, Санкт-Петербург-Пушкин, шоссе Подбельского, 3, ВИЗР

E-mail: vizrspb@mail333.com

vestnik@icZR.ru

УДК 631.51(470+571)

АКТУАЛЬНОСТЬ РАДИКАЛЬНОГО УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПОЧВ РОССИИ**М.С. Соколов,* Ю.Л. Дородных,* А.И. Марченко****

*Российская биотехнологическая корпорация - ООО "Биоформатек", Москва;
bioformatech@mail.ru

**Научно-исследовательский центр токсикологии и гигиенической регламентации
биопрепаратов, Серпухов, toxic@online.stack.net

Обсуждаются актуальность разработки и основные задачи научной концепции национальной программы "Радикальное улучшение качества почв России". Приводятся примеры деградированных почв. Рассматриваются принципы восстановления и оздоровления почв различных земельных территорий (угодий). Констатируется, что высококачественная плодородная и здоровая почва агроценозов, характеризующаяся оптимальным биоразнообразием, высокой самоочищающей способностью и супрессивностью - неотъемлемое условие получения нормативно чистого, программируемого урожая.

"Патология почв, их деградация, физическое разрушение почвенного покрова - это патологическое поведение человека и самоубийство человечества. Эти явления должны быть исключены в окружающей человека среде с помощью современной развитой науки, разумной техники, сознательной дисциплины и максимальной биологизации всех ландшафтов планеты".

В.А. Ковда, 1989

1. Улучшение качества и оздоровление почвенных ресурсов России - атрибут реализации концепции устойчивого развития. В соответствии с рекомендациями международных экологических форумов в Рио-де-Жанейро (1992 г.) и Претории (2002 г.) реализация мировым сообществом концепции устойчивого развития (базирующейся на гармонизации взаимоотношений человека с природой) предполагает разработку Национальных программ по поддержанию здоровья окружающей среды (то есть экосферы). России это обеспечит улучшение здоровья народонаселения, рост его благосостояния, экологическую и продовольственную безопасность (Захаров, 2000). Земельным ресурсам и, в частности, почве в этой программе должно принадлежать ведущее место, поскольку почва выполняет общепланетарную средообразующую роль. Обладая как имманентный компонент наземной экосистемы экологической устойчивостью, почва стабильно обеспечивает потенциальную биопродуктивность наземных экосистем и их непрерывное функционирование в качестве

глобального источника (и резервуара) биофильных элементов. Это в конечном счете определяет и условия экологического благополучия самого человека.

Земельный фонд РФ (на 01.01.07) составляет 1709.8 млн га, в т.ч. земли сельскохозяйственного назначения - 402.6 млн га, сельскохозяйственные угодья - 220.6, пашня - 122.6 млн га (Проблемы деградации..., 2008). Большая часть земельных угодий России является государственной (федеральной и муниципальной) собственностью, сдаваемой в аренду. Поскольку площадь пригодных для освоения земель постоянно снижается, а потребность в них для селитебных (поселенческих) и промышленных нужд непрерывно растет, стоимость экологических, рентабельных земельных участков постоянно увеличивается. Исключением являются деградированные земли - нарушенные, загрязненные, инфицированные и малопродуктивные, характеризующиеся низким бонитетом. Такие угодья остаются невостребованными.

Загрязненные, "больные" и "утомленные" почвы удается восстановить лишь с

помощью комплекса ремедиационных (оздоровительных) мероприятий. При этом использование химических пестицидов либо вообще исключено, либо существенно ограничено. Оздоровительные мероприятия и специальные технологические приемы включают применение таких экологических средств, как полифункциональные биопрепараты, косубстраты, сорбенты, индукторы супрессивности, культуры-исключатели и/или гипераккумуляторы, биоудобрения и др. В случае, если деградированные, "больные" почвы из-за нерентабельности превратились в бросовые ("бедленды", свалки), то, как правило, они не поддаются лечению и нейтрализовать их негативные свойства возможно лишь высокочувствительными приемами "хирургии".

Оздоровление почв, реализация комплекса мероприятий по профилактике их деградации и почвоутомления - актуальнейшая общегосударственная проблема. В ее решении должно быть заинтересовано общество в целом, наши законодатели и администраторы всех рангов (а не только природоохранной и агропромышленной сфер). Очевидно, что исполнителями соответствующей среднесрочной межотраслевой Программы "Радикальное улучшение качества почв России" (первый этап которой нами определен в 4-5 лет) должны выступать НИУ разных академий и ведомств, независимые инновационные компании и организации, а в качестве заказчика - Правительство России и частный бизнес. При этом, конечно, должен и неуклонно осуществляться принцип "Загрязнитель платит"!

2. Деградация почв России и возможности их оздоровления. В настоящее время деградация почв - важнейшая социальная проблема, создающая угрозу экологической, экономической и национальной безопасности России (Проблемы деградации..., 2008). Мировой масштаб ежегодных потерь почвенных ресурсов впечатляет: его оценивают величиной порядка 17 млн га! (Структурно-функциональная роль..., 2003). Наибольший ущерб почвам наносят эрозия, локальное переувлажнение, засоление, де-

гумификация, захламление отходами производства и потребления, заселение токсигенными микробами и другими вредными организмами, загрязнение канцерогенными и иными опасными для здоровья веществами - суперэкоксикантами (гептил, хлордиоксины), стойкими нефтепродуктами (ПАУ) и галоидсодержащими пестицидами, техногенными радионуклидами (ТРН), тяжелыми металлами (ТМ) и токсичными элементами (ТЭ), а также отходами социумов, промышленности и животноводческих комплексов. Деградированные почвы во многом утратили природную микрофлору, свойственные ей разнообразие и функции. Такие почвы не способны к самоочищению, азотфиксации, мобилизации элементов питания. Следствием деградации почв является утрата земельными и лесными угодьями рекреационных функций, невозможность использования их для создания и обустройства селитебных и тем более рекреационных территорий, значительный недобор с таких земель растениеводческой и лесной продукции, ухудшение ее качества и, что немаловажно, загрязнение сопряженных сред - атмосферы, поверхностных и грунтовых вод.

Так, на месторождениях Западной Сибири только за три года (1995-1997 гг.) зарегистрировано до 40 тыс. аварий со значительными разливами нефти, следствием чего является масштабное загрязнение почвенно-растительного покрова и аккумуляция нефтепродуктов в почве. Из 18 млн га почв населенных пунктов вокруг промышленных комплексов (и прилегающих зон) по загрязнению тяжелыми металлами около 12% земель отнесены к категориям чрезвычайно опасного и опасного загрязнения. При этом отмечено многократное превышение ПДК по кадмию, свинцу, цинку, хromу, меди. Загрязнение земель хлордиоксидами зафиксировано в ряде городов Подмосковья, Уфе, Чапаевске и др. Наибольшее загрязнение почв пестицидами (из-за нарушения технологий внесения) обнаружено в садах и лесах рекреационных зон Иркутской, Новосибирской и

Курганской областей (Государственный доклад..., 1998).

В результате несовершенства технологий в НПО "Конденатор" (г. Серпухов Московской обл.) почва в окрестностях предприятия в сильной степени загрязнена высокотоксичными полихлорированными бифенилами (ПХБ). Несмотря на прекращение использования этих соединений в течение последних 20 лет, примерно 30% городских почв содержат ПХБ на уровне 10-50 ОДК и свыше 20% территории (в радиусе 350-500 м) >50-100 ОДК. Из-за отсутствия системных мероприятий по оздоровлению почвы от ПХБ проблема аномально высоких концентраций этих поллютантов в почвенном покрове г. Серпухова по-прежнему сохраняется (Государственный доклад..., 2003).

Радиоактивное загрязнение сельскохозяйственных угодий ^{137}Cs , обусловленное аварией на Чернобыльской АЭС, только в четырех областях РФ (Брянской, Тульской, Орловской и Калужской) превышает 3.3 млн га. Очаги земель, загрязненных ТРН, выявлены в Москве, Санкт-Петербурге, Екатеринбурге, Норильске, Иркутске и других городах. Вследствие аварии на ЧАЭС радиоактивному загрязнению ^{137}Cs подвержен лесной фонд РФ на площади свыше 1.2 млн га, а с учетом Уральской аварии - >1.4 млн га. В течение последних 10 лет плотность радиоактивного загрязнения этой территории не снижается (Государственный доклад..., 2006; Доктрина..., 2008). В то же время, превышение допустимых уровней удельной активности ТРН в пищевых и кормовых ресурсах фиксируется уже при плотности загрязнения почвы $^{137}\text{Cs} > 0.5 \text{ Ку/км}^2$, $^{90}\text{Sr} > 0.1 \text{ Ку/км}^2$.

В последние десятилетия из-за перехода к "коротким" севооборотам или их отсутствия отмечено практически повсеместное накопление инфекционного начала возбудителей корневых гнилей в почвах сельхозугодий. При возделывании, например, пшеницы и других зерновых культур на почвах, в высокой степени заселенных фитопатогенами, зем-

лепользователи ежегодно недополучают 15-20% (или 6-8 ц/га) урожая зерна. Следствием этого является систематический недобор страной зерновых и других экономически значимых культур. Это одна из причин отставания прироста валовой продукции сельского хозяйства от темпов увеличения ее импорта и обеспечения населения России основными продуктами питания существенно ниже медицинских норм (Государственный доклад..., 2003).

Мировая и российская наука располагают апробированными, эффективными и экологичными средствами оздоровления почв, защиты их от деградации, а также способами реутилизации отходов. Применение отечественных микробных биопрепаратов на основе продуцентов регуляторов роста растений, супрессоров фитопатогенов, микробных инсектицидов и зооцидов, азотфиксаторов, мобилизаторов фосфатов, индукторов стрессоустойчивости растений, деструкторов нефтепродуктов, стойких пестицидов и других хлорорганических соединений (в т. ч. входящих и в так называемую "грязную дюжину"), а также биокомпостирование загрязненной почвы *in situ* - это общепринятые в мировой практике средства лечения "больных" почв. Однако из-за бедственного положения российской науки и отсутствия в стране независимых внедренческих структур в последние два десятилетия подобные инновационные разработки несмотря на имеющийся задел практически не осваиваются и не реализуются.

Чтобы переломить ситуацию, независимая Российская биотехнологическая корпорация (РБК), имеющая положительный опыт в реализации инноваций в сфере ландшафто- и почвоулучшения, готова координировать эту работу. РБК опирается на передовую отечественную и мировую природоохранную методологию, представляющую несомненный практический интерес для России.

3. Концепция формирования качества и здоровья почвы, ее развитие. Концепция разрабатывалась в течение XX в. учеными разных стран, в т.ч. б. СССР

(Ковда, 1990). Как методологическое практическое руководство к действию концепция качества почвы сформулирована и официально одобрена американским обществом почвоведов (Karlen, Ditzler, Andrews, 2003). Она принята также учеными стран ЕС и интенсивно адаптируется ими (Microbiological Methods..., 2006; Janvier C. et al., 2007). Эксперты МСХ США считают, что высококачественная почва должна отвечать всем основным требованиям конкретного землепользователя. Важнейший атрибут качества почвы - ее здоровье - американские коллеги определяют как "...способность в течение длительного времени функционировать в качестве компонента наземной экосистемы, обеспечивая ее биопродуктивность и поддерживая качество воды и воздуха, а также здоровье растений, животных и человека" (Doran, Sarrantonio, Liebig, 2003). Близкое определение дают и отечественные исследователи (Кожевин, 2001).

Мы полагаем, что реальная биопродуктивность здоровой почвы и как компонента устойчивого биогеоценоза (точнее педоценоза), и наземных экосистем - симбиотическое сообщество фитоценоза и педоценоза (Керженцев, 2006) - наряду с плодородием определяется ее экологической устойчивостью. Последняя проявляется как самоподдерживаемая, саморегулируемая и самоочищающаяся способность почвы в отношении вредных для биогеоценоза стресс-факторов как абиотических, так и биотических. Именно экологическая устойчивость почвы как ингредиента наземной экосистемы обеспечивает ее "безвредность" для человека, почвенной и наземной биоты, экологичность биопродукции, незагрязненность сопряженных с почвой водной и воздушной сред, а также, что немаловажно - минимизацию расхищения продукции вредными организмами и ее порчи в период хранения.

Здоровье природной почвы реализуется посредством нескольких функций ее биоты, в числе которых: а) оптимально-сбалансированное разнообразие аборигенной биоты педоценоза, характеризуе-

мое широкой функциональной активностью, специфической структурой, биомассой, численностью и иными атрибутами ее доминирующих групп; б) самоочищение от загрязняющих веществ, реализуемое преимущественно органотрофными микроорганизмами-деструкторами биотрансформацией и/или соокислительной деградацией органических загрязняющих веществ, а также сорбцией неорганических поллютантов (ТМ, ТЭ, ТРН) почвенно-поглощающим комплексом; в) супрессия аборигенными сапротрофными микробами-антагонистами, а также бактериофагами, хищными простейшими и др. фитопатогенной, патогенной (сальмонелла и др.) и условно патогенной (БГКП, энтерококки) микрофлоры, а также санитарно-показательной микро- и мезофауны (патогенные для человека простейшие, гельминты, насекомые).

Можно констатировать, что высококачественная почва муниципальных, рекреационных и промышленных территорий, лесо- и сельскохозяйственных угодий - это плодородная и здоровая почва, характеризующаяся оптимальным биоразнообразием, обладающая самоочищающей способностью в отношении приоритетных поллютантов и супрессивная в отношении вредных организмов. Поэтому применительно к агроценозам только высококачественная их почва (плодородная и здоровая) в состоянии регулярно обеспечивать получение экологичного (нормативно чистого), программируемого урожая.

4. Здоровье почвы как объект экологического мониторинга, биоценотическая регуляция экосистем - основа оздоровления почв. В последние десятилетия масштабы техногенного загрязнения сельскохозяйственных угодий России постоянно возрастают, а почвенные возбудители болезней практически повсеместно заселили агроценозы экономически значимых культур и причиняют существенный ущерб древесно-кустарниковым насаждениям. Поэтому необходимо принимать срочные меры по исправлению ситуации!

Здоровье почвы следует перманентно контролировать в системе государственного экологического мониторинга, которая на сегодняшний день разрушена, но должна быть обязательно восстановлена. Наряду с прецизионными инструментальными методами, его база должна включать и системы (наборы) зональных биологических тестов-индикаторов, и современные методы оценки структурно-функциональной организации почвенных микробных сообществ. С использованием этой аналитической и индикаторной базы актуальна дальнейшая разработка экологических нормативов. Эта важная приоритетная работа активно проводилась (применительно к почве) в 1970-1980 гг. в б. СССР, однако в последние два десятилетия из-за отсутствия госзаказа в России она практически свернута.

Здоровье почвы в процессе муниципального, агропромышленного, лесохозяйственного и рекреационного использования земель должно восстанавливаться и поддерживаться преимущественно биоценотической регуляцией (мероприятия по обустройству ландшафта), а также специальными технологическими приемами с применением экологических средств. Факторы управления биоресурсами агролесозащитных систем, поддержания здоровья их почв хотя и известны, однако пока еще недостаточно используются в зональных системах земледелия и защиты растений. Это отечественный арсенал методов и средств биологической защиты растений - полезащитное лесоразведение, фитосанитарные севообороты и предшественники, сбалансированное применение сидеральных, органических и минеральных удобрений, адаптивные системы обработки почвы, "мозаика" сортов, другие средства и приемы адаптивного растениеводства.

5. Приоритетные фундаментально-прикладные инновационные разработки, реализуемые в рамках общегосударственной целевой программы "Радикальное улучшение качества почв России". Их содержание применительно к конкретному региону должно определяться актуальностью, социальной и экологической

значимостью. Состав исполнителей будет зависеть от опыта их предшествующей работы и квалификации (в частности, наличия приоритетных, патентных разработок). Региональные исследования (преимущественно демонстрационные работы) должны быть рассчитаны, максимум, на 3-4-летний срок, иметь законченный характер и обеспечивать реальный народно-хозяйственный эффект - экономический, социальный, экологический. В качестве примерных, наиболее актуальных решений в рамках общегосударственной целевой Программы актуальна реализация следующих заданий (этапов):

1) диагностика почвенного здоровья как составляющая экологического мониторинга, функциональные почвенные процессы и аборигенные тест-организмы как маркеры (индикаторы) здоровой почвы;

2) феномен самоочищающейся способности почвы как фундаментальная основа ее ремедиационных (оздоровительных) мероприятий;

3) геохимическая роль гетеротрофной (свободноживущей, ассоциативной, ризобияльной и др.) микрофлоры в самоочищении почвы от органических загрязняющих веществ;

4) научно обоснованные экологические (в т.ч. фитосанитарные) и гигиенические нормативы вредных веществ (и биоагентов) в почве, сопряженные с ними нормативные показатели, необходимые для разработки и обоснования экономических порогов вредоносности почвообитающих видов;

5) гармонизация показателей качества и здоровья почвы с международными критериями и стандартами;

6) нормативно-методическая база для классификации земельных угодий и картирования почв по их супрессивной активности и самоочищению от органических загрязняющих веществ для обоснованного выбора агроэкосистемных эталонов-заказников со здоровой почвой и других целей;

7) биохимические и биоценотические механизмы почвенной супрессивности;

8) математические модели и экологи-

ческие прогнозы эффективности и рентабельности региональных систем оздоровления почвы;

9) полифункциональные микробные препараты для защиты растений, эффективные на загрязненных почвах;

10) токсикологическая оценка и санитарно-эпидемиологическая экспертиза новых экологичных биопрепаратов, рост-регуляторов и агрохимикатов;

11) технологии масштабирования и наработки в условиях регионального производства высокоэффективных полифункциональных биопрепаратов для биоремедиации деградированных почв;

12) индуцирование почвенной супрессивности с целью оздоровления почв, инфицированных возбудителями корневых и стеблевых гнилей зерновых культур;

13) технологии возделывания культур-гипераккумуляторов и хозяйственно-полезных культур-исключателей на почвах ксеноценозов;

14) технологии реабилитации и оздоровления почв, освобождаемых от отходов - муниципальных, промышленных, лесо- и сельскохозяйственных;

15) регламенты комплексного оздоровления почвы от экотоксикантов, обеспечивающие получение экологичной (нормативно чистой) биопродукции;

16) практическое руководство "Научно обоснованные рекомендации по оздоровлению загрязненных и инфицированных фитопатогенами почв России".

6. Заключение

При условии целевого финансирования Программы "Радикальное улучшение качества почв России" предполагается оперативно систематизировать, обобщить и продемонстрировать в условиях базовых регионов России оригинальные инновационные разработки и приоритетные фундаментально-прикладные результатывершенных НИР и ОКР по отмеченным выше направлениям. Разработка и практическое внедрение результатов приоритетной программы оздоровления почв - межведомственная, комплексная, фундаментально-прикладная задача, коллективно решаемая сообществом оте-

чественных ученых и исследователей. Представляя разнопрофильные НИУ (РАН, РАСХН, РАМН, министерств и ведомств), а также ВУЗы, независимые инновационные центры и компании, авторы разрабатываемой Программы (и соответствующей концепции) солидарно выступают за ее быстрейшую реализацию. Основное содержание этой важной фундаментально-прикладной работы планируется изложить (применительно к конкретному поллютанту и/или фитопатогену) в последовательности: а) констатация деградации почвы вследствие ее загрязнения (заселения вредным агентом) и его негативные последствия, б) диагностика конкретного поллютанта (фитопатогена) и оценка степени деградации почвы, в) методы оздоровления (ремедиации) почвы. Наиболее значимые итоги выполнения Программы целесообразно адресовать земледельцам как "Научно обоснованные рекомендации по оздоровлению загрязненных и инфицированных фитопатогенами почв России" (включающие и концептуальное обоснование).

Очевидно, что высококачественная почва селитебных и рекреационных территорий, сельскохозяйственных и лесохозяйственных угодий должна быть плодородной и здоровой (в т.ч. и чистой в санитарно-показательном отношении), характеризоваться сбалансированным биоразнообразием, обладать самоочищающей способностью в отношении приоритетных поллютантов и супрессивностью к конкретным вредным организмам. Только высококачественная почва агроценозов в состоянии обеспечить получение экологичного (нормативно чистого), программируемого урожая.

Итак, достижения современных наук последних десятилетий - почвоведения, экологии, микробиологии, природопользования, других смежных дисциплин - уже сегодня позволяют внести существенный практический вклад в оздоровление почв. С одной стороны, необходима тщательная инвентаризация и последующая широкомасштабная реализация (то есть производственная апробация и

внедрение) уже имеющихся научных разработок в практику землепользования, а с другой - хорошо скоординированная, концептуально обоснованная, системная программа научно-практической проработки актуальнейших исследований на ближайшую перспективу. Оба эти подхода в настоящее время пока не задействованы. Полагаем, что при усло-

вии государственной поддержки успешное выполнение комплекса мероприятий по оздоровлению загрязненных и больных почв внесет существенный вклад в повышение экологического благополучия всего российского этноса, в оптимизацию адаптивного растениеводства, в успешную реализацию Россией концепции устойчивого развития!

Литература

Государственный доклад "О состоянии окружающей природной среды РФ в 1997 году". М., Госкомитет по охране окружающей среды. 1998, с. 37-48; 85-98.

Государственный доклад "О состоянии и охране окружающей среды Московской области в 2002 году". НИИ-Природа. М., 2003, с. 73-73.

Государственный доклад о состоянии и использовании лесных ресурсов РФ в 2005 году. М., ВНИИЛМ, 2006, 214 с.

Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации (проект). М., 2008, 27 с.

Захаров В.М. Здоровье среды: концепция. М., Центр эколог. политики России (материал для обсуждения). 2000, 26 с.

Керженцев А.С. Функциональная экология почв. М., Наука, 2006, 259 с.

Ковда В.А. Патология почв и охрана биосферы планеты / Сб. науч. трудов "Пространственно-временная организация и функционирование почв". Пущино, НЦБИ АН СССР, 1990, с. 8-43.

Кожевин П.А. Биотический компонент качества поч-

вы и проблема устойчивости // Вестник МГУ, серия 17: Почвоведение, 2001, 4, с. 45-47.

Проблемы деградации и восстановления продуктивности земель сельскохозяйственного назначения в России. /Под ред. А.В.Гордеева, Г.А. Романенко. М., ФГНУ Росинформагротех, 2008, 68 с.

Структурно-функциональная роль почв и почвенной биоты в биосфере. Отв. ред. Г.В.Добровольский. М., Наука, 2003, 364 с.

Doran J.W., Sarrantonio M., Liebig M.A. Soil health and sustainability // *Advances in Agronomy*. Academic Press, San Diego, CA, USA, 1996, 56, p. 1-54.

Janvier C. et al. Soil health through disease suppression: Which strategy from description to indicators? // *Soil biology and Biochemistry*, 2007, 39, p. 1-23.

Karlen D.L., Ditzler C.A., Andrews S.S. Soil quality: why and how? // *Geoderma*, 2003, 114, p. 145-156.

Microbiological Methods for Assessing Soil Quality /Ed. By J. Bloem, D.W.Hopkins, A.Benedetti. CAB Publishing UK, USA, 2006.

URGENCY OF RADICAL IMPROVEMENT OF RUSSIAN SOILS QUALITY

M.S.Sokolov, Yu.L.Dorodnykh, A.I.Marchenko

The urgency to develop a national program "Radical improvement of Russian soils quality" is justified. Examples of soil degradation on various lands are given, and principles of their restoration and recovery are discussed. 16 specific (basic and applied) tasks providing realization of those principles are named. It is stated that soil health is an attribute of its ecological stability realized through integration of such biotic components as: a) balanced biodiversity of pedocenosis; b) autopurification of soil polluted by organic substances using organotrophic microorganisms-degraders and sorbtion of inorganic pollutants by soil-absorbing complex; c) suppression of harmful soil microflora and biota with saprotroph microorganisms. It is stated that high-quality (fertile, healthy) soil of agrocenosis is an indispensable condition for obtaining an expected yield of standard quality.

Sokolov34@mail.ru

УДК 632.954

К ВОПРОСУ О ПОСЛЕДЕЙСТВИИ СУЛЬФОНИЛМОЧЕВИНОВЫХ ГЕРБИЦИДОВ В ПОЧВАХ РФ И ПУТИ СНИЖЕНИЯ ИХ ОТРИЦАТЕЛЬНОГО ДЕЙСТВИЯ НА КУЛЬТУРНЫЕ РАСТЕНИЯ

Ю.Я. Спиридонов

Всероссийский НИИ фитопатологии РАСХН, Московская область, Большие Вяземы

Массовое применение некоторых сульфонилмочевинowych гербицидов может вызвать их отрицательное последствие на чувствительные к ним культуры севооборотов. По уровню опасности испытанные производные сульфонилмочевины ранжируются в следующий ряд: хлорсульфурон \geq триасульфурон \geq метсульфурон-метил $>$ сульфометурон-метил $>$ просульфурон \geq римсульфурон. Уровень проявления отрицательного последствия наиболее выражен в щелочных и нейтральных каштановых и черноземных почвах и наименее заметен в кислых дерново-подзолистых почвах. Мониторинг уровня отрицательного последствия различных производных сульфонилмочевины в почве необходимо производить по показателю T₉₉ (99% детоксикации), который определяется методом биотестирования.

Агрофитоценозы формируются как комплексные функционально связанные растительные сообщества культурных и сорных растений. На современном этапе развития земледелия основными факторами формирования полевого (пашенного) агрофитоценоза являются севооборот, биологические особенности районированных сортов культурных растений, принятая в хозяйствах система обработки почвы и рациональное использование агрохимикатов, включая применение удобрений и химических средств защиты растений (ХСЗР). Все это в совокупности создает и регулирует функционально зависимое оптимальное соотношение между культурными и сорными растениями в агрофитоценозе, где особая значимость принадлежит ХСЗР.

Среди ХСЗР на современном этапе российского земледелия определяющую роль в получении стабильных и высоких урожаев основных сельскохозяйственных культур, как правило, играют гербициды. По результатам наших исследований последних лет от 30 до 40% сохраненного урожая колосовых культур в многоукладном сельском хозяйстве РФ может быть отнесено за счет своевременного и эффективного очищения посевов от сорняков, наносящих существенный ущерб урожаю этих культур в различных регионах страны (Спиридонов, 2003-2007; Захаренко, 2005).

В сложившейся в настоящее время ситуации с учетом охраны окружающей среды и оздоровления фитосанитарной ситуации в целом наиболее экономически приемлемыми способами борьбы с сорняками остаются гербициды.

Однако широкомасштабное применение современных гербицидов в практике борьбы с засоренностью посевов основных сельскохозяйственных культур без разработки научно обоснованных оптимальных технологий и регламентов их использования недопустимо из-за опасности получения существенного нежелательного эффекта для агроценозов в целом, обусловленного слишком высокой фитотоксичностью загрязненных их остатками почв. Из этого следует, что особое внимание научных коллективов и практиков должно быть уделено гербицидам последнего - четвертого поколения с их узкоизбирательными и уникальными по биологической эффективности свойствами, к которым относятся, прежде всего, сульфонилмочевинowe гербициды. В последнее десятилетие представители этого класса по объему применения в растениеводстве РФ занимают лидирующее положение, и масштабы их использования неуклонно растут. В практике народного хозяйства гербициды из производных этого класса применяются практически на всех основных сельскохозяйственных культурах как в виде

препаратов на основе индивидуальных действующих веществ (д.в.), так и в виде различных комбинаций с другими гербицидами.

Наиболее широкомасштабное использование в народном хозяйстве РФ нашли следующие гербициды этого химического класса: хлорсульфурон, метсульфурон-метил, триасульфурон, римсульфурон, просульфурон, никосульфурон и сульфометурон-метил, которые, к сожалению, попадая в почву, длительный период времени сохраняют высокую фитотоксичность для чувствительных культур севооборотов, и поэтому их применение требует особой осторожности. Особенно это касается регионов с черноземными и каштановыми почвами, где отрицательное последствие от использования этих гербицидов отмечается в течение 1.5-2 вегетационных сезонов.

Отмечу, что в термин "отрицательное последствие" гербицидов мы вкладываем фитотоксический эффект от сохранившихся остатков их д.в. на последующие культуры севооборотов через год и более отдаленный период после изначальной гербицидной обработки.

Для решения вопросов мониторинга остатков д.в. сульфонилмочевинных гербицидов в различных типах почв РФ, обуславливающих эффект последствия, нами предложена следующая схема комплексных исследований (Пронина и др., 1990; Спиридонов и др., 1992; Ларина и др., 2002; Спиридонов, Шестаков, 2006).

1. Определение остатков д.в. в пахотных горизонтах различных типов почв с помощью аналитических (инструментальных) и биологических (биотестирование) методов.

2. Определение длительности сохранения остатков д.в. в различных типах

почв и факторов, влияющих на скорость прохождения этого процесса.

3. Разработка практических приемов использования почв, загрязненных остатками д.в. гербицидов.

Подобный подход позволяет изучить поведение собственно исходного соединения в системе почва-растение (аналитическим или инструментальным методом), проследить последствие препарата в совокупности с образующимися метаболитами (биоиндикация), прогнозировать вероятность отрицательного последствия препарата на чувствительные культуры севооборота и проводить соответствующие мероприятия по их снижению.

В настоящем сообщении мы ставили задачу, используя опыт работы коллектива отдела гербологии ВНИИФ и наших коллег из региональных НИУ РАСХН, осветить научные и практические результаты, касающиеся длительности остаточного гербицидного эффекта некоторых производных сульфонилмочевинных гербицидов в различных типах почв России, и возможностей его снижения на культурные растения принятого в хозяйстве севооборота.

В качестве объектов изучения использовали следующие производные сульфонилмочевины, которые, как мы отмечали, особенно широко применяются в народном хозяйстве России, и, в то же время, довольно долго сохраняются в почве и других объектах окружающей среды: хлорсульфурон, метсульфурон-метил, триасульфурон, римсульфурон, просульфурон и сульфометурон-метил. Исследования в основном проводили на образцах почв, характерных для растениеводческих зон европейской части России - дерново-подзолистой, черноземной и каштановой (табл. 1).

Таблица 1. Механические и физико-химические характеристики типов почв, используемых в лабораторных и вегетационных опытах

Тип почвы	Гранулометрический состав	Физико-химические свойства почвы	
		$pH_{вод.}$	$C_{орг.}$ %
Дерново-подзолистая (Московская обл.)	средний суглинок	5.9	2.8
Чернозем выщелоченный (Краснодарский край)	средний суглинок	7.1	3.9
Темно-каштановая (Саратовская обл.)	средний суглинок	7.8	2.5

На первом этапе исследований в регулируемых гидротермических условиях лаборатории искусственного климата (ЛИК) и лабораторных термостатов нами были изучены сравнительная фитотоксичность и скорость детоксикации выбранных для экспериментов гербицидов в различных типах почв.

На втором этапе исследований в полевых условиях (центральная зона европейского Нечерноземья - Московская обл., Западное Предкавказье - Краснодарский край, Поволжье - Саратовская обл., Центрально-Черноземная зона - Тамбовская обл., Дальневосточный реги-

он - Приморский край) охарактеризована длительность сохранения остатков д.в. сульфонилмочевинных гербицидов в почве и обусловленный ими уровень проявления фитотоксического последствия на чувствительные культуры в изучаемых региональных севооборотах.

Остаточные количества д.в. изучаемых гербицидов определяли как с помощью высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ), так и методом биоиндикации с предварительным подбором различных биотестов, отличающихся высокой чувствительностью к микроколичествам сульфонилмочевинных гербицидов в почве.

Признаки проявления отрицательного последствия

Характер отрицательного последствия гербицидов в почве может значительно различаться по глубине и признакам подавления роста и развития тест-растений и проявляться в угнетении и гибели, а также в скрытом действии на культурные растения.

Визуальные признаки отрицательного действия гербицидов из производных сульфонилмочевины на чувствительных культурах севооборотов проявляются чаще всего при двойном наложении рабочего раствора гербицида в момент прохождения опрыскивателя, что обуславливает локальную передозировку используемого препарата. В таких ситуациях проявление отрицательного последствия гербицида наблюдается в виде

полос с сильно угнетенными растениями, либо с полной гибелью культуры.

Скрытое проявление отрицательного действия остатков некоторых производных сульфонилмочевины (хлорсульфурона, метсульфурон-метила и/или триасульфурона) в почве проявляется на уровне 15-25% снижения урожая хозяйственно-ценной продукции сельхозкультур, обусловленного ингибированием метаболических процессов на ферментативном уровне, когда заметных изменений внешних признаков у чувствительных растений - пожелтение листьев, их деформация, искривление стебля не наблюдается, а может отмечаться лишь некоторое утончение стебля, уменьшение листовых пластинок и т.п. (фото).



Фото. Последствие метсульфурон-метила в дозах 5, 7 и 10 г/га по д.в. на сахарную свеклу в черноземе выщелоченном через год после применения

К- контроль без гербицида; 1- 5 г/га (-); 2- 10 г/га (47%); 3-5 - 7 г/га (22%). В скобках снижение надземной массы растений в % к контролю

На приведенной фотографии визуально различимы внешние признаки угнетения роста и развития чувствительных к изучаемым сульфонилмочевинам (метсульфурон-метилу) растений сахарной свеклы, которые проявляются только на

фоне более 30% снижения биомассы культуры. При 15-25% угнетения биомассы тест-растений таких видимых признаков их повреждения не наблюдается, а уловить скрытые изменения в их росте и развитии удастся только путем срав-

нения с растениями, выращенными на незагрязненной остатками гербицидов почве. Необходимо отметить, что такого типа эксперименты нами проведены на образцах черноземной (Краснодарский край, Тамбовская и Омская области), дерново-подзолистой и лугово-бурой почв (Московская обл., Приморский край), каштановых почв (Саратовская обл.), отобранных в регионах, где используемые в опыте гербициды (хлорсульфурон, метсульфурон-метил и/или триасульфурон) традиционно применяются в широких масштабах для прополки зерновых колосовых культур начиная с 90-х годов прошлого столетия и во всех случаях отмечалось скрытое отрицательное действие изучаемых гербицидов на тест-растения.

Нашими исследованиями, проведенными в условиях вегетационного опыта (ЛИК), показано, что остатки этих гербицидов в почве даже в дозах менее 0.2 г/га отрицательно влияют на рост и раз-

витие таких тест-растений, как сахарная свекла, рапс, подсолнечник и гречиха. При этом уровень фитотоксического действия остатков метсульфурон-метила на указанные тест-культуры в среднем на 17-25% выше аналогичного эффекта, получаемого от хлорсульфурана и триасульфурона.

Следовательно, нет никакой гарантии, что на почвах, загрязненных остаточными количествами гербицидов на основе хлорсульфурана, метсульфурон-метила и/или триасульфурона, применявшихся на зерновых культурах вышеуказанных регионов, через год не будет снижен урожай сахарной свеклы, рапса, гречихи или подсолнечника на 15-20% из-за отрицательного последствие этих препаратов. Учитывая скрытый характер остаточной активности указанного класса гербицидов, при отсутствии контрольных необработанных полос такие потери урожая последующих культур севооборота, как правило, остаются незамеченными.

Способы оценки остатков действующих веществ сульфонилмочевинных гербицидов в почве

При определении остатков сульфонилмочевинных гербицидов в почве в практических целях можно использовать химический (инструментальный) и биологический (биотестирование) методы, а также оценку уровня загрязнения почвы способом прогнозирования с применением математических моделей.

Химический метод основан на использовании высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ). Метод прост, но требует специального оборудования. К тому же он имеет достаточно серьезный недостаток - нижний предел количественного определения не позволяет оценить микроколичества веществ, которые оказываются еще довольно токсичными для высокочувствительных к гербициду сельскохозяйственных культур.

По нашим многочисленным данным для целей биотестирования различных количеств остатков д.в. сульфонилмочевинных гербицидов в почве можно использовать различные виды культурных растений в зависимости от задач поставленных экспериментов (рис. 1).

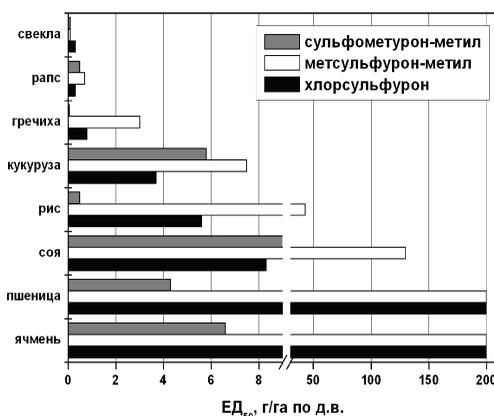


Рис. 1. Уровень чувствительности индикаторных растений к некоторым сульфонилмочевинным гербицидам в почве: высокочувствительные (<1.0), среднечувствительные (1.0-100), относительно устойчивые (>100)

Достаточно сравнить данные по реакции некоторых культурных растений к остаткам различных производных сульфонилмочевины (рис. 1, табл. 2) с чувствительностью ВЭЖХ-метода, и можно выяснить, что чув-

ствительные растения (свекла, рапс, гречиха и др.) хорошо биотестируют в несколько раз менее значимые остаточные количества

Таблица 2. Сравнительный анализ предела детектирования сульфонилмочевинных гербицидов в почве разными методами

Действующие вещества	Нижний предел	
	детектирования (БИМ), мкг/кг	детектирования (ВЭЖХ), мкг/кг
Метсульфурон-метил	0.08	2.4
Римсульфурон	0.8	1.0
Сульфометурон-метил	0.3	1.0
Хлорсульфурон	0.1	1.2

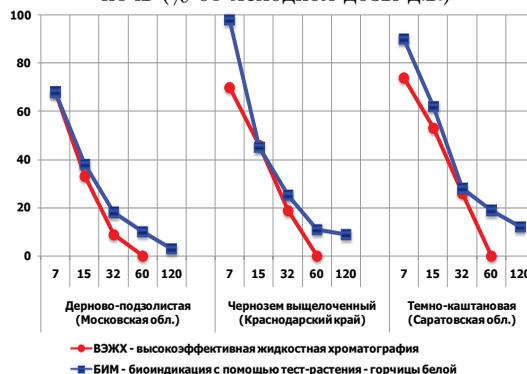
ВЭЖХ - высокоэффективная жидкостная хроматография,

БИМ - биоиндикация с помощью тест-растения - свекла сахарная.

Например, сахарная свекла активно реагирует на остатки метсульфурон-метила в почве в количествах до 0.08 мкг/кг почвы (эквивалентно 80 мг/га), тогда как нижний предел обнаружения этого вещества в почве инструментальным методом - 2.4 мкг/кг (или 1.9 г/га) (табл. 2). Именно по этой причине в наших экспериментах с метсульфурон-метилом при дозе применения 10 г/га, проведенных в полевых условиях на дерново-подзолистой почве (Московская обл.), черноземе выщелоченном (Краснодарский край) и темно-каштановой почве (Саратовская обл.), мы не обнаруживали

изучаемых нами сульфонилмочевинных гербицидов в почве, чем нижние пределы их определения с помощью ВЭЖХ.

Рис. 2. Скорость разложения метсульфурон-метила в дозе 10 г/га в различных типах почв (% от исходной дозы д.в.)



остатков д.в. в почвенных образцах с помощью ВЭЖХ уже через 60 суток после применения, а с помощью биотестирования (сахарная свекла) через 120 суток найдены остаточные количества гербицида до 6% (0.6 г/га) от исходной дозы в дерново-подзолистой почве, до 15% (1.5 г/га) в черноземной и до 18% (1.8 г/га) в темно-каштановой почве (рис. 2).

При оценке экологических последствий массового применения вновь регистрируемых пестицидов нового поколения часто используют различного рода математические модели как эмпирические, так и механистические (табл. 3).

Таблица 3. Моделирование поведения пестицидов в окружающей среде

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ	
<i>эмпирическая</i>	<i>механистическая</i>
<ul style="list-style-type: none"> кинетическое уравнение реакции нулевого, половинного, первого порядков (или экспоненциальная модель) и второго порядка (или уравнение Михаэлиса-Ментен) 	<ul style="list-style-type: none"> на уровне элементарных почвенных частиц, модель конвекции (CMLS, VARLEACH)
<ul style="list-style-type: none"> двухступенчатые или биэкспоненциальные модели 	<ul style="list-style-type: none"> на агрегатно-горизонтном уровне, модель конвективно-дисперсионного переноса, или КДП (PLM, PRZM)
<ul style="list-style-type: none"> уравнения линейной регрессии 	<ul style="list-style-type: none"> скрининговые модели (MACRO_DB)

При расчетах особенностей поведения того или иного пестицида в почве используются периоды либо 50% детоксикации - (T_{50}), либо 90% детоксикации - (T_{90}), полученные эмпирическим путем. Как показал наш многолетний опыт исследований, очень важно при оценке качества работы математических моделей как чисто науч-

ных, так и практического применения учитывать, каким из методов получены показатели T_{50} и T_{90} , поскольку при использовании данных только инструментального способа определения остатков результаты прогнозирования поведения гербицидов в почве с помощью моделей могут быть значительно заниженными.

Влияние внешних факторов на скорость детоксикации сульфонилмочевинных гербицидов в почве

Длительность сохранения сульфонилмочевинных гербицидов в почве и связанный с ней уровень их отрицательного последствия на чувствительные культуры севооборота будут зависеть от типа почв, их механических и физико-химических свойств, гидротермического режима среды и характера антропогенного воздействия на агроэкосистему (схема 1).

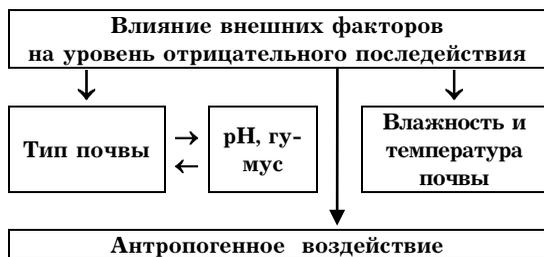


Схема 1. Факторы, определяющие уровень фитотоксического последствия гербицидов

Как было отмечено выше, в наших экспериментах в основном использовались три наиболее распространенные в европейской части России типа почв: дерново-подзолистая, черноземная и темно-каштановая, существенно отличающиеся друг от друга по физико-химическим свойствам (табл. 1). Кроме того, при направленном изучении влияния органического вещества и реакции почвенного раствора (рН) использовали специально созданные модифицированные образцы дерново-подзолистой почвы, отличающиеся по содержанию гумуса (от 2 до 8%) и рН_{кол.} (от 4 до 9.2).

Проведенные в контролируемых условиях исследования (камеры ЛИК, термостаты) позволили выявить ряд закономерностей, отражающих поведение и характер превращений сульфонилмочевинных гербицидов в почве в рекомендованных для практического использования дозах (табл. 5 и 6).

Таблица 5. Сравнительная персистентность гербицидов в почве при контролируемых термостатируемых условиях ($T = 25^{\circ}\text{C}$, влажность 60% ПВ)

Гербициды	Доза, г/га д.в.	Тип почвы	Разложение гербицида на 50...99%, сутки		
			50*	90**	99**
Хлорсульфурон	9.0	дерново-подзолистая	11	39	78
		чернозем выщелоченный	28	182	284
		каштановая	27	202	304
Метсульфурон-метил	7.0	дерново-подзолистая	11	36	72
		чернозем выщелоченный	30	138	216
		каштановая	31	207	254
Римсульфурон	12.5	дерново-подзолистая	7	24	48
		чернозем выщелоченный	8	28	56
		каштановая	10	34	68
Просульфурон	18.75	дерново-подзолистая	19	63	126
		чернозем выщелоченный	24	80	160

*Остатки гербицидов определены методом ВЭЖХ;

**методом биотестирования(сахарная свекла, рапс, гречиха).

Таблица 6. Детоксикация различных сульфонилмочевинных гербицидов в почве (полевой опыт)

Действующее вещество (гербицид)	Рекомендованная для про- изводства доза, г/га д.в.	Показатели		
		T ₅₀ , сут	T ₉₀ , сут	T ₉₉ , сут
<i>Дерново-подзолистая почва (pH_{сол} 4.9; гумус 2.9%) - Московская обл.</i>				
метсульфурон-метил (ларен, Магнум)	9	10	38	77
просульфурон (Пик)	18.75	23	37	81
римсульфурон (Титус)	12.5	11	38	77
сульфометурон-метил (Анкор-85, Оуст)	15	15	46	91
хлорсульфурон (Кортес, Ленок)	5.25	7	24	48
триасульфурон (Логран)	5.2	26	51	74
<i>Лугово-бурая почва (pH_{сол} 5.7 гумус 2.8%) - Приморский край РФ*</i>				
метсульфурон-метил (ларен, Магнум)	9	48	161	233
просульфурон (Пик)	18.75	31	106	212
римсульфурон (Титус)	12.5	27	71	153
сульфометурон-метил (Анкор-85, Оуст)	15	22	73	146
хлорсульфурон (Кортес, Ленок)	5.25	23	77	154
триасульфурон (Логран)	5.2	32	106	212

*Данные В.П.Яковец и сотрудников ДВНИИЗР.

Как свидетельствуют полученные экспериментальные данные:

- по скорости детоксикации в почве испытанные гербициды располагаются в следующем порядке: хлорсульфурон ≤ метсульфурон-метил < просульфурон ≤ сульфометурон-метил < римсульфурон;

- детоксикация в почве названных веществ описывается кинетическими закономерностями псевдомолекулярного процесса разложения - уравнением первого порядка; процесс деструкции достаточно универсален и включает в себя, прежде всего, химический гидролиз, а также катализируемый ферментными системами почвенной микрофлоры биохимический гидролитический распад;

- все изучаемые сульфонилмочевинные вещества гораздо быстрее теряют гербицидную активность в кислой дерново-подзолистой почве по сравнению с нейтральной черноземной и, особенно, щелочной каштановой почвами;

- изучаемые гербициды в производственных дозах в течение вегетационного сезона слабо мигрируют по почвенному профилю, не проникая глубже 15 см;

- уровень влажности почвы, температурный режим и содержание в ней гумуса оказывают меньшее влияние на устойчивость сульфонилмочевин, чем pH почвенного раствора;

- известкование дерново-подзолистой почвы оказывает существенное влияние на длительность сохранения остатков сульфонилмочевин в пахотном слое и длительность проявления их фитотоксического действия на чувствительные сельскохозяйственные культуры;

- применение минеральных (N₁₀₀P₁₅₀K₁₂₀) и органо-минеральных (N₁₀₀P₁₅₀K₁₂₀ + 30 т/га навоза) удобрений незначительно ускоряет процесс детоксикации сульфонилмочевин (в частности хлорсульфурона), но усиливает на 12-15% уровень их фитотоксичности в дерново-подзолистой почве.

Исследования, проведенные в полевых условиях (Московская обл. и Приморский край) на дерново-подзолистой и лугово-бурой почвах (табл. 6), подтвердили полученные в лабораторных условиях закономерности детоксикации различных производных сульфонилмочевин-

ны в почвах с различной кислотностью почвенного раствора. Установлены показатели T_{99} (сут) для изучаемых гербицидов в условиях поля:

- для зоны дерново-подзолистой почвы - метсульфурон-метил (77 сут), просульфурон (81 сут), римсульфурон (77 сут), сульфометурон-метил (91 сут), хлорсульфурон (48 сут), триасульфурон (74 сут);

- для зоны лугово-бурой почвы - метсульфурон-метил (233 сут), просульфурон (212 сут), римсульфурон (153 сут), сульфометурон-метил (146 сут), хлорсульфурон (154 сут), триасульфурон (212 сут).

Следует особо отметить, что персистентность изучаемых сульфонилмочевинных гербицидов в условиях лугово-бурой почвы (Приморский край РФ) заметно усиливается из-за изменения рН

почвы в щелочную сторону. Особенно важно отметить, что показатель T_{99} для этих гербицидов в условиях опыта превышал 180 суток, то есть более продолжительности вегетационного периода, и поэтому вероятность остаточного отрицательного последствия на чувствительные культуры севооборота возрастала (табл. 6).

По данным многолетних исследований нами проведен анализ влияния рН почвенного раствора на уровень персистентности различных производных сульфонилмочевинных гербицидов в почве. С помощью статистических методов были получены математические зависимости, которые являются инструментом для осуществления превентивной оценки поведения д.в. сульфонилмочевинных гербицидов в почве (табл. 7).

Таблица 7. Математические зависимости, описывающие поведение сульфонилмочевинных гербицидов в почве

Действующие вещества	Уравнения регрессии (k)	Коэффициент корреляции
Метсульфурон-метил	$k = -0.024 \text{ рН} + 0.187;$	$r = -0.83$
Сульфометурон-метил	$k = -0.008 \text{ рН} + 0.064$	$r = -0.85$
Хлорсульфурон	$k = -0.025 \text{ рН} + 0.192$	$r = -0.88$

Таким образом, проведенные исследования свидетельствуют, что производные сульфонилмочевины, такие как хлорсульфурон, метсульфурон-метил, просульфурон и триасульфурон достаточно долго сохраняют гербицидную активность в почвах с нейтральной и, особенно, со щелочной реакцией почвенного раствора, поэтому их остатки через год после применения могут оказывать существенное отрицательное действие (прямое или скрытое) на чувствительные культуры севооборота - сахар-

ную свеклу, рапс, гречиху, подсолнечник и др. Исходя из этого и учитывая крупномасштабное применение гербицидов данного химического класса в борьбе с сорняками в посевах зерновых культур, в особенности в южных районах России, следует располагать эффективными и доступными для широкого практического использования способами, направленными на снижение отрицательного эффекта от остаточных количеств этих фитотоксикантов в почве.

Реабилитация почв сельскохозяйственного назначения, загрязненных остатками сульфонилмочевинных гербицидов

Экологическая безопасность аграрного комплекса и качество получаемой продукции растениеводства и других пищевых ресурсов имеют в настоящее время важнейшее значение для всех стран.

Основой производства сельскохозяйственной продукции является почва, которая подвергается наиболее сильному негативному прессу от интенсивного ис-

пользования пестицидов. Мировой ассортимент применяемых в различных странах пестицидов насчитывает почти тысячу наименований (по действующему веществу).

Нашими многолетними исследованиями, проведенными с различными гербицидами из производных сульфонилмочевины, показано, что снижение их отрицательного последствия на чувствительные

культуры севооборотов может быть достигнуто следующими способами (схема 2).

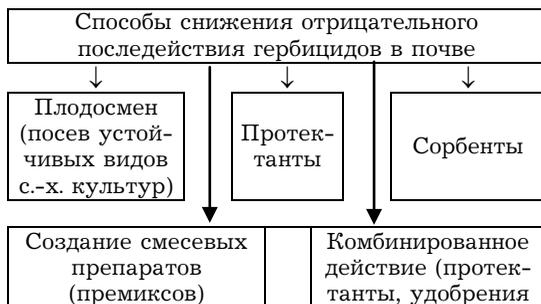


Схема 2. Пути преодоления отрицательного последствия гербицидов на культуры севооборота

1. Наиболее эффективным и доступным приемом снижения отрицательного последствия сульфонилмочевинных гербицидов является плодосмен, то есть посев устойчивых к данным препаратам видов сельхозкультур через год после гербицидной обработки.

2. Эффективным приемом экологически приемлемого применения некоторых сульфонилмочевинных гербицидов является их осеннее внесение на посевах озимых культур (рис. 3).



Рис. 3. Динамика разложения д.в. дифезана в дерново-подзолистой почве при осеннем применении в условиях Подмосквья (% от исходной дозы)

При осеннем применении дифезана, в состав которого входит хлорсульфурон,

д.в. препарата полностью разлагается к концу вегетации озимой культуры (июль) (рис. 3).

3. Нашими многочисленными исследованиями убедительно показано, что реализация уникальной биологической активности производных сульфонилмочевины в виде синергетически подобранных премиксов или баковых смесей с дикамбой, 2,4-Д и/или 2М-4Х является эффективным приемом с минимальным экологическим риском (фенфиз, ковбой, дифезан, димогран).

4. В тех ситуациях, когда необходимо сеять хозяйственно ценную, но чувствительную к остаткам этих гербицидов в почве культуру через год после их применения, можно использовать различного рода антидоты, детоксиканты и протектанты. В частности, с целью снятия отрицательного действия остатков хлорсульфурона в почве нами разработан прием совместного применения нафталевого ангидрида (1,8-НА) при протравливании семян кукурузы или сахарной свеклы фунгицидами (рис. 4).

Согласно данным этого рисунка, такой прием особенно эффективен на фоне минерального удобрения (NPK)₆₀, когда наблюдалось полное восстановление урожайности кукурузы при 52% гербицидном действии остатков хлорсульфурона в почве на незащищенном варианте.

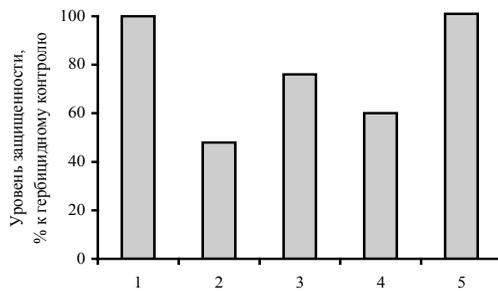


Рис. 4. Эффективность различных агроприемов в защите урожая кукурузы от остатков хлорсульфурона (2 г/га) в дерново-подзолистой почве. Варианты опыта: 1- контроль без гербицида; 2- контроль гербицидный; 3- 1,8-НА, 3 кг/т семян; 4- (NPK)₆₀; 5- 1,8-НА + (NPK)₆₀

Общие выводы и предложения

В российском сельском хозяйстве гербициды из производных сульфонилмочевины представлены 20 действующими веществами, на основании которых разрешены к практическому использованию более 30 препаратов.

Массовое применение некоторых сульфонилмочевинных гербицидов может вызвать отрицательное последствие на чувствительные к ним культуры севооборотов.

По опасности проявления отрицательного последствия испытанные производные сульфонилмочевины ранжируются в следующий ряд: хлорсульфурон \geq триасульфурон \geq метсульфурон-метил $>$ сульфометурон-метил $>$ просульфурон \geq римсульфурон.

Проявление отрицательного последствия от применения различных производных сульфонилмочевины наиболее

выражено в щелочных и нейтральных каштановых и черноземных почвах, и наименее заметно в кислых дерново-подзолистых почвах.

Мониторинг уровня отрицательного последствия различных производных сульфонилмочевины в почве необходимо производить по показателю T₉₉ (99% детоксикации), который определяется методом биотестирования.

Предложены рациональные и доступные для широкого народнохозяйственного применения пути использования почв, загрязненных остатками сульфонилмочевинных гербицидов, с учетом агротехнических, химических и физико-химических способов их ремедиации против остаточной фитотоксичности, обуславливающей снижение уровня урожайности чувствительных к фитотоксикантам сельхозкультур.

Литература

Захаренко В.А. Снижение засоренности полей - наша первоочередная задача // Защита и карантин растений, 2005, 3, с. 4-8.

Ларина Г.Е., Спиридонов Ю.Я., Шестаков В.Г. Экологические аспекты сельскохозяйственного применения сульфонилмочевинных гербицидов // Агрохимия, 2002, 1, с. 53-67.

Пронина Н.Б., Ладонин В.Ф., Спиридонов Ю.Я. Использование метода биоиндикации для оценки остаточных количеств гербицидов в почве и их суммарной фитотоксичности // Росагропромиздат, 1990, 38 с.

Спиридонов Ю.Я. Эффективная борьба с сорняками в посевах зерновых культур - одна из основных заповедей стабильности получения зерна в России // Россия - зерновая держава. Материалы Всероссийской конференции. Москва, МПА, 2003, с. 121-124.

Спиридонов Ю.Я. Методические основы изучения вредоносности сорных растений // Агрохимия, 2007, 1, с. 1-12.

Спиридонов Ю.Я., Шестаков В.Г. // Рациональная система поиска и отбора гербицидов на современном этапе. Москва, 2006, 266 с.

TO THE QUESTION ON SULFONYL-UREAL HERBICIDES AFTEREFFECT IN RUSSIAN SOILS AND THE WAY OF DECREASE OF THEIR NEGATIVE ACTION ON CULTURAL PLANTS

Yu.Ya.Spiridonov

Mass application of some sulfonyl-ureal herbicides can cause the negative aftereffect on susceptible cultures of crop rotations. The herbicides tested ranges by their negative aftereffect as follows: chlorosulphuron \geq triasulphuron \geq metsulfuron-methyl $>$ sulfometuron-methyl $>$ prosulphuron \geq rimsulphuron. The negative aftereffect of various sulfonyl-ureal derivatives is most expressed in alkaline and neutral chestnut and chernozem soils, being least expressed in acid sod-podzol soils. Monitoring of the negative aftereffect of various sulfonyl-ureal derivatives in soil is necessary by an indicator T₉₉ (99% detoxication) being defined by a biotesting method.

УДК 631.51: 632.95.024

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ОЦЕНКЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ ПЕСТИЦИДОВ ДЛЯ ПОЧВ АГРОБИОЦЕНОЗОВ

Н.Н. Семенова, К.В. Новожилов, С.А. Волгарев

Всероссийский НИИ защиты растений РАСХН, Санкт-Петербург

Предложен алгоритм сравнительной оценки экологической опасности локального загрязнения почв агробиоценозов пестицидами. Алгоритм основан на использовании имитационных моделей поведения пестицидов в почве в сочетании с применением критериев, базирующихся на разработанных индексах потенциальной и актуальной нагрузки пестицидов на почву. Излагаемый подход к ранжировке пестицидов достаточно экономичен в плане информационной поддержки, так как опирается на ограниченный набор экотоксикологических показателей и параметров, характеризующих почву.

Проблемы экологической безопасности в аспекте предотвращения деградации и загрязнения окружающей среды под воздействием различных факторов, в т.ч. и антропогенных, приобрели планетарный масштаб. К числу таких факторов обоснованно следует отнести интенсивное использование пестицидных ксенобиотиков для защиты растений, нередко оказывающих негативное действие на полезные организмы и объекты природной среды агроландшафтов.

Большинство химических средств защиты растений, независимо от способа их применения, попадает в почву. При этом возможное негативное воздействие может оказываться не только на почву, но и на сопредельные среды (водные экосистемы в первую очередь). Оценка экологической опасности пестицидов для окружающей среды и, в частности, для почв - проблема, для решения которой ведется интенсивная работа по созданию стандартизированных процедур (Лунев, 1987; Спыну, 1999; Decision-making scheme...protection products, 1993; Maud et al., 2001). Во Всероссийском институте защиты растений (ВИЗР) с конца 1980-х годов на основе системного подхода, с учетом процессов трансформации и транслокации пестицидов в почве разрабатываются унифицированные методы сравнительной оценки локального загрязнения ими почв агробиоценозов. В результате выделен ряд критериев опасности пестицидов, базирующихся как на

комплексе экотоксикологических показателей, так и на ряде параметров, характеризующих свойства почв (Новожилов и др., 1999; Семенова, 2007а).

На основе проведенных в ВИЗР исследований предлагается следующая схема проведения сравнительной оценки опасности пестицидов при локальном загрязнении агробиоценозов (рис. 1).

Оценка экологической опасности пестицидов, основанная на использовании выделенных ключевых экотоксикологических показателей, представляет интерес, так как позволяет проводить сравнительную характеристику препаратов, включая новые. Экотоксикологическая оценка большинства современных инсектицидов отстает от темпов их практического использования, что также связано с отсутствием единых критериев определения их безопасности.

Используемые химические средства защиты растений могут попадать в почву агроценозов разными путями: по прямому назначению при их непосредственном внесении в почву и в результате "побочного эффекта" от наземных обработок - при смыве с листовой поверхности. В результате проведенной обработки сельскохозяйственной культуры или почвы пестицид сам становится частью агроценоза, вступает во взаимодействие со всеми его компонентами и, мигрируя, воздействует на естественные экосистемы.

Решение задачи количественного определения степени этого воздействия

должно основываться на оценках времени сохранения и содержания действующего вещества препарата в объектах окружающей среды. Необходимость разработки оптимальных регламентов применения химических средств защиты растений стимулирует развитие математических методов определения содержания препаратов в различных компонентах экосистем, в т.ч. и почве. Математическое

моделирование наталкивается на значительные трудности, связанные с адекватным описанием многих процессов, происходящих в системе "почва-пестицид-растение", однако другие методы изучения взаимодействий компонент системы (например, физическое моделирование) могут быть еще более трудоемкими и в то же время не давать достаточно реалистичной картины поведения пестицидов.

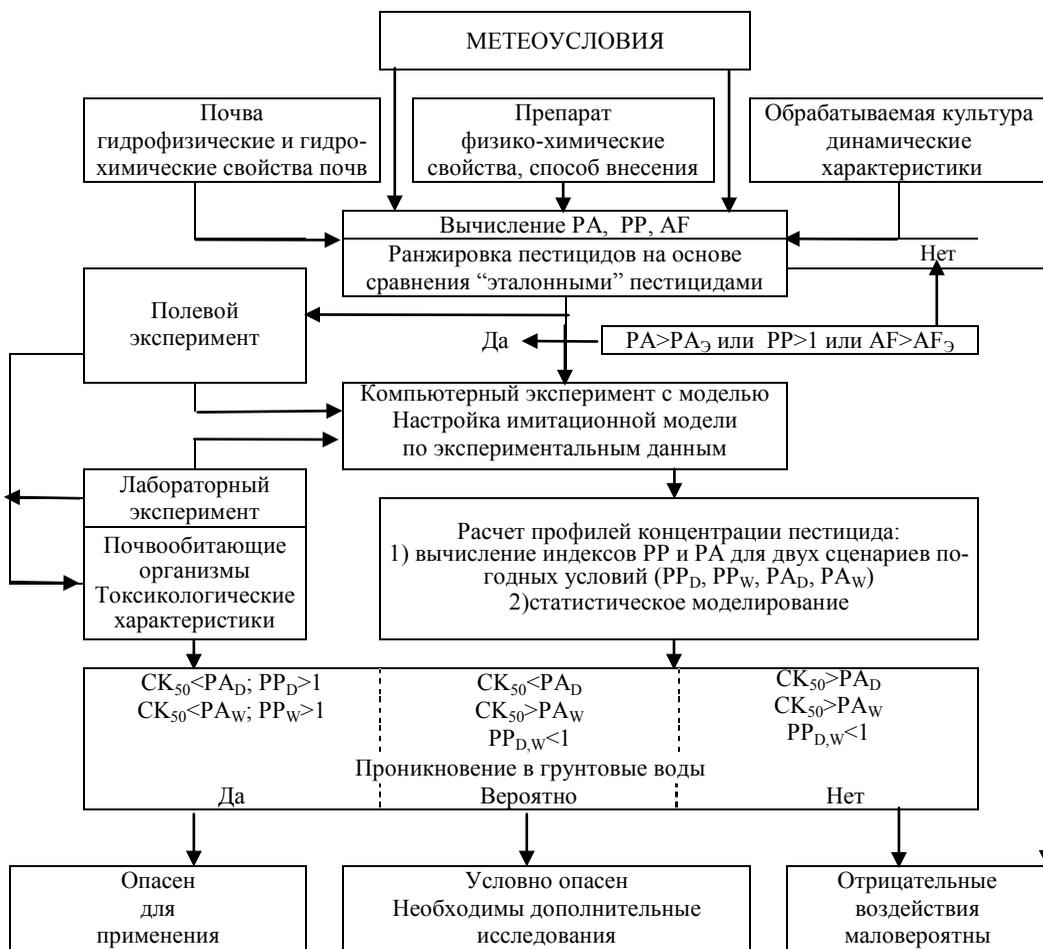


Рис. 1. Схема определения степени опасности пестицидов при целенаправленном или случайном попадании их в почву

За последнее время построены имитационные модели поведения пестицидов в почве (LEACHMP (Wagenet et al., 1989; Hutson, Wagenet, 1995), PESTLA (Boesten, 2000), PRZM-3 (Ma et al., 2000),

PESTINS2 (Семенова и др., 1999; Новожилов и др., 2002)). Эти модели основаны на фундаментальных исследованиях физических, химических и биологических процессов в системе почва - пестицид -

окружающая среда и в большинстве своем являются детерминированными. Использование имитационных моделей, прошедших всестороннюю проверку, подкрепляемое статистическим моделированием, может явиться обоснованной альтернативой полевым экспериментам, проводимым для определения степени экологической опасности применяемых химических средств защиты растений. Тестирование, основанное исключительно на полевых опытах, требует значительных затрат и занимает много времени (необходимо изучить поведение достаточно широкого круга препаратов при различных сочетаниях почвенно-климатических условий). Компьютерная модель дает возможность прогнозировать поведение пестицидов в широком диапазоне изменения характеризующих данные условия факторов. Однако вычисление с использованием модели невозможно осуществлять без информационной поддержки, то есть должно быть обеспечено тесное взаимодействие между компьютерным, лабораторным и полевым экспериментами.

Алгоритм оценки препаратов по степени их экологической опасности при попадании в почву можно разделить на две составляющие. Сначала проводится предварительная ранжировка пестицидов, основанная на вычислении индексов актуальной и потенциальной токсиколо-

гических нагрузок на почву (РА и РР) по минимальному набору экотоксикологических показателей, затем для более детальной классификации пестицидов используется имитационная система компьютерного моделирования миграции и деградации пестицидов по почвенному профилю PESTINS (Семенова и др., 1999; Новожилов и др., 2002; Семенова, 2007б). При предварительной оценке опасности проникновения пестицидов в грунтовые воды для данной почвы необходимо рассчитывать соответствующий индекс АГ (Rao, 1985).

Данная схема пригодна для решения разнообразных задач, в числе которых классификация пестицидов из ассортимента препаратов, рекомендованных к применению для данной культуры, по степени опасности; предварительная ранжировка пестицидов (включая новые препараты) на основе экотоксикологических показателей в различных агроклиматических зонах. Диапазон пестицидов и почв, для которых результаты проводимой оценки адекватно описывают сравнительную опасность препаратов, приводится ниже. Компьютерная реализация разработанного алгоритма предварительной оценки опасности пестицидов осуществлена на примере почв Ленинградской области и набора инсектицидов, используемых при возделывании картофеля (Семенова и др., 2005а).

Этапы проведения оценки экологической опасности пестицидов для почв

1. Создание информационной базы

Информационное обеспечение проведения соответствующих оценок подразделяется на следующие категории: 1) характеристика используемых пестицидов; 2) характеристика почв агробиоценозов; 3) характеристика обрабатываемых культур; 4) метеоинформация. Вычисление индексов потенциальной и актуальной нагрузок для почв проводится на основе априорной информации, которая накоплена в ВИЗР, и с привлечением литературных данных. Проведение компьютерного эксперимента с моделью может потребовать проведения

специальных полевых и лабораторных экспериментов. Необходимые для вычислений данные можно свести в следующие таблицы (табл. 1-3).

Проведенные в ВИЗР исследования показали, что разработанная схема классификации пестицидов по степени их экологической опасности может быть использована для почв, содержащих достаточное количество органического вещества ($>1\%$), и умеренно липофильных пестицидов ($0 < \lg K_{OW} < 4.5$) (Семенова и др., 2003; Новожилов и др., 2004).

Таблица 1. Характеристика пестицида по действующему веществу (д.в.)

Параметры, характеризующие межфазовый обмен пестицидов (три альтернативных варианта задания: 1) K_{OC} , 2) K_{OW} , 3) S, T, M)			Источник получения информации	
Обозначения	Размерность	Параметр		
1. K_{OC}	см ³ /мг	Коэффициент распределения	Справочники, лабораторный эксперимент.	
2. K_{OW}	см ³ /мг	Октаноловое число		
3. M		Молекулярная масса		
3. S	мг/л	Растворимость в воде при T= 20°C		
3. T	°C	Точка плавления		
K_H Па	Давление паров	(только для летучих пестицидов)		
D_L	см ² /сут	Диффузия в жидкой фазе		
Параметры, характеризующие свойства пестицидов, с учетом свойств почв (два альтернативных варианта задания: 1) коэффициенты деградации, 2) периоды полураспада)				
1. K_D	1/сут	Коэффициент деградации		Справочники, лабораторный, полевой эксперименты.
1. $K_{D,L}$	1/сут	Коэффициент деградации в обменной фазе		
1. $K^2_{D,S}$	1/сут	Коэффициент деградации в твердой фазе		
2. T_D	сут.	Период полураспада		
2. $T^2_{D,L}$	сут.	Период полураспада в обменной фазе		
2. $T^2_{D,S}$	сут.	Период полураспада в твердой фазе		
d^2_H	см	Параметр, характеризующий дисперсию	Если известно влияние температуры, кислотности почвы и влажности на период распада препарата, то также желательно получить эти сведения.	
Дозы и способы внесения пестицидов				
Q	мг/см ²	Норма расхода пестицида	Практика применения пестицидов	
l_0	см	Глубина заделки препарата		
		Число и даты обработок		

Таблица 2. Характеристика почвы

Обозначения	Размерность	Параметр	Примечание	
θ_S	см ³ /см ³	Полная влагоемкость	Все данные желательно получить для двух горизонтов: пахотного и подпахотного.	
θ_R	см ³ /см ³	Максимальная гигроскопичность (или влажность завядания)		
d^2	г/см ³	Плотность твердой фазы почвы	Если эти данные недоступны, то необходимо получить образцы почвы по слоям (0, 10); (10, 20);(90.100 см) и провести лабораторное определение гидрофизических констант.	
ρ_S	г/см ³	Объемная плотность почвы		
f_C	б/р	Содержание гумуса, %	Параметры модели основной гидрофизической характеристики почвы	
pH	б/р	Кислотность почвы		
λ^2	см	Параметр, характеризующий дисперсию		
A^2_R	б/р	Эмпирический параметр		Могут быть рассчитаны, если известен гранулометрический состав почвы по Качинскому (или механический состав).
P^2_S	см	Потенциал, соответствующий влажности насыщения		
K^2_F	см/сут.	Коэффициент фильтрации		
B^2	б/р	Эмпирический параметр		
Характеристика почвенного профиля				
H_1	см	Глубина пахотного горизонта		
H_2	см	Глубина подпахотного горизонта		
L	м	Уровень залегания грунтовых вод		
R	мм	Начальный влагозапас		

Таблица 3. Основные типы исследуемых почв и градации гранулометрического состава, для которых возможно применение схемы оценки экологической опасности пестицидов

Дерново-подзолистые	Чернозем	Каштановые	Серые (лесные)
Песчаные	Легкосуглинистые	Суглинистые	Песчаные
Супесчаные	Суглинистые	Тяжелосуглинистые	Супесчаные
Легкосуглинистые	Тяжелосуглинистые	Легкоглинистые	Легкосуглинистые
Суглинистые	Легкоглинистые	Глинистые	Суглинистые
Тяжелосуглинистые	Глинистые	Тяжелоглинистые	Тяжелосуглинистые
Легкоглинистые	Тяжелоглинистые		Легкоглинистые
Глинистые			Глинистые

Метеорологические данные. Предварительная классификация пестицидов осуществляется на основе усредненных за период вегетации значений метеоданных. По принципу наилучшего и наихудшего сценария погодных условий принимаются в расчет два набора метеоинформации: для сухого года и дождливого. При проведении вычислительных экспериментов с имитационной моделью необходим стандартный набор посуточных данных с местной метеостанции за расчетный период времени. Для репрезентативного статистического моделирования требуются данные за 25-30 лет. По крайней мере, в этот набор должны быть включены осадки, средние температуры и влажность воздуха.

Характеристика посева включает:

- длину вегетационного периода;
- густоту посева, листовой индекс в динамике (при химической обработке посева);
- среднегодовую эвапотранспирацию и глубину проникновения корней.

Данные для настройки имитационной модели включают:

- а) содержание препарата в почве в динамике;
- б) влажность почвы в динамике.

Количественные характеристики процессов трансформации и транслокации пестицидов в почве определяются на основе изучения динамики содержания пестицидов в почвенном профиле, что невозможно сделать без разработки инструментальных методов их обнаруже-

ния. Одним из таких методов является газохроматографический контроль - быстрый, высокоэффективный метод слежения за процессами трансформации и транслокации пестицидов в почве и в растениях агроценозов сельскохозяйственных культур. В ВИЗР, с нашим участием, эти процессы изучались на широком наборе препаратов различных химических групп в растениях, почве и насекомых как в модельных опытах, так и в полевых условиях.

В последние годы особый интерес вызывает изучение особенностей поведения инсектицидов новых химических групп неоникотиноидов и фенилпиразолов. В лаборатории экотоксикологии ВИЗР, в частности, разработан метод газохроматографического определения инсектицида тиаметоксама с детектором постоянной скорости рекомбинации (ДПР) или по захвату электронов (ДЭЗ) на неподвижной фазе 5% OV-17 или на альтернативной колонке с 5% SE-30 на хроматоне N-супер (0.12-0.16 мм) после экстракции его из растительных проб 50% водным ацетоном, из почв - смесью ацетон + 0.05 н CaCl₂ (1:1), из воды н-гексаном. Очистка проб осуществлялась н-гексаном, а для тиаметоксама в дальнейшем с переэкстракцией в дихлорметане (Петрова и др., 2006).

На рисунке 2 представлены данные динамики разложения инсектицидов тиаметоксам и фипронила в дерново-подзолистой среднесуглинистой почве и их аппроксимации экспоненциальной зависимостью.

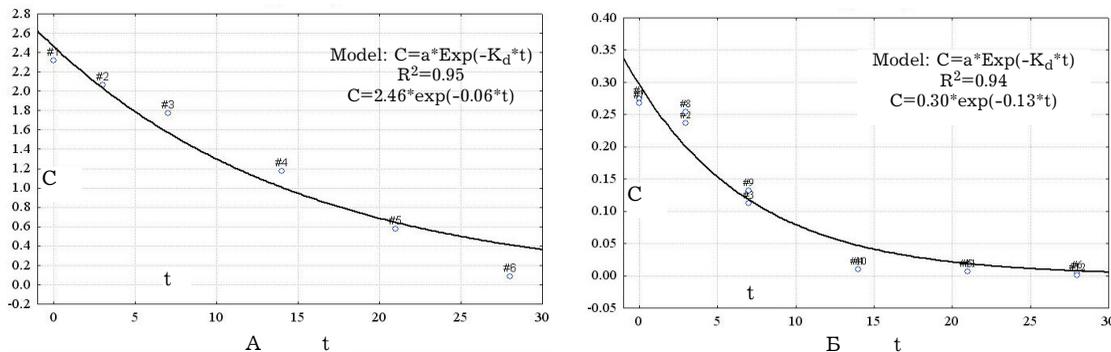


Рис. 2. Динамика разложения двух гербицидов для почв Ленинградской области и Среднего Поволжья А- тиаметоксама (актара 250 ВДГ - 0.8 кг/га) и Б- фипронила (космос 250 СК - 0.15 л/т) в почве картофельного поля (сорт Невский, 2003 г.)

Значения коэффициента детерминации (0.95 и 0.94 для тиаметоксама и фипронила соответственно) показывают, что найденные коэффициенты относительной скорости разложения препаратов в ис-

следуемой почве K_D (0.06 для тиаметоксама и 0.13 для фипронила, [сут⁻¹]) позволяют настроить имитационную модель к конкретным почвенно-климатическим условиям.

2. Предварительная классификация пестицидов на основе вычисления индекса, оценивающего опасность проникновения в грунтовые воды, а также индексов потенциальной и актуальной нагрузки пестицидов на почву

Предварительная оценка сравнительной опасности пестицидов для почв агробиоценозов может опираться на уже сформированную базу данных, описание которой приведено выше и не требует проведения дополнительных лабораторных и полевых исследований. Нами получены различные варианты показателей локальной экологической опасности пестицидов (Новожилов и др., 1999; Семенова, 2007а). Во-первых, это показатель, сопоставимый с традиционным, оценивающий степень остаточной токсичности пестицида, то есть отношение концентрации пестицида, осредненное по глубине его проникновения по почвенному профилю, к ПДК (предельно допустимой концентрации). Индекс РР отражает потенциальную опасность пестицида, его способность к дальнейшему загрязнению почвы.

Сравнение по индексу потенциальной опасности гербицидов метрибузин и флуорохлоридон, а также инсектицидов хлорпирифос и диазинон (рис. 3), используемых в Ленинградской области и Среднем Поволжье, показывает, что применение гербицида флурихлоридон представляет опасность как в одном, так и в другом регионе (концентрация пестицида превышает ПДК почти в 5 раз).

Увеличение опасности применения диазинона для почв Среднего Поволжья связано с увеличением нормы расхода инсектицида. В целом, степень опасности применяемых пестицидов для обоих регионов одинакова, что может отражать недифференцированность самого показателя ПДК, не связанного ни с типом почв, ни с климатическими особенностями регионов.

Другой показатель пестицидной нагрузки на почву определяется средней концентрацией пестицида в почвенном

растворе (в процентах от первоначальной концентрации) за весь вегетационный период. Индекс РА оценивает непосредственное воздействие на почвенную биоту, его можно охарактеризовать как показатель актуальной нагрузки на почву. Ранжировка пестицидов на основе этого индекса проводится с использованием эталонного пестицида, о котором заранее известно, что он не обладает значительным токсическим эффектом.

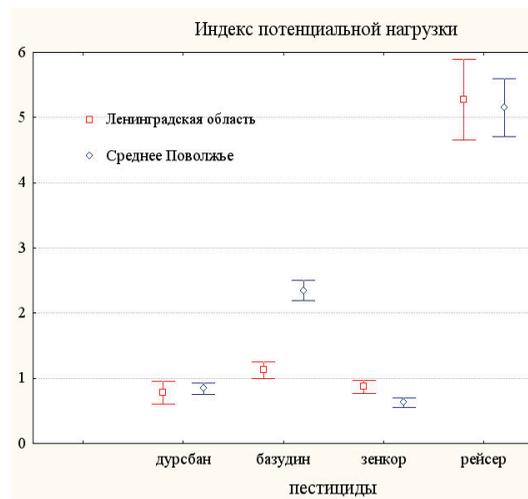


Рис. 3. Сравнительная характеристика индекса потенциальной нагрузки двух фосфорорганических инсектицидов и двух гербицидов для почв Ленинградской области и Среднего Поволжья

Выводы делаются на основании выполнения неравенств: если $PA_1 < PA_3$, то i -пестицид еще менее токсичен и дополнительные исследования с использованием имитационной системы PESTINS проводить не нужно, а при $PA_1 < PA_3$ необходимо продолжить изучение степени

опасности препарата. Таким образом, мы выделяем две группы пестицидов: не опасные, либо опасные для почвенной биоты.

Достоинство предложенной схемы исследования состоит в исключении сравнений на основе такого показателя токсичности пестицидов как $СК_{50}$ (концентрация пестицидов, смертельная для 50% особей энтомофагов, энтомопатогенов, позвоночных). Определение этого показателя достаточно трудоемко, а использование литературных данных без учета конкретных климатических условий может привести к серьезным заблужде-

ниям. Однако следует подчеркнуть, что деление пестицидов на не опасные и условно опасные также не лишено недостатков, так как завышает риск локального загрязнения пестицидами почвы. Очевидно, что в группу условно опасных могут войти и не опасные для почвенной биоты пестициды.

Расчет индексов проводится по формулам, полученным с использованием обобщенных моделей миграции и деградации пестицидов по почвенному профилю, допускающих аналитическое решение (Семенова, 2007а).

3. Определение возможности проникновения пестицидов в грунтовые воды и определение индексов потенциальной и актуальной нагрузки на почву с использованием имитационной системы PESTINS

Система компьютерной имитации поведения пестицидов в почве PESTINS предназначена для анализа поведения пестицидов с учетом метеорологических условий, типов почв и применяемых агротехнологий (Семенова и др., 1998, 1999; Семенова, 2001). Использование указанной системы дает возможность на основе компьютерных экспериментов провести оценку безопасности применения пестицидов в конкретных климатических условиях. В результате расчетов определяется распределение пестицидов по почвенному профилю, содержание пестицидов в почвенном растворе, динамика сорбции пестицидов почвой и потери за счет деградации. Для третьей версии системы PESTINS (PESTINS-3) интерфейс разработан под операционные системы Windows 98, 2000 в среде Delphi 6, что дает возможность ведения баз данных по характеристикам почв, физико-химическим свойствам пестицидов и метеоданным для различных регионов, а также выполнения соответствующих вычислений, визуализации и анализа результатов (Семенова, Жаров, 2005с; Семенова и др., 2005б; Семенова, 2007б).

Расчеты с различными сценариями режима поливов, времени, глубины и количества вносимого пестицида позволяют проводить сравнительные экологические экспертизы агротехнологий для конкрет-

ных почвенно-климатических условий.

Для группы пестицидов, попавших в разряд опасных, производится настройка системы PESTINS по результатам специально проведенного полевого эксперимента. Расчеты необходимо провести для выбранных погодных режимов: умеренно сухого и избыточно влажного. Затем находится количество препарата (два варианта сценария прогона модели: сухая и влажная погода), усредненного по интервалу исследования и по глубине пахотного горизонта. Сравнение результатов расчетов и величины $СК_{50}$ для тестируемого объекта, а также определение глубины проникновения позволяет окончательно классифицировать пестициды.

Схема предварительной сравнительной оценки пестицидов по экологической опасности принципиально не отличается от схемы, использующей имитационные модели. Только в данном случае индексы РР и РА вычисляются на основе имитационного моделирования по сценариям реальных погодных условий и дополнительной информации о почвах, сельскохозяйственных культурах и пестицидах, тогда как в первом варианте индексы определяются на основе приближенных формул и усредненных экотоксикологических показателей. Сравнение токсичности пестицидов также может осуществляться с привлечением эталонного пести-

цида, а не определения показателя токсичности $СК_{50}$, что, однако, может привести, как уже указывалось, к преувеличению риска опасности применения пестицида.

Имитационная модель, лежащая в основе имитационной системы PESTINS, была верифицирована для условий Ленинградской области. Для примененных норм расхода пестицидов диазинон и метрибузин в конце вегетационного периода не было отмечено изменения основных показателей биологической активности почвы (Семенова и др., 2000).

Предварительный анализ актуальной

нагрузки на почвы инсектицидов диазинон, фипронил, тиаметоксам и гербицидов флурихлоридон, метрибузин приведен в таблице 4. Как показывают результаты расчетов, значения пестицидной нагрузки диазинона для почвы опытного хозяйства (ОПХ) Новоселье значительно меньше, а для почвы Гатчинского сортоучастка превышают эталонную. Поэтому в этих сомнительных случаях желательнее провести как компьютерный эксперимент, так, возможно, и полевой эксперимент для уточнения значений параметров модели.

Таблица 4. Отношение индексов актуальной нагрузки $P_i = PA_i^*/PA_{Э}^{**}$

Типы почв	P_i				
	Диазинон	Тиаметоксам	Фипронил	Метрибузин	Флурихлоридон
Дерново-сильнопodzолистая супесчаная (Гатчинский зерновой сортоучасток)	1.21	1.12	1.74	1.39	1.25
Дерново-подзолистая суглинистая (Волосовский сортоучасток)	1.34	0.97	0.90	0.93	0.83
Дерново-подзолистая глеевая глинистая (ОПХ Новоселье)	0.61	0.83	0.55	0.65	0.44

*Актуальная нагрузка на почву: $i = 1, 2, 3$.

**Актуальная нагрузка на дерново-подзолистую супесчаную почву Меньковской ОС для баудина и зенкора, и на почву опытного поля ВИЗР для остальных пестицидов.

В таблице 5 сравниваются результаты компьютерного эксперимента с инсектицидом диазинон для эталонной почвы и почв, на которых пестицидная нагрузка превышает эталонную.

Концентрации препарата в почвенном растворе через три недели после внесе-

ния препарата и в конце сезона вегетации показывают, что характер влияния на почвенную биоту по сравнению с эталонной почвой меняется незначительно. Концентрация диазинона в конце сезона остается в пределах установленных ПДК (0.1 мг/кг).

Таблица 5. Сравнительная характеристика содержания диазинона в расчетной толще почвы по результатам компьютерного эксперимента для Ленинградской области

Типы почвы	Сценарии погодных условий (дни после внесения диазинона)			
	Сухие		Дождливые	
	21	122	21	122
Э.* Дерново-среднеподзолистая супесчаная (Меньково)	<u>0.18</u> ** 44.3***	<u>0.007</u> 97.4	<u>0.17</u> 51.0	<u>0.004</u> 98.1
1. Дерново-сильнопodzолистая супесчаная (Гатчинский зерновой сортоучасток)	<u>0.21</u> 47.8	<u>0.005</u> 97.4	<u>0.18</u> 50.0	<u>0.006</u> 98.1
2. Дерново-подзолистая суглинистая (Волосовский сортоучасток)	<u>0.20</u> 41.1	<u>0.006</u> 96.4	<u>0.16</u> 49.0	<u>0.005</u> 83.6

*Эталонная почва. **Содержание диазинона в почвенном растворе, кг/га в пахотном слое.

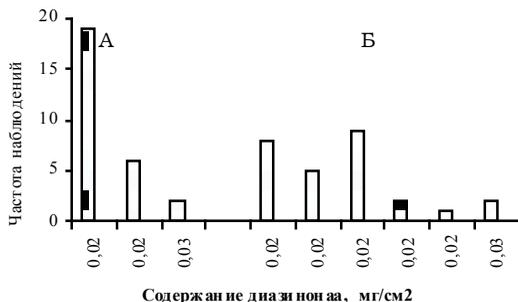
***Количество деградировавшего диазинона, % от внесенного.

Однако, сравнение статистического распределения пестицидной нагрузки

для почв Меньковской опытной станции (ОС) и Гатчинского сортоучастка пока-

зывает, что несмотря на близкие средние значения характер распределений сильно отличается, то есть в зависимости от метеоусловий года проявление токсичности диазинона на этих почвах может быть различным (рис. 5).

Таким образом, информативность



компьютерного эксперимента по сравнению с предварительным анализом на основе индексов потенциальной и актуальной пестицидной нагрузки намного выше и позволяет выявить различие в поведении пестицидов в близких по своим свойствам почвах.

Рис. 5. Статистическое распределение пестицидной нагрузки инсектицида диазинона для двух дерново-подзолистых почв Ленинградской области (актуальная нагрузка, умноженная на дозу примененного пестицида)

А- дерново-сильноподзолистая супесчаная почва (Гатчинский сортоучасток),

Б- дерново-среднеподзолистая супесчаная почва (Меньковская ОС)

4. Оценка влияния вариабельности параметров,

использованных при классификации пестицидов, на конечный результат

Основанное на полевых данных определение параметров модели, характеризующих пестицид, позволяет получить для них только интервальную оценку и рассматривать эти величины как случайные. Другой источник вариабельности параметров модели - изменчивость почвенных характеристик, вызываемая пространственной неоднородностью участка. Поэтому вычислительный эксперимент для определения динамики содержания пестицидов в почве на основе детерминированного имитационного моделирования по любой, даже весьма детализированной и верифицированной по многим критериям модели КДП необходимо дополнить статистическим моделированием, то есть использовать метод Монте-Карло (метод статистических испытаний).

Суть метода состоит в замене натуральных, в данном случае полевых экспериментов, их имитацией - компьютерным экспериментом с имитационной моделью на множестве рандомизированных параметров. Применение метода Монте-Карло дает возможность генерировать такое число модельных сценариев, чтобы по результатам прогнозов модели определять вероятностные характеристики распределения пестицида по почвенному про-

филю (относительные частоты и средние содержания пестицида в заданном слое почвы). Как правило, размер опытных делянок дает возможность не учитывать их горизонтальную неизотропность, а в качестве случайных величин рассматривать характерные для данной местности погодные условия и параметры модели.

В качестве примера использования статистического моделирования рассмотрим анализ поведения инсектицида диазинона в дерново-среднеподзолистой супесчаной почве (Ленинградская область, ОС Меньково (Семенова и др., 2003)). Для того чтобы установить, влияет ли на процессы транслокации и трансформации инсектицида внесение минеральных удобрений и гербицида метрибузин при изменении погодных условий, были произведены расчеты с использованием системы PESTINS на множестве погодных ситуаций, определяемых метеоусловиями в период с 1974 по 2000 гг. Случайными величинами служили параметры модели K_D и K_{OC} (табл. 1) в предположении "треугольного" распределения. В таблице 6 приведены средние значения полученных в результате проведенного компьютерного эксперимента распределений следующих величин: общего и в жидкой

фазе содержания диазинона в двух первых десятисантиметровых слоях почвы, а также интегрального показателя локализации пестицида K_{intM} (отношение содержания пестицида в нижнем слое к его содержанию в верхнем - определяет степень локализации пестицида у поверхно-

сти почвы) и параметра профильного распределения, характеризующего возможность проникновения в грунтовые воды. Для получения данных распределений потребовалось проведение порядка 600 прогонов модели по каждому варианту сочетания влияющих факторов.

Таблица 6. Средние значения распределений величин, характеризующих экологическую безопасность диазинона

Варианты	Показатели безопасности			
	Параметр профильного распределения (см)	Интегральный показатель локализации K_{intM}	Общее содержание в слое 0-10 см (мг/кг)	Содержание в жидкой фазе в слое 0-10 см (мг/кг)
Диазинон	30.3 (1.4)	8.42 (0.95)	0.197 (0.008)	0.056 (0.004)
НРК+диазинон	27.9 (1.2)	21.3 (1.4)	0.205 (0.010)	0.023 (0.003)
диазинон+метрибузин	29.0 (2.1)	19.5 (1.1)	0.185 (0.004)	0.035 (0.003)
НРК+ диазинон+ метрибузин	26.7 (1.0)	21.6 (1.6)	0.215 (0.012)	0.024 (0.002)

В скобках - стандартное отклонение.

Как следует из проведенных расчетов, интегральные показатели общего содержания инсектицида в верхнем слое почвы по вариантам опыта отличаются незначительно. Однако внесение минеральных удобрений и сопутствующего пестицида влияет на содержание в жидкой фазе, уменьшая его более чем в два раза. Следовательно, в течение вегетационного периода эффективность вносимого количества диазинона при характерных для данной местности погодных условий на фоне других агрохимикатов может быть ниже, чем без их применения. С другой стороны, величина коэффициента K_{intM} показывает, что степень локализации диазинона в верхнем слое почвы гораздо выше на фоне применения агрохи-

микатов. Для того чтобы оценить, какая из двух противоположных тенденций, определяющих эффективность диазинона, берет верх, необходимо связать данные величины с конкретными погодными условиями.

Проведенный компьютерный эксперимент позволил получить зависимость средних значений показателя миграции: параметра профильного распределения от суммы выпавших за сезон осадков. Показано, что на параметр профильного распределения внесение минеральных удобрений практически не влияет, однако при сумме осадков свыше 400 мм значения этого параметра четко распределяются на две группы. Причем эти значения выше в варианте без минеральных удобрений и метрибузина.

Заключение

Разработан подход к решению задачи классификации пестицидов по степени их экологической опасности с использованием ограниченного числа экотоксикологических показателей на основе взаимодействия полевого, лабораторного и компьютерного экспериментов. В связи с тем, что в компьютерном эксперименте используются параметры процессов, определяющих распределение пестицидов по почвенному профилю, возможно отра-

зить влияние различных агротехнологий возделывания сельскохозяйственных культур (поливов, способов внесения пестицидов, сопутствующих агрохимикатов) на индексы РР и РА и тем самым отразить изменения в ранжировке пестицидов.

Дополнение детерминированного подхода компьютерным экспериментом по методу Монте-Карло дает возможность связать показатели погодных условий

местности, в которой проводилось исследование, с показателями эффективности и экологической безопасности пестицидов, а также определить статистический характер этих величин.

Использование в схеме оценки экологической опасности пестицидов системы имитации поведения пестицидов в почве PESTINS показывает, что имитационное моделирование позволяет заменить дорогостоящие, занимающие много времени полевые эксперименты, компьютерным анализом для широкого спектра изменения погодных условий. Целесообразно рекомендовать разработанную схему оценки пестицидов службам охраны окружающей среды для обоснования и оценки охранных и восстановительных мероприятий, а также для контроля уровня загрязнений в системе почва-растительность. В рамках этого направ-

ления предложенный подход к оценке экологической опасности пестицидов может применяться в случаях:

- проведения зональной классификации ХСЗР на основе разработанных критериев их экологической опасности;
- оценки экологической безопасности новых ХСЗР при регистрационных испытаниях;
- для сравнительной оценки процессов транслокации и трансформации ХСЗР в почве.

Следует отметить, что используемая имитационная система PESTINS достаточно гибкая и может быть трансформирована с учетом новых знаний о взаимодействиях пестицидов с компонентами агроценоза, а базы данных имитационной системы - пополняться адаптированными для разных агроклиматических зон экотоксикологическими показателями.

Литература

Лунев М.И. Сравнительный критерий персистентности ксенобиотиков в почве // Химия в сел. хоз-ве., 1987, 2, с. 66-70.

Новожилов К.В., Семенова Н.Н., Петрова Т.М. Имитационное моделирование и экотоксикологические параметры в системе оценок опасности пестицидов // Защита растений, 1999, 12, с. 8-15.

Новожилов К.В., Семенова Н.Н., Петрова Т.М. Прогнозирование содержания пестицидов в почве агроценозов с использованием имитационной системы PESTINS2 // Сборник методических рекомендаций по защите растений. М.-СПб, РАСХН, 2002, с. 89-95.

Новожилов К.В., Семенова Н.Н., Петрова Т.М., Жаров В.Р. Имитационное моделирование при разработке проблем экотоксикологического мониторинга // Химический метод защиты растений: состояние и перспективы повышения экологической безопасности. СПб, ВИЗР, 2004, с. 236-238.

Петрова Т.М., Смирнова И.М., Волгарев С.А. Определение инсектицида тиаметоксама в растительном материале и почве // Агрохимия, 2006, 4, с. 84-89.

Семенова Н.Н. Теоретические и прикладные математические модели взаимодействия пестицидов с почвой. Особенности использования // Экология и почва: Избранные лекции X школы. Пушкино, ОНТИ ПНЦ, 2001, IV, с. 229-33.

Семенова Н.Н. Разработка индексов экологической опасности применения пестицидов для почв агроценозов // Агро XXI, 2007а, 4-6, с. 29-34.

Семенова Н.Н. Мониторинг пестицидов в почве агробиоценозов с использованием имитационных моделей разных классов // Защита растений, 2007б, 2, с. 14-17.

Семенова Н.Н., Банкина Т.А., Петрова Т.М., Смирнова И.М., Заплетнюк Ю.А. Влияние базудина и зенкора на биологическую активность почвы // Гумус и почвообразо-

вание. Труды СПбГАУ, 2000, с. 140-145.

Семенова Н.Н., Жаров В.Р. Система компьютерной имитации динамики пестицидов в почве PESTINS: рекламное-техническое описание // Электронный журнал "Компьютерные учебные программы и инновации", 2005, с. 8.

http://www.ofap.ru/portal/innovat/n8_2005/ (Инв. № ВНТИЦ 50200401216, 2004).

Семенова Н.Н., Новожилов К.В., Петрова Т.М. Применение имитационной системы PESTINS для решения задач рационального использования химических средств защиты растений // Сборник методических рекомендаций по защите растений. СПб, РАСХН, ВИЗР, 1998, с. 246-262.

Семенова Н.Н., Новожилов К.В., Петрова Т.М., Терлеев В.В. Детерминированные модели поведения пестицидов в почве. Методология построения, структура, принципы использования. СПб, РАСХН, ВИЗР, 1999, 92 с.

Семенова Н.Н., Новожилов К.В., Петрова Т.М., Жаров В.Р. Система компьютерной имитации поведения пестицидов в почве PESTINS в среде Windows // Там же, с. 259-260.

Семенова Н.Н., Новожилов К.В., Петрова Т.М., Смирнова И.М., Банкина Т.А., Заплетнюк Ю.А. Имитационное моделирование поведения химических средств защиты растений в почве в связи с оптимизацией их внесения // Агрохимия, 2003, 4, с.39-55.

Семенова Н.Н., Новожилов К.В., Петрова Т.М., Эпштейн М.С. Теория подобия и детерминированный подход к оценке степени опасности применения пестицидов для почвы агроценозов // Фитосанитарное оздоровление агроэкосистем. Материалы II Всес. съезда по защите растений. ВИЗР, РАСХН, СПб-Пушкино, 2005а, 2, с. 260-261.

Спыну Е.И. Принципы и пути оценки профессионального риска комплексного действия пестицидов //

Мед. труда и промышл. экол., 1999, 8, с. 16-20.

Boesten J.J.T.I. From laboratory to field: uses and limitations of pesticide behavior models for the soil/plant system // *Weed Res.*, 2000, 40, p.123-138.

Decision-making scheme for the environmental risk assessment of plant protection products // *EPPA Bulletin*, 1993, 23, p. 27-49.

Hutson J.L., Wagenet R.J. A multiregion model describing water flow and solute transport in heterogeneous soils // *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 1995, 59, p. 743-751.

Ma L., Holland P.T., James T.K.. Persistence and leaching of the herbicides acetochlor and terbuthilazine in an

allophanic soil: comparisons of field results with PRZM-3 predictions // *Pest. Manag. Sci.*, 2000, 56, p. 159-167.

Maud J., Edwards-Jones G., Quin F. Comparative evaluation of pesticide risk indices for policy development and assessment in the United Kingdom // *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 2001, 86, p. 59-73.

Rao P.S.C., Hornsby A.G., Jessup J.E. Indices for ranging the potential for pesticide contamination of groundwater // *Soil Crop Sci. Soc. FLA Proc.*, 1985, 44, p. 1-8.

Wagenet R.J., Hutson J.L., Biggar J.W. Simulating the fate of volatile pesticide in unsaturated soil: A case study with DPCP // *J. Envir. Quality*, 1989, 18, p. 78-84.

SIMULATION MODELING FOR THE ENVIRONMENTAL RISK ASSESSMENT OF PESTICIDES FOR AGRICULTURAL SOILS

N.N.Semenova, K.V.Novozhilov, S.A.Volgarev

The decision-making scheme for the comparative assessment of local side effects of pesticides in soils of agrobiocenosis is suggested. The base of this decision-making scheme is the simulation models of pesticide behavior in soil and developed indexes of potential and actual pesticide loading on soil. Stated approach for screening pesticides in relation to the soil contamination is economical with respect to required input. The evaluation procedure bases upon restricted set of benchmark ecotoxicological indexes and soil parameters.

УДК 633.11 582.285.2+632.938.1

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ГЕНОВ УСТОЙЧИВОСТИ К БУРОЙ РЖАВЧИНЕ У СОРТОВ ПШЕНИЦЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОЛЕКУЛЯРНЫХ МАРКЕРОВ

Е.И. Гульгяева*, Г.В. Волкова**

*Всероссийский НИИ защиты растений РАСХН, Санкт-Петербург

**Всероссийский НИИ биологической защиты растений, Краснодар

С помощью специфических молекулярных маркеров проведен скрининг *Lr*-генов у 84 образцов мягкой пшеницы различного географического происхождения. Для анализа были отобраны четыре типа маркеров: STS-маркеры генов *Lr9*, *Lr10*, *Lr19*, *Lr20*, *Lr21* и *Lr24*, SCAR-маркеры генов *Lr25*, *Lr35*, *Lr29*, ПЦР маркеры гена *Lr37*, микросателлитные маркеры (SSR-маркеры) генов *Lr34* и *Lr39/41*. Маркерные компоненты генов *Lr10*, *Lr19*, *Lr24*, *Lr37* и *Lr39* были идентифицированы у 25 образцов пшеницы. Гены *Lr9*, *Lr20*, *Lr21*, *Lr25*, *Lr29* и *Lr35* отсутствовали у изучаемых сортов.

Бурая ржавчина пшеницы *Puccinia triticina* составляет основу фитопатогенного комплекса во всех зернопроизводящих регионах Российской Федерации и в отдельные годы может достигать эпифитотийного уровня развития. Использование устойчивых сортов - наиболее экологически безопасный и экономически обоснованный способ защиты от ржавчинных болезней. К настоящему времени во всем мире идентифицировано более 50 генов устойчивости к бурой ржавчине (*Lr*-гены). До недавнего времени традиционными методами их определения были гибридологический анализ и фитопатологический тест (использование клонов маркированных вирулентностью к определенному гену). В начале 90-х годов XX века данные методы были дополнены молекулярными. Для идентификации ряда генов устойчивости и их картирования использовали RFLP и RAPD-маркеры.

Для удобства в практическом использовании RFLP и RAPD-маркеры, сцепленные с генами устойчивости, были конвертированы в специфичные STS, CAPS, SCAR-маркеры. В настоящее время описаны молекулярные маркеры для 27 генов устойчивости к бурой ржавчине. Интерес для практического использования представляют маркеры генов устойчивости взрослых растений, трудно идентифицируемые традиционными методами, а также маркеры эффективных генов, идентификация которых с помощью тест-клонов пока невозможна из-за отсутствия в популяции вирулентных изолятов.

Цель настоящей работы - провести с помощью молекулярных маркеров скрининг образцов мягкой пшеницы на наличие генов *Lr9*, *Lr10*, *Lr19*, *Lr20*, *Lr21*, *Lr24*, *Lr25*, *Lr29*, *Lr34*, *Lr35*, *Lr37* и *Lr39/41*.

Методика исследований

Материалом для исследования служили сорта озимой и яровой мягкой пшеницы: 1) районированные в Северо-Кавказском регионе, 2) новые и перспективные, изучаемые на северо-кавказских ГСУ, 3) сорта иностранной селекции, отобранные как источники устойчивости к бурой ржавчине. Общий список проанализированных генотипов пшеницы включал 46 российских и 38 зарубежных образцов (табл. 1).

Для идентификации *Lr*-генов у изучаемых сортов использовали STS, SCAR и SSR - маркеры генов *Lr9*, *Lr10*, *Lr19*, *Lr20*, *Lr21*, *Lr24*, *Lr25*, *Lr29*, *Lr34*, *Lr35*, *Lr37* и *Lr39/41*.

ДНК выделяли из двух-трех 5-7-дневных проростков пшеницы по методике Д.Б.Дорохова и

Э.Клоке (1997). Амплификацию ДНК проводили в реакционной смеси по предложенным авторами протоколам и при необходимости модифицировали. Объем реакционной смеси для проведения ПЦР составлял 20 мкл и содержал геномную ДНК (50-100 нг), 10x реакционный буфер без $MgCl_2$ (2 мкл), 50 мМ хлористый магний (1.1 мкл), 2.5 мМ смесь дезоксирибонуклеотидфосфатов - dNTP's (1.6 мкл), прямой и обратный праймеры концентрацией 10 пкМ/мкл каждый (по 0.5 мкл), фермент Taq-полимеразу (5 ед/мкл) (0.2 мкл).

Полимеразную цепную реакцию проводили в амплификаторе MyCycler Thermal Cycler (BioRad, США). Используемые ПЦР-программы представлены в таблице 2.

Таблица 1. Наборы сортов пшеницы, включенные в исследования по молекулярной идентификации генов устойчивости к бурой ржавчине

Сорта озимой и яровой мягкой пшеницы, районированные в РФ	Перспективные сорта, изучаемые на ГСУ	Сорта иностранной селекции
Батько, Виза, Гарант, Девиз, Дельта, Дея, Добрыня, Дон 93, Донской маяк, Донской простор, Донской сюрприз, Ермак, Есаул, Зарница, Зерноградка 10, Зерноградка 11, Зимородок, Конкурент, Красота, Лавина, Лира, Нота, Палпич, Памяти Калиненко, Память, Победа 50, Ростовчанка 3, Ростовчанка 5, Селянка, Соратница, Станичная, Старшина, Танаис, Уманка, Фишт	Вояж, Гранит, Донской янтарь, Кардинал, Корнеевка, Легенда, Ника Кубани, Тера, Топаз, Чебаркульская, Юго-Восточная 4	1558/98, Abilene, Arepahoe, Baxter, Boreal, Brigadier, Buck Guarani, Buck Palenque, Century, Cimsrron, Collin, Cunningham, Dafcahue INIA, Dakar 49, Goldmark, KS801 8-7-2, KS80-18-7-2, KS90WGRC10, KS93U40, KS93U50, KS93U76, Lillimur, Menag E, Mesa, Metrenco IN I A, N89L356, Norkan, Parada, Prophet, Rendezvous, SAWYT25, Siouxland 89, Sr35/4*Dugger, Tailorbird, Tomo, VPM, Welton, TAM 108

Таблица 2. Условия проведения амплификации

Гены	Условия проведения ПЦР	Литература
<i>Lr9</i>	94° - 6 мин., 45 циклов (92° - 30 сек., 62° - 30 сек., 72° - 1 мин.), 72° - 4 мин.	Schachermayr et al., 1994
<i>Lr10</i>	94° - 3 мин., 35 циклов (94° - 30 сек., 60° - 30 сек., 72° - 1 мин.), 72° - 10 мин.	Chelkowski et al., 2003
<i>Lr19</i>	94° - 4 мин., 40 циклов (92° - 30 сек., 60° - 30 сек., 72° - 1 мин.), 72° - 5 мин.	Prinz et al., 2001
<i>Lr20</i>	94° - 3 мин., 40 циклов (94° - 30 сек., 62° - 30 сек., 72° - 1 мин.), 72° - 10 мин.	Neu et al., 2002
<i>Lr21</i>	94° - 5 мин., 30 циклов (95° - 30 сек., 50° - 30 сек., 72° - 1 мин.), 72° - 5 мин.	Fritz, http://maswheat.ucdavis.edu/protocols/Lr21/index.htm
<i>Lr24</i>	94° - 4 мин., 40 циклов (92° - 30 сек., 60° - 30 сек., 72° - 1 мин.), 72° - 5 мин.	Schachermayr et al., 1995
<i>Lr25</i>	94° - 5 мин., 35 циклов (94° - 30 сек., 55° - 30 сек., 72° - 1 мин.), 72° - 10 мин.	Procnunier, http://maswheat.ucdavis.edu/protocols/Lr29/index.htm
<i>Lr29</i>	94° - 3 мин., 35 циклов (94° - 30 сек., 65° - 30 сек., 72° - 1 мин.), 72° - 10 мин.	
<i>Lr34</i>	94° - 4 мин., 38 циклов (94° - 30 сек., 60° - 30 сек., 72° - 60 сек.), 72° - 5 мин.	Soria et al. http://maswheat.ucdavis.edu/protocols/Lr34/index.htm
<i>Lr35</i>	94° - 3 мин., 35 циклов (94° - 30 сек., 60° - 30 сек., 72° - 1 мин.), 72° - 10 мин.	Procnunier, http://maswheat.ucdavis.edu/protocols/Lr35/index.htm
<i>Lr37</i>	94° - 5 мин., 35 циклов (94° - 30 сек., 64° - 30 сек., 72° - 1 мин.), 72° - 10 мин.	Helguera M. et al., 2003
<i>Lr39/41</i>	94° - 4 мин., 30 циклов (94° - 30 сек., 55° - 45 сек., 72° - 30 сек.), 72° - 5 мин.	Brown-Guedira, Singh, http://maswheat.ucdavis.edu/protocols/Lr39/index.htm

Амплифицированные фрагменты разделяли с помощью электрофореза в 1.5-3% агарозном геле в 1xTAE буфере. Гели окрашивали бромистым этидием и фото-

графировали в ультрафиолетовом свете. Для оценки размера маркерных фрагментов использовали маркеры 50 п.о., 100 п.о. и 1кб Gene Ruler ("Fermentas").

Результаты исследований

Все используемые в наших исследованиях маркеры были разделены на три группы: 1) маркеры высокоэффективных

генов, 2) маркеры генов "возрастной" устойчивости, 3) маркеры неэффективных генов.

1. Идентификация высокоэффективных генов

В результате многолетнего анализа вирулентности, проводимого в Северо-Кавказском регионе, было установлено, что высокоэффективными, обеспе-

чивающими защиту от болезни на протяжении всего онтогенеза пшеницы, являются гены *Lr9*, *Lr19*, *Lr24*, *Lr25*, *Lr29*, *Lr39*.

2. Идентификация "возрастных" генов устойчивости

При использовании маркеров генома, и CAPS-маркер. В своей работе мы использовали первый тип маркера. *Lr37* является высокоэффективным геном взрослых растений во многих странах, имеет особенно широкое распространение в сортах западноевропейской селекции и может служить потенциальным донором устойчивости при создании новых сортов в России.

При использовании маркеров генома, и CAPS-маркер. В своей работе мы использовали первый тип маркера. *Lr37* является высокоэффективным геном взрослых растений во многих странах, имеет особенно широкое распространение в сортах западноевропейской селекции и может служить потенциальным донором устойчивости при создании новых сортов в России.

Ген *Lr21* передан в мягкую пшеницу от *Aegilops tauschii*. Несмотря на то что ген был идентифицирован более 30 лет назад и является эффективным во многих странах, он не получил широкого распространения в коммерческих сортах (McIntosh et al., 1995). Имеется два типа маркеров, позволяющих идентифицировать ген *Lr21*: PCR-маркер, созданный на основе RFLP пробы, и STS-маркер, используемый в нашей работе. Ген устойчивости к бурой ржавчине *Lr35*, тесно сцепленный с геном устойчивости к стеблевой ржавчине *Sr39*, передан мягким пшеницам от *A. speltoides* (McIntosh et al., 1995). SCAR-маркер этой транслокации был создан на основе ISSR-маркера (Procunier, <http://maswheat.ucdavis.edu/protocols/Lr35/index.htm>). Ген *Lr35*, как и *Lr21* не имеет использования в практической селекции (McIntosh et al., 1995).

С использованием праймеров VENTRIUP и LN2 для идентификации гена *Lr37* характерный фрагмент амплификации размером 259 п.о. был выявлен у 7 европейских сортов: Brigadier (Франция), VPM (Франция), Parada (Польша), Rendezvous (Франция), Томо (Англия), Welton (Англия), Probbet (Англия) (рис.1). Источником гена *Lr37* является *Aegilops ventricosum*. Фрагмент хромосомы 2NS дикого вида (25-38 сМ), несущий три гена устойчивости *Lr37*, *Yr17* и *Sr38*, был перенесен на хромосому 2AS образца мягкой пшеницы VPM1, который широко использовался в западноевропейской селекции (McIntosh et al., 1995). В настоящее время имеется два типа маркеров этих генов: ПЦР-маркер, специфичный для N

гена, и CAPS-маркер. В своей работе мы использовали первый тип маркера. *Lr37* является высокоэффективным геном взрослых растений во многих странах, имеет особенно широкое распространение в сортах западноевропейской селекции и может служить потенциальным донором устойчивости при создании новых сортов в России.

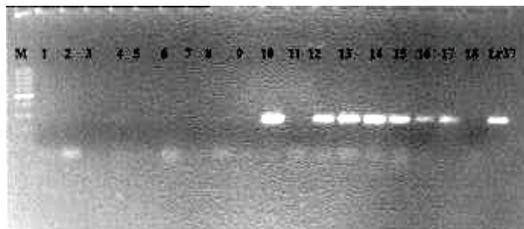


Рис. 1. Идентификация гена *Lr37*
M-маркер 100 bp, 10- Brigadier, 12-VPM, 13-Parada, 14- Rendezvous, 15 - Томо, 16 - Welton, 17 - Probbet

Для идентификации гена *Lr34* предложено несколько микросателлитных маркеров. Используемый в наших исследованиях SSR-маркер гена *Lr34* был представлен праймерами *barc352-L* и *barc352-R* (Soria et al. <http://maswheat.ucdavis.edu/protocols/Lr34/index.htm>).

Для постановки электрофореза мы использовали не рекомендуемый полиакриламидный гель, а 3% агарозный. Большинство изучаемых образцов при данных условиях проведения электрофореза имели фрагмент размером 250 п.о., но контрольные пробы с *Lr34* имели второй фрагмент размером около 270 п.о. Кроме контрольной линии, аналогичный фрагмент имели ПЦР-пробы сортов Уманка, Топаз, Collin и Lillimur. Однако визуализация в агарозном геле являлась недостаточно четкой, что не позволяет сделать однозначный вывод о наличии этого гена у изучаемых сортов, и результаты следует расценивать как предварительные.

3. Идентификация малоэффективных генов

Гены, эффективность которых была преодолена патогеном из-за массового распространения сортов, их несущих, в настоящее время нашли широкое применение в селекционных программах зарубежных стран и России при создании сортов с неспецифической устойчивостью. По данным многих исследователей, их пирамидирование в одном сорте может повысить уровень устойчивости и, при этом, стабилизировать популяции патогена. Многие из этих генов ранее имели эффективность, которая была утрачена после бесконтрольно широкого выращивания защищенных ими сортов.

При использовании маркера STS638 гена *Lr20* характерный фрагмент размером 540 п.о. был выявлен нами только у контрольной линии Тэтчер с этим геном. Данный факт указывает на отсутствие гена *Lr20* у изучаемого набора сортов. Ген *Lr20* расположен на хромосоме 7AL и тесно сцеплен с генами устойчивости к стеблевой ржавчине *Sr15* и мучнистой росе *Pm1* и имеет широкое распространение в сортах зарубежной селекции (McIntosh et al., 1995).

В мировой литературе описано несколько STS-маркеров, тесно сцепленных с геном *Lr10*. В данной работе для идентификации гена *Lr10* были использованы праймеры Fl.2245 и Lr10-6/r2 (Chelkowski et al., 2003). При использовании этих праймеров характерный фраг-

мент размером 310 п.о. был выявлен у 10 генотипов пшеницы: Лира, Зимородок, Дельта, Юго-Восточная 4, Фишт, Нота, Ростовчанка 5, Tomo, Buck Guarani, Dafcahue INIA. Известно, что ген является одним из распространенных в сортах пшеницы отечественного и зарубежного происхождения (McIntosh et al., 1995; Гульятеева и др., 2008).

Таким образом, с использованием молекулярных подходов была охарактеризована генетическая основа российских и зарубежных сортов. Наиболее результативными в настоящих исследованиях оказались маркеры генов *Lr10*, *Lr19*, *Lr24*, *Lr37*, *Lr39*. Ген *Lr10* был выявлен у 10 сортов - Лира, Зимородок, Дельта, Юго-восточная 4, Фишт, Нота, Ростовчанка 5, Tomo, Buck Guarani, Dafcahue INIA; ген *Lr19* у сорта Добрыня; ген *Lr24* у 5 сортов - Siouxland 89, Norkan, Арепное, N89L356 и Collin; ген *Lr37* у семи сортов - Brigadier, VPM, Parada, Rendezvous, Tomo, Welton, Prophet; ген *Lr39* у линии KS90WGRC10. Маркерные компоненты генов *Lr9*, *Lr20*, *Lr21*, *Lr25*, *Lr29*, *Lr35* отсутствовали у всех изучаемых сортов. Из-за нечеткой визуализации на электрофореграммах в агарозном геле при использовании маркера гена *Lr34* (bars) выявлена недостаточная эффективность этого маркера, поэтому результаты о наличии этого гена у 4 изучаемых сортов следует расценивать как предварительные.

Литература

Гульятеева Е.И. и др. Молекулярная идентификация генов устойчивости к бурой ржавчине у сортов мягкой пшеницы, районированных в Российской Федерации // Вторая Всероссийская конференция "Современные проблемы иммунитета растений к вредным организмам" Санкт-Петербург, 29 сентября - 2 октября 2008 г., СПб, 2008, с. 122-125.

Дорохов Д.Б., Клоке Э. Быстрая и экономичная технология RAPD анализа растительных геномов // Молекулярная генетика, 1997, 3, 4, с.443-450.

Маркелова Т.С. Иммунологические основы и методы создания исходного материала пшеницы для селекции на устойчивость к болезням в Поволжье. Автореф. докт. дисс. Саратов, 2007, 44 с.

Мешкова Л.В. и др. Вирулентность патотипов возбудителя бурой ржавчины пшеницы к *Trt9* в регионах Сибири и Урала // Вторая Всероссийская конференция "Со-

временные проблемы иммунитета растений к вредным организмам. Санкт-Петербург, 29 сентября - 2 октября 2008 г., СПб, 2008, с.70-73.

Тырышкин Л.Г. и др. Идентификация эффективных генов устойчивости пшеницы *Triticum aestivum* к бурой ржавчине с помощью STS маркеров // Генетика, 2006, 42, 6, с. 812-817.

Brown-Guedira G., Singh S. Disease resistance. Leaf rust. *Lr39* // <http://maswheat.ucdavis.edu/protocols/Lr39/index.htm>.

Chelkowski J. et al. Application of STS markers for leaf rust resistance genes in near-isogenic lines of spring wheat cv. Thatcher // J. Appl. Genet, 2003, 33, 3, p.323-338.

Fritz A. Disease resistance. Leaf rust. *Lr21* // <http://maswheat.ucdavis.edu/protocols/Lr21/index.htm>

Helguera M. et al. PCR assays for the *Lr37*-*Yr17*-*Sr38* cluster of rust resistance genes and their use to develop isogenic hard red spring wheat lines // Crop Science, 2003, 43,

p. 1839-1847.

McIntosh R.A. et al. Wheat Rusts: an Atlas of Resistance Genes. CSIRO, Australia, and Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1995.

Neu C.H. et al. Genetic mapping of the *Lr20-Pm1* resistance locus reveals suppressed recombination on chromosome arm 7AL in hexaploid wheat // *Genome*, 2002, 45, p.737-744.

Prins R. et al. AFLP and STS tagging of *Lr19*, a gene conferring resistance to leaf rust in wheat // *Theor. Appl. Genet.*, 2001, 103, p.618-624.

Procnunier J. D. Disease resistance. Leaf rust resistance. *Lr29-Lr25* // <http://maswheat.ucdavis.edu/protocols/Lr29/index.htm>

Procnunier J. D. Disease resistance. Stem and leaf rust resistance. *Sr39-Lr35*. <http://maswheat.ucdavis.edu/protocols/Lr35/index.htm>

Schachermayr G. et al. Identification and localization of molecular markers linked to the *Lr9* leaf rust resistance gene of wheat // *Theor. Appl. Genet*, 1994, 88, p.110-115.

Schachermayr G. et al. Identification of molecular markers linked to the *Agropyron elongatum*-derived leaf rust resistance gene *Lr24* in wheat // *Theor. Appl. Genet*, 1995, 90, p.982-990.

Sears E. Agropyron-wheat transfers induced by homoeologous pairing // *Proc. 4th Wheat Genet. Symp.* University of Missouri /Eds Sears E., Sears L. Columbia, Mo, 1973, p. 191-199.

Smith E. et al. Registration of "Agent" wheat // *Crop. Sci.*, 1968, 8, p. 511-512.

Soria M. A. et al. Disease resistance. Leaf Rust Resistance *Lr34-Yr18* // <http://maswheat.ucdavis.edu/protocols/Lr34/index.htm>

Работа выполнена при поддержке гранта МНТЦ №3036

IDENTIFICATION OF GENES OF WHEAT GRADES RESISTANCE TO THE BROWN RUST WITH USE OF MOLECULAR MARKERS

E.I.Gulyaeva, G.V.Volkova

Screening of *Lr*-genes in 84 soft wheat samples of various geographical origin was used by means of specific molecular markers. Four types of markers were selected for the analysis: STS-markers of genes *Lr9*, *Lr10*, *Lr19*, *Lr20*, *Lr21* and *Lr24*, SCAR-markers of genes *Lr25*, *Lr35*, *Lr29*, PCR markers of gene *Lr37*, microsatellite markers (SSR-markers) of genes *Lr34* and *Lr39/41*. Marker components of genes *Lr10*, *Lr19*, *Lr24*, *Lr37* and *Lr39* were identified in 25 wheat samples. Genes *Lr9*, *Lr20*, *Lr21*, *Lr25*, *Lr29* and *Lr35* were absent in studied grades.

УДК 632.4:633.1(470.23)

ФУЗАРИОЗ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР НА ВОЛОСОВСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ СОРТОУЧАСТКЕ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

О.П. Гаврилова*, Т.Ю. Гагкаева*, А.А. Буркин**, Г.П. Кононенко**

*Всероссийский НИИ защиты растений РАСХН, Санкт-Петербург

**Всероссийский НИИ ветеринарной санитарии, гигиены и экологии, Москва

Приведены результаты изучения фузариоза зерна ячменя, пшеницы и овса на Волосовском ГСУ в Ленинградской области (2003-2007 гг.), включающего оценку зараженности различных сортов, установление патогенного комплекса грибов рода *Fusarium* и загрязненность микотоксинами. Три года из пяти (2003-2005 гг.) естественный фон инфекции был очень высоким - средняя зараженность зерна грибами рода *Fusarium* составила более 20%. Основные виды в комплексе грибов, поражающих зерно, - *F. avenaceum*, *F. poae* и *F. sporotrichioides*. В единичных образцах ячменя (урожая 2003 и 2007 гг.) и овса (2007 г.) выявлен недавно описанный вид *F. langsethiae*. Впервые на северо-западе России в зерне пшеницы и ячменя, выращенном в 2003-2005 гг., обнаружен вид *F. graminearum*, по всей вероятности завезенный из регионов его обычного распространения. Из анализируемых микотоксинов с наибольшей частотой встречался дезоксиниваленол. Этот токсин определен в 47 из 49 образцов зерна урожая 2004, 2005 и 2007 гг. в количествах от 20 до 1410 мкг/кг.

Фузариоз зерновых культур - одно из вредоносных и опасных заболеваний, приводящее к снижению урожая и ухудшению качества зерна. Зараженность зерна и накопление токсинов зависят от видового состава патогенов, генотипа растения-хозяина, сроков инфицирования и условий окружающей среды. Одним из наиболее перспективных путей снижения распространенности фузариоза является возделывание устойчивых

сортов.

Цель наших исследований - оценка зараженности грибами рода *Fusarium* зерна новых, перспективных сортов ячменя, пшеницы и овса на Волосовском ГСУ в Ленинградской области и сортов, включенных в Госреестр селекционных достижений и допущенных к использованию в РФ, а также установление патогенного комплекса грибов этого рода и загрязненности микотоксинами.

Методика исследований

В 2003-2007 гг. проведена оценка сортов яровых ячменя, пшеницы и овса, выращенных на Волосовском ГСУ (Ленинградская область). Поскольку возделываемые сорта предварительно не отбирались по устойчивости к болезням, авторы рассматривают выборки исследованных образцов как независимые, позволяющие объективно охарактеризовать естественный фон фузариоза (уровень инфекции, видовой состав комплекса патогенов) в годы наблюдения. Дифференциацию сортов по устойчивости проводили относительно средних показателей зараженности зерна и накопления токсинов, рассчитанных по выборке сортов, возделываемых на данном участке в год наблюдения.

Из каждого образца для анализа отбирали 100-200 зерен, промывали их под струей водопроводной воды, дезинфицировали 0.1% раствором AgNO_3 в течение 1 мин, промывали стерильной водой и подсушивали стерильной фильтровальной бумагой. На поверхность картофельно-сахарозного агара с до-

бавлением стрептомицина (100 мг/л) и 2×10^{-4} тритона X-100 в чашку Петри раскладывали по 10 зерен. Через 7 суток инкубирования при 23°C учитывали зараженность зерна (%) грибами р. *Fusarium*. Идентификацию грибов до вида проводили с использованием определителя Герлаха и Ниренберга (Gerlach, Nirenberg, 1982), после чего определяли встречаемость каждого вида (%) в комплексе грибов рода *Fusarium*.

Образцы зерна урожая 2004-2007 гг. размалывали и определяли их загрязненность Т-2 токсином, дезоксиниваленолом и зеараленоном иммуноферментным методом согласно ГОСТ Р 52471-2005. Анализ выполняли с применением тест-систем российского производства "ИФА - Т-2 токсин", "ИФА - Дезоксиниваленол", "ИФА - Зеараленон" с пределами определения 4, 20 и 20 мкг/кг соответственно. Определяли долю контаминированных образцов от числа исследованных с указанием крайних и средних уровней содержания микотоксинов в зерне.

Результаты исследований

В течение 2003-2007 гг. на территории Волосовского ГСУ наблюдался высокий фон фузариозной инфекции (табл. 1). Лишь в 2006 г., отличавшемся засушливыми и относительно прохладными условиями периода вегетации, зараженность зерна была низкой.

При высоком уровне инфицирования зерна ячменя в 2003-2005 гг. (22.6, 23.6 и 38.2% соответственно) и существенно меньшем в 2007 г. (5.8%) испытанные сорта показали значительные различия по восприимчивости к заболеванию.

Таблица 1. Зараженность грибами рода *Fusarium* зерна ячменя, пшеницы и овса Волосовский ГСУ, 2003-2007

Культуры	Сорта	Кол-во зараженных/исследованных сортов	Зараженность, %	
			Средняя	Пределы
Ячмень 2003	Криничный, Инари, Суздалец, Эльф, Зевс, Турингия, Лель	7/7	22.6	10 ÷ 45
2004	Криничный, Инари, Суздалец, Эльф, Зевс, Турингия, Тандем, Виват, Селлар, Аннабель, Нур	11/11	23.6	7 ÷ 38
2005	Криничный, Инари, Суздалец, Эльф, Зевс, Тандем, Виват, Горец	8/8	38.2	27 ÷ 51
2006	Криничный, Инари, Суздалец, Эльф, Агат, Аннабель, Арбалет, Виват, Горец, Лель, Максим, Пересвет, Северянин, Сокол, Тандем, Ясный	16/32	0.7	1.4 ÷ 4
2007	Криничный, Инари, Суздалец, Эльф, Тандем, Агат, Бином, Фермер, Северянин, Ленинградский, Арбалет, Аннабель, Ксанаду, Пересвет, Максим, Велес, Слободской	17/17	5.8	1.4 ÷ 16
Пшеница 2005	Цытра, Ирень, Кокса, Красноуфимская-100, Тризо, Крепыш, Иргина	7/7	32.8	17 ÷ 55
Овес 2007	Аргамак, Астор, Боррус, Вятский голозерный, Конкур, Привет, Султан, Анастасия, Борец, Гунтер, Лев	10/11	9.0	2.9 ÷ 20

Среди сортов, которые оценивали ежегодно (Криничный, Эльф, Зевс, Инари, Суздалец), в годы, благоприятные для развития болезни, высокую степень зараженности имели Криничный, Эльф и Зевс, тогда как у сортов Инари и Суздалец этот признак варьировал (табл. 2).

Таблица 2. Зараженность грибами рода *Fusarium* зерна ячменя (%), 2003-2007

Сорта	Год урожая			
	2003	2004	2005	2007
Криничный	19	30	27	4.3
Эльф	23	30	36	5.7
Зевс	36	36	48	не опр.
Инари	10	18	51	4.3
Суздалец	45	19	33	1.4
Средняя	23	24	38	5.8
Max - min	10-45	7-38	27-54	1.4-15.7

был снят с испытаний и не рекомендован к возделыванию в регионах, где развитие фузариоза высоко вероятно. Сорт Турингия, у которого в 2003 и 2004 гг. количество фузариозных зерен составило 15% и 7% соответственно, был нами отнесен к устойчивым. Сорт Аннабель в 2004 г. имел наибольший среди других показатель зараженности (38%).

По результатам изучения в 2004 и 2005 гг. сорт Тандем был охарактеризован как относительно устойчивый (23% и 30% соответственно), а сорт Виват - как относительно восприимчивый (29% и 43%). Среди сортов, которые оценивали только один год, к относительно устойчивым могут быть отнесены в 2003 г. - сорт Лель (10% зерен), в 2004 г. - Селлар (8%) и Нур (22%), к относительно восприимчивым в 2005 г. сорт Горец (38%). В 2007

Наиболее восприимчивый сорт Зевс

г. на слабом естественном фоне подверженность фузариозу значительно варьировала: от 1.4% у сорта Слободской до 15.7% у сорта Ксанаду.

В 2005 году для всех исследованных сортов пшеницы при среднем показателе зараженности зерна, равном 32.8% (табл. 1), сорта Кокса (55%), Цытра (41%), Красноуфимская-100 (37%) и Крепыш (33%) были охарактеризованы как относительно восприимчивые, а сорта Ирень (25%), Иргина (22%) и Тризо (17%) как относительно устойчивые.

При общей зараженности зерна образцов овса в 2007 г., равной 9.0%, относительно устойчивыми оказались сорта Аргамак и Привет (4.3%). Широко возделываемый на северо-западе России сорт Боррус был признан относительно воспри-

имчивым - 10%, как и сорта Анастасия (18.6%) и Лев (20%). Самую высокую устойчивость проявил сорт Вятский голозерный, у которого фузариозной инфекции не выявлено. Это подтверждает ранее отмеченный факт большей устойчивости голозерных форм растений по сравнению с пленчатыми (Gagkaeva et al., 2002; Tekauz, 2005; Gavriloa et al., 2008).

В ходе изучения комплекса поражающих зерно грибов нами были выявлены виды, которые относятся к типичным возбудителям фузариоза колоса на северо-западе России - *F. avenaceum*, *F. poae*, *F. sporotrichioides* и *F. tricinctum* (Шипилова, Гагкаева, 1992; Левитин и др., 1994; Иващенко и др., 2004). Встречаемость этих видов значительно варьировала как по годам, так и культурам (табл. 3).

Таблица 3. Зараженность зерна видами рода *Fusarium*

Виды	Зараженность зерна, %, среднее (пределы)					
	2003		2004		2005	
	ячмень	ячмень	ячмень	пшеница	ячмень	овес
<i>F. avenaceum</i>	6.4 (2-13)	8.9 (2-17)	12.9 (2-24)	13.7 (8-21)	1.6 (1.4-8.6)	0
<i>F. culmorum</i>	0.1 (1)	0.5 (1-3)	1.1 (1-8)	0	0.3 (1.4-2.9)	0
<i>F. equiseti</i>	0	0.2 (1)	0	0.3 (2)	0.7 (1.4-2.9)	0
<i>F. graminearum</i>	5.1 (1-20)	9.7 (1-22)	9.3 (2-24)	9.4 (4-16)	0.5 (1.4-2.9)	0.1 (1.4)
<i>F. langsethiae</i>	0.1 (1)	0	0	0	0.1 (1.4)	0.3 (1.4)
<i>F. poae</i>	5.1 (2-8)	0.5 (1-3)	4.3 (3-6)	2.3 (2-6)	1.1 (1.4-2.9)	7.4 (0-17.2)
<i>F. semitectum</i>	0.1 (1)	0.5 (1-2)	1.8 (2-4)	0.1 (1)	0	0
<i>F. sporotrichioides</i>	2.1 (1-5)	1.0 (1-3)	5.9 (2-12)	5.1 (2-15)	1.5 (1.4-4.3)	0.9 (1.4-10)
<i>F. tricinctum</i>	3.3 (1-11)	1.3 (2-3)	1.2 (1-4)	1.1 (1-3)	0	0.1 (1.4)
<i>F. spp.</i>	0	1.0 (1-5)	1.4 (2-5)	0.7 (1-2)	0.2 (1.4)	0.3 (1.4)

Зараженность зерна *F. avenaceum* была значительно выше, чем другими видами. Вид *F. poae* постоянно присутствовал в комплексе патогенов, но на овсе он доминировал даже в 2007 г. при слабой интенсивности развития заболевания. Это согласуется с ранее опубликованными данными о более высокой частоте встречаемости *F. poae* на овсе по сравнению с другими зерновыми культурами (Шипилова, 1994). Зараженность зерна видами *F. semitectum*, *F. tricinctum* и *F. equiseti*, как правило, не превышала 5%; *F. culmorum* встречался с низкой частотой (в среднем около 1%). В зерне большей части сортов всех исследованных культур были идентифицированы 1-3

вида *Fusarium*, а в зерне относительно восприимчивых (Ксанаду, Бином и Фермер) - 4-6 видов.

К настоящему времени российскими исследователями выполнена серия работ по изучению потенциала токсинообразования *F. culmorum*, *F. avenaceum* (Кононенко и др., 1998, 1999), *F. equiseti* (Кононенко и др., 2000), *F. tricinctum* (Кононенко, 2005) и *F. poae* (Буркин и др., 2008), однако для прогнозирования влияния зараженности этими видами на качество зерна информации пока недостаточно.

Кроме перечисленных типичных патогенов зерна ячменя и пшеницы, в 2003-2005 гг. нами выявлен вид *F. grami-*

nearum с частотой встречаемости от 1 % до 24 % (табл. 4). Этот патоген присутствовал у 5 из 7 сортов ячменя урожая

2003 г. и у всех сортов, выращенных в 2004 и 2005 гг., а также в зерне всех сортов пшеницы урожая 2005 г.

Таблица 4. Зараженность зерна грибами *F. graminearum* и *F. culmorum* и загрязненность дезоксиниваленолом (ДОН) и зеараленоном (ЗЕН)

Годы	Зараженность зерна, %		ДОН		ЗЕН	
	<i>F. graminearum</i>	<i>F. culmorum</i>	Образцы загр./иссл.	Кол-во токсина, мкг/кг	Образцы загр./иссл.	Кол-во токсина, мкг/кг
Ячмень						
2004	9.7	0.5	6/6	266 (42-889)	0/6	-
2005	9.3	1.1	8/8	122 (50-240)	0/8	-
2007	0.5	0.3	16/17	77 (20-301)	0/17	-
Пшеница						
2005	9.4	0	6/7	468 (100-1410)	2/7	69, 500
Овес						
2007	0.1	0	11/11	20 - 89 ср. 42	0/11	-

*В 2003 году анализ содержания микотоксинов в зерне не проводился. В 2006 г. исследовано 16 образцов ячменя и 6 образцов пшеницы, ни в одном из них ДОН и ЗЕН не выявлены.

Обнаружение *F. graminearum* на северо-западе России не соответствовало сложившимся представлениям о его ареале: этот вид обычно встречается в Северо-Кавказском и Центральном-Черноземном регионах, а также на Дальнем Востоке (Левитин и др., 1994; Левитин и др., 1998; Малиновская и др., 2004; Иващенко и др., 2004). Мы полагаем, что одной из наиболее вероятных причин его появления на Волосовском ГСУ явился занос с семенами возделываемых культур из районов обычного распространения. Например, в 1960-е гг. на посевах кукурузы в северных и северо-западных областях страны также были выявлены типичные для более южных районов виды *F. graminearum* (*Gibberella Saubinetii* Sacc.) и *F. moniliforme* Sheld., привезенные с семенами (Коршунова, 1958; Хохряков, Потатосова, 1958). Наряду с заносом *F. graminearum* его появлению могло способствовать и изменение климата на северо-западе России. В последнее десятилетие проявилась тенденция к потеплению климата, а 2005 год оказался самым теплым на планете за прошедшие 100 лет (Gutro 2006), цит. по: Гричанов и др., 2007). Повышение среднегодовых температур могло создать благоприятные условия для выживания *F. graminearum*

на северо-западе страны и расширения его ареала.

Для этого вида характерна способность к активному продуцированию токсинов группы дезоксиниваленола (ДОН) и зеараленона (ЗЕН). Для изолятов гриба, выделенных из зерна колосовых культур в России (Краснодарский край, Приморский край), также был отмечен высокий потенциал образования ДОН и несколько меньший - ЗЕН (Леонов и др., 1990; Кононенко, 2005).

Во всех образцах зерна ячменя сортов Криничный, Эльф, Виват, Аннабель, Нур, Зевс урожая 2004 г. был выявлен ДОН, наибольшее количество которого составило 889 мкг/кг у сорта Зевс - самого пораженного грибом *F. graminearum* (22%). В 2005 г. зерно сортов Криничный, Инари, Суздавец, Эльф, Зевс, Тандем, Виват, Горец также содержало ДОН, однако сорт Инари с наибольшей зараженностью *F. graminearum* имел самый низкий уровень накопления ДОН, равный 50 мкг/кг. Случаев обнаружения ЗЕН в зерне ячменя не было отмечено.

В 2005 г. наиболее инфицированными оказались 3 сорта пшеницы - Цытра, Кокса и Красноуфимская-100. У сортов Кокса и Цытра был выявлен ЗЕН в количествах 500 и 69 мкг/кг соответствен-

но. Уровень загрязненности ДОН для сорта Цытра составил 225 мкг/кг, Красноуфимской-100 - 470 мкг/кг, а в зерне пшеницы сорта Кокса он не был обнаружен. Результаты анализа зерна ячменя и пшеницы урожая 2006 г. на ДОН и ЗЕН были отрицательными. В 2007 г. на фоне слабой распространенности фузариоза и низкой встречаемости *F. graminearum* 16 образцов ячменя из 17 имели низкие уровни контаминации ДОН и не содержали ЗЕН. В зерне овса в 2007 г. *F. graminearum* присутствовал только у сорта Гунтер, однако загрязненность ДОН, хотя и менее выраженную, показали все образцы. ЗЕН в зерне овса не был найден.

В 2003 г. из зерна ячменя сорта Суздалец, выращенного на Волосовском ГСУ, впервые в России выделен штамм гриба, позднее идентифицированный как *F. langsethiae*. Данный вид был отмечен также на зерне ячменя сорта Арбалет и овса сорта Борец в 2007 году. *F. langsethiae* был впервые найден на территории Норвегии в 1999 г. и описан как вид в 2004 году (Langseth et al., 1999; Torp, Langseth, 1999; Torp, Nirenberg, 2004). *F. langsethiae*, морфологически сходный с *F. poae*, по способности к активному токсинообразованию близок к *F. sporotrichioides*. Обнаружение этого патогена в зерне микологическим методом затруднительно вследствие низкой скорости роста и таких морфологических особенностей, как отсутствие обильного воздушного мицелия и пигмента. В последние годы зарубежные исследователи отмечают опасную тенденцию возрастания встречаемости *F. langsethiae* на зерновых культурах в Европе (Torp, Nirenberg, 2004; Infantino et al., 2007; Lukanowski A., 2008).

Среди патогенов, типичных для территории Северо-Запада РФ, только у *F. sporotrichioides* и *F. langsethiae* достоверно установлен высокий потенциал токсинообразования, позволяющий считать их возможным источником загрязнения зерна Т-2 токсином (Кононенко, 2005;

Kononenko, Burkin, 2006; Gagkaeva et al., 2006). В 2005 г., благоприятном для развития фузариоза, *F. sporotrichioides* обнаружен в зерне всех сортов ячменя и пшеницы со средней зараженностью 5.1-5.9% и варьированием от 1 до 15%. Тем не менее, случаев обнаружения Т-2 токсина в зерне выявлено не было. В 2007 г. при слабой распространенности заболевания и зараженности зерна ячменя *F. sporotrichioides* около 1% слабое накопление Т-2 токсина (от 5 до 19 мкг/кг) обнаружено в 6 из 17 образцов. Вид *F. sporotrichioides* отмечен в зерне овса сортов Боррус, Привет, Анастасия и Лев при средней зараженности 2%, в образцах сортов Анастасия и Гунтер этот токсин обнаружен в количествах 20 и 25 мкг/кг.

Различия сортов злаков по зараженности грибами рода *Fusarium* и контаминации зерна микотоксинами свидетельствуют о возможности отбора высокоустойчивых сортов, перспективных для получения здорового семенного материала и качественного продовольственного и фуражного сырья. Примером этого является сорт овса Вятский голозерный, в зерне которого не было выявлено грибов и микотоксинов *Fusarium* даже на высоком естественном инфекционном фоне.

Признак устойчивости к заболеванию у вновь создаваемых сортов имеет такое же важное значение, как высокая продуктивность и качество зерна. При оценке сортов мы выявили, что во многих случаях зараженность зерна определенным видом (или группой видов), способных продуцировать микотоксины, не всегда соответствует уровню накопления токсина в зерне. За годы исследований не выявлены высокие уровни Т-2 токсина в зерне, полученном из Волосовского ГСУ, несмотря на значительный потенциал токсинообразования штаммов *F. sporotrichioides* и *F. langsethiae* (Gagkaeva et al., 2006). Можно предположить, что это связано с преимущественным влиянием на токсинообразование грибов таких факторов как генотип растения-хозяина и условия окружающей среды.

Тем не менее, присутствие в зерне опасных токсигенных видов рода *Fusarium* позволяет прогнозировать возможность накопления токсина в урожае. Особое беспокойство должно вызывать обнаружение в составе патогенов зерновых культур на территории северо-запада России вида *F. graminearum*. Почти во всех проанализированных нами образцах зерна выявлен ДОН с наибольшими уровнями содержания в пшенице в 2005 году. По данным зарубежных исследователей, в последние годы *F. graminearum* также обнаружен на территории Северной Европы, где ранее не отмечался (Waalwijk et al., 2003; Nicholson et al., 2003). Расширение ареала

F. graminearum, а также обнаружение высокотоксигенного вида *F. langsethiae* делают необходимой организацию постоянного мониторинга этих видов.

Госсортоучастки, расположенные в различных регионах России, являются удобным полигоном для регулярных наблюдений за состоянием инфекционного фона и для осуществления комплексной оценки устойчивости к фузариозу районированных и перспективных сортов зерновых культур. Преимущественно должны возделываться сорта, отличающиеся комбинированной устойчивостью, препятствующей как проникновению в зерно патогенов, так и накоплению микотоксинов.

Литература

- Буркин А.А., Соболева Н.А., Кононенко Г.П. Т-2 токсинообразующая способность штаммов *Fusarium poae* из зерна хлебных злаков Восточно-Сибирского и Дальневосточного регионов // Микология и фитопатология, 2008, 42, 4, с. 354-358.
- Гричанов И.Я., Овсянникова Е.И. Влияние изменения климата на развитие вредителей растений в Северо-Западном регионе России // Тезисы I Международного форума "Земля и урожай" 5-8 июня 2007, Санкт-Петербург, с. 80-81.
- Иващенко В.Г., Шпилова Н.П., Назаровская Л.А. Фузариоз колоса хлебных злаков. СПб., 2004, 164 с.
- Кононенко Г.П. Система микотоксикологического контроля объектов ветеринарно-санитарного и экологического надзора. Автореф. докт. дисс., М., 2005, 50 с.
- Кононенко Г.П., Малиновская Л.С., Пирязева Е.А., Соболева Н.А. Видовой состав и токсигенность возбудителей фузариоза всходов пшеницы в Московской области // Микология и фитопатология, 1998, 32, 4, с. 37-41.
- Кононенко Г.П., Малиновская Л.С., Соболева Н.А., Пирязева Е.А. Распространенность гриба *Fusarium equiseti* на зерновых культурах и его способность к биосинтезу фузарохромана // Проблемы ветеринарной санитарии и экологии. Сборник научных трудов, 2000, 108, с. 72-80.
- Кононенко Г.П., Малиновская Л.С., Соболева Н.А., Пирязева Е.А., Зотова Е.В., Шальганова О.Н. Распространенность и токсинообразующие свойства грибов рода *Fusarium*, поражающих зерно хлебных злаков в Московской области // Микология и фитопатология, 1999, 33, 2, с. 118-124.
- Коршунова А.Ф. Предпосевная обработка семян кукурузы в борьбе с загниванием проростков и всходов. М., Сельхозгиз, 1958, с. 125-127.
- Левитин М.М., Иващенко В.Г., Шпилова Н.П., Гагкаева Т.Ю. О видовом и внутривидовом разнообразии грибов рода *Fusarium* на зерновых культурах // Сб. трудов междунар. конференции "Современные проблемы микологии, альгологии и фитопатологии", Москва, 1998, с. 64-66.
- Левитин М.М., Иващенко В.Г., Шпилова Н.П., Нестеров А.Н., Гагкаева Т.Ю., Поторочина И.Г., Афанасьева О.Б. Возбудители фузариоза колоса зерновых культур и форм проявления болезни на северо-западе России // Микология и фитопатология, 1994, 28, 3, с. 58-64.
- Леонов А.Н., Малиновская Л.С., Соболева Н.А., Кононенко Г.П. Токсигенность изолятов *Fusarium graminearum* Schw. из зерна фузариозной пшеницы в Краснодарском крае // Доклады ВАСХНИЛ, 1990, 11, с. 21-26.
- Малиновская Л.С., Пирязева Е.А., Кислякова О.С. Выявление доминантных видов рода *Fusarium* в зерне из различных регионов РФ // Успехи медицинской микологии. Материалы Второго всероссийского конгресса по медицинской микологии, Москва, 2004, 3, с. 278-280.
- Хохряков М.К., Потатосова Е.Г. О болезнях кукурузы в Советском Союзе. Защита кукурузы от вредителей и болезней. М., Сельхозгиз, 1958, с. 103-110.
- Шпилова Н.П., Гагкаева Т.Ю. Фузариоз колоса и зерна в Северо-Западном регионе России // Защита растений, 1992, 11, с. 7-8.
- Шпилова Н.П. Видовой состав и биоэкологические особенности возбудителя фузариоза семян зерновых культур. Автореф. канд. дисс., СПб, 1994, 20 с.
- Gagkaeva T., Gavrilova O., Levitin M., Kononenko G., Burkin A. Characterization of distribution, cultural characters and T-2 toxin production of *Fusarium sporotrichioides*, *F. poae* and *F. langsethiae* from Russia // Book of Abstracts. European Fusarium Seminar 19-22 September 2006, Wageningen, The Netherlands, 2006, p. 49.
- Gagkaeva T.Y., Levitin M.M., Zuev E., Terentjeva I. Evaluation of genetic resources of wheat and barley from Far East of Russia for resistance to *Fusarium* head blight // J. Applied Genetic, 2002, 43A, p. 229-236.
- Gavrilova O., Gagkaeva T., Burkin A., Kononenko G., Loskutov I. Susceptibility of oat germplasm to *Fusarium* infection and mycotoxin accumulation in grains // Book of Abstracts for IOC 2008 Minneapolis, MN, Session V - Effective Pest, 2008.
- Gerlach W., Nirenberg H. The genus *Fusarium* - a

Pictorial Atlas. Mitt. Biol. Bundesanst. Ld. Berlin, 1982, 406 p.

Infantino A., Pucco N., Conca G., Santori A. First Report of *Fusarium langsethiae* on durum wheat kernels in Italy // Plant Disease, 2007, 91, p. 1362.

Kononenko G., Burkin A. T-2 toxin production as a possible taxonomy marker for *Fusarium sporotrichioides* and *Fusarium poae* species // Book of Abstracts. European Fusarium Seminar 19-22 September 2006, Wageningen, The Netherlands, p. 51.

Langseth W., Bernhofl A., Rundberget T., Kosiak B., Gareis M. Mycotoxin production and cytotoxicity of *Fusarium* strains isolated from Norwegian cereals // Mycopathologia, 1999, 144, p. 103-113.

Lukanowski A., Lenc L., Sadowski C. First Report on the Occurrence of *Fusarium langsethiae* Isolated from Wheat Kernels in Poland // Plant Disease, 2008, 92, p. 488.

Nicholson P., Chandler E., Draeger R.C., Gosman N.E.,

Simpson D.R., Thomsett M., Wilson A.H. Molecular Tools to Study Epidemiology and Toxicology of *Fusarium* Head Blight of Cereals // Eur. J. of Plant Pathol., 2003, 109, p.691-703.

Tekauz A., Fetch J.M. Rossnagel B.G. *Fusarium* head blight of oat: occurrence, cultivar responses and research update // Proceedings 4th Canadian Workshop on *Fusarium* head blight. Ottawa, Ontario, Canada, November 1-3, 2005, p. 23-24.

Torp M., Langseth W. Production of T-2 toxin by a *Fusarium* resembling *Fusarium poae* // Mycopathologia, 1999, 147, p. 89-96.

Torp M., Nirenberg H. I. *Fusarium langsethiae* sp. nov. on cereals in Europe // Intern. J. Food Microbiol., 2004, 95, p. 247-256.

Waalwijk, C., Kastelein, P., de Vries I., Kerényi, Z., van der Lee, T., Hesselink, T. and Kema, G. Major changes in *Fusarium* spp. in wheat in the Netherlands // Eur. J. of Plant Pathol., 2003, 109, p. 743-754.

FUSARIUM HEAD BLIGHT OF SMALL GRAIN CEREALS HARVESTED IN VOLOSOVO STATE EXPERIMENTAL STATION

O.P.Gavrilova, T.Yu.Gagkaeva, A.A.Burkin, G.P.Kononenko

The objective of the study was to examine grain samples of cereals harvested in 2003-2007 on the territory of Volosovo State Experimental Station (Volosovo SES) in Leningrad Region, including the detection the complex of pathogenic *Fusarium* species, resistance of cultivars to penetration of pathogens and mycotoxin accumulation. In 2003-2005, an average *Fusarium* grain infection was more than 20%. *F. avenaceum*, *F. poae*, *F. sporotrichioides* were the dominant species isolated from the grain. Recently described from northern Europe *F. langsethiae* was for first time detected in barley (2003 and 2007) and oats (2007) on the territory of Volosovo SES. *F. graminearum* was annually found on the same territory. Probably this dangerous *Fusarium* species was brought with infected grain from areas of its common distribution. The quantity of mycotoxins DON, T-2 and ZEA was analyzed. DON was the most common mycotoxin in grain samples. It was detected in nearly all samples of grain (47 of 49) harvested in 2004, 2005 and 2007 at 20 to 1410 ppb.

УДК 632.938.1: 633.15

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ КУКУРУЗЫ К СТЕБЛЕВОМУ МОТЫЛЬКУ И ГРИБНЫМ БОЛЕЗНЯМ В ПРИАМУРЬЕ

М.А. Макарова, А.А. Шевцова, И.Ю. Меньшенина

Дальневосточный НИИ сельского хозяйства, Хабаровск

Проведены комплексные исследования коллекционного и селекционного материала кукурузы по устойчивости к стеблевому мотыльку и фитопатогенам. Выделены перспективные образцы с групповой и комплексной устойчивостью к вредным организмам и высокой продуктивностью зерна, которые можно рекомендовать для использования в селекции кукурузы на иммунитет.

Одним из лимитирующих факторов кукурузосеяния на Дальнем Востоке является заметное повреждение посевов этой культуры восточным кукурузным мотыльком *Ostrinia furnacalis*. При сильном повреждении потери урожая достигают 15-25% (Прогноз,... 2000-2005). В годы массового размножения вредителя резко возрастает степень поражения кукурузы возбудителями пузырчатой головни, фузариоза початков и других болезней, что существенно увеличивает потери урожая зерна.

Высокой численности и вредоносности кукурузного мотылька в Дальневосточном регионе способствуют благоприятные погодно-климатические условия, переход на зерновую технологию возделывания культуры, низкая численность и ограниченный видовой состав энтомофагов, недостаточная устойчивость выращиваемых гибридов кукурузы.

Первые оценки распространенности и вредоносности стеблевого мотылька в Приамурье были выполнены дальневосточными учеными А.И.Мищенко (1940, 1957), З.Г.Онисимовой (1952). Исследования ими биологии, экологии и вредоносности стеблевого мотылька дополнили работы З.М.Азбукиной, З.Г.Онисимовой (1956), А.М.Половинчиковой (1971). Изучению видового состава и фенологии фитофага посвящены труды С.Ю.Стороженко, В.П.Кузнецова (1995), В.И.Потемкиной и Е.Н.Ластушкиной (2004). Слабо изученными долгое время оставались вопросы сравнительного изучения устойчивости к стеблевому мотыльку и ряду фитопатогенов исходного материала, осо-

бенно местных сортов как наиболее адаптированных к условиям среды носителей комплекса хозяйственно-ценных признаков.

Целью настоящей работы являлось выявление источников устойчивости к стеблевому мотыльку и основным болезням среди генофонда кукурузы в условиях Приамурья.

Сравнительная оценка и дифференциация материала (около 500 номеров ежегодно) по устойчивости к вредным объектам проводилась в 2001-2006 гг. в селекционных питомниках отдела кормопроизводства ДальНИИСХ. В экспериментальный набор были включены сорто-типы кукурузы различного эколого-географического происхождения из мировой коллекции ВИР, а также сорта и гибриды дальневосточной и молдавской селекции. Степень повреждения стеблей и репродуктивных органов кукурузы гусеницами стеблевого мотылька определяли на естественном фоне заселения вредителем по шкале И.Д.Шапиро и др. (1971). Исследования были дополнены оценками сортов кукурузы по устойчивости к некоторым болезням (северному гельминтоспориозу, пыльной и пузырчатой головне, фузариозу початков) по методике Г.В.Грисенко, Е.Л.Дудка (1980). Искусственный инфекционный фон к возбудителю северного гельминтоспориоза создавали, руководствуясь методическими указаниями ВАСХНИЛ (1990) и ДальНИИСХ (1998).

По данным И.Д.Шапиро (1985), особенностью вида *O. furnacalis* является высокая гигрофильность. Недостаток

контактной влаги, засушливая жаркая погода при окукливании весной и в начале лета бабочек уменьшают их плодовитость, вызывают гибель яиц и гусениц первых возрастов, задерживают рост гусениц. Дождливая погода, наоборот, способствует развитию вредителя.

В результате многолетних исследований нами установлен большой диапазон варьирования численности кукурузного мотылька в зависимости от сочетания абиотических факторов среды и скороспелости сорта.

Так, в умеренно-влажные и влажные сезоны (2001, 2004, 2006), когда сумма осадков за лето в 1.2-1.7 раза превысила норму при относительной влажности воздуха 70-80%, наблюдалось значительное заселение посевов кукурузным мотыльком; поврежденность изученных образцов достигала 80-90%. В сильной степени (2.6-3.5 балла) были повреждены следующие образцы: Первомайский (Амурская область), Нику2 (ДальНИИСХ), к-1411, 1422, 1503, 1519, 1523, РОСС-140, 143, 192, 196, 211 (Краснодарский НИИСХ). Более высокой степенью устойчивости к вредителю (повреждения 0.5-1.5 балла) характеризовались образцы мировой коллекции ВИР: к-20836 (Чехия), к-20030 (Венгрия), к-20454, 20088 (Болгария), к-20017, 20011, 20016 (США), к-20473, 19929, 20462, 19931 (Германия), к-20025 (Австрия), сорта дальневосточной и молдавской селекции: Гуран 1, Зубр 2, Нале 1, 2, Нику 1, Хабаровская перловая желтая (ДальНИИСХ), Надежда (Амурская область), Славянка (ПримНИИСХ), М-238, 330, 291, Бемо-181, 184СВ, Порумбень 346, 348АМВ, 295АСВ, Кишу 5 (Молдавия). Поврежденность стандартов Бирсу и Молдавский 215 мотыльком составила 3.5 и 3 балла соответственно.

В засушливые жаркие годы (2003, 2005) отмечено резкое снижение численности фитофага. При обследовании коллекционных и селекционных образцов кукурузы уровень заселения растений природной популяцией стеблевого мотылька составил лишь 10-15%.

Установлено также, что на скороспе-

лых сортообразцах кукурузы (Бирсу, Алюрс и др.) плотность гусениц была выше, чем на позднеспелых. Как считает А.Н.Фролов (1997), нелинейный характер зависимости плотности гусениц от скороспелости сорта объясняется тем, что максимальная гибель гусениц мотылька происходит в раннем возрасте при их питании на листьях внутри листовой воронки. Это связано с более интенсивным антибиотическим воздействием кукурузы на вредителя в этот период. Чем ближе к цветению начало питания гусениц, тем выше их выживаемость. Поэтому, чем раньше возникает у мотылька возможность питаться более полноценным, чем листья, кормом, тем выше оказывается плотность насекомых на растении.

Для выделения источников устойчивости большое значение имеет развитие комплексных исследований по иммунитету кукурузы. Используя благоприятный естественный фон, мы изучали экспериментальный набор сортов по устойчивости к грибным патогенам: северному гельминтоспориозу - *Exserohilum . turcicum* (Pass.) K.J.Leonard, E.G.Suggs (син.: *Helminthosporium turcicum* Pass), фузариозу початков (*F. verticilliodes* (Sacc.) Nirenberg, син.: *F. moniliforme* Scheld), пыльной (*Sporisorium reilianum* (Kuehn) Langdon et Full.) и пузырчатой головне (*Ustilago maydis* (D.C.) Corda).

Показатели степени поражения кукурузы северным гельминтоспориозом колебались от 10 до 50-75%. Выделена группа перспективных образцов (более 40 номеров) с высокой полевой устойчивостью к *H. turcicum*, значительная часть которых представлена коллекцией ВИР: к-15173, 17084, 15179 (Германия), к-20028, 15049 (Польша), к-12223, 12221 (Голландия), к-15281 (Канада), К-20016, 20017 (США). Представляют интерес для селекции и ряд устойчивых форм из ДальНИИСХ - Гуран 1, Зубр 2; Краснодарского НИИСХ - РОСС-142, 141, 191, 194 МВ; из Молдавии - Порумбень 173, 182, 274СВ, 253 МВ, Бемо 182 СВ, Кишу 5. Повышенный уровень устойчивости ряда хабаровских и молдавских сортов и

гибридов был подтвержден нами при искусственном заражении кукурузы местной популяцией возбудителя северного гельминтоспориоза.

Наибольшая распространенность фузариоза початков отмечена в теплом и влажном 2006 году. Учеты, проведенные в период восковой и полной спелости початков (20.09), показали высокую степень поражения (50-70%) фузариозом более чем половины изученных образцов кукурузы. Высокую полевую устойчивость (распространенность 5-10%) проявили Гуран 1, Зубр 2 (ДальНИИСХ), Бемо 172, 182 СВ (Молдавия) и другие образцы. На сортах Бирсу и Молдавский 215, принятых за стандарт, распространенность болезни составила 40-50%.

Следует отметить слабое развитие и

распространение пыльной и пузырчатой головки кукурузы. За отчетный период в селекционных питомниках выявлены отдельные растения, в слабой степени пораженные головневыми грибами в период созревания початков.

В отдельные годы (2003, 2005) отмечены небольшие очаги поражения кукурузы пыльной головней на семенных посевах ранних сортов и гибридов (Бирсу, Алюрс 3).

Совмещенный анализ материала по степени повреждения стеблей и репродуктивных органов кукурузы гусеницами мотылька с учетом поражения растений возбудителями основных болезней позволил выделить для селекции на устойчивость лучшие сорта и гибриды данной зоны (табл.).

Таблица. Источники групповой и комплексной устойчивости кукурузы к вредным организмам в Приамурье

Образцы		Повреждение стеблевым мотыльком, баллы	Степень поражения, %		Урожай початков, ц/га	Устойчивость
			северным гельминтоспориозом	фузариозом початков		
Бирсу (стандарт)	ДальНИИСХ	3.5	10-20	40	119	-
М-215 (стандарт)	Молдавия	3	10-20	50	147	-
Гуран 1	ДальНИИСХ	1	10-15	5-10	125	Комплексная
Зубр 2	То же	1.5	10-20	5-10	123	То же
Хабаровская перловая желтая	То же	1.5	10-25	40	116	к мотыльку
Нале 2	То же	1	30	40	118	То же
Нику 1	То же	1.5	30	30	116	То же
Надежда	Амурская обл.	1	10-20	40	120	То же
Славянка	ПримНИИСХ	1.5	10-20	30	109	То же
Фертильный восстановитель х М-257 СВ	ДальНИИСХ	1	10-15	5-10	141	Комплексная
Фертильный восстановитель х Порумбень 291МВ	То же	1.5	10-15	5-10	128	То же
Порумбень 348АМВ	Молдавия	1.5	10	5-10	165	То же
Порумбень 295АСВ	То же	1	10-15	40	109	К мотыльку
Порумбень 346АМВ	То же	1	30	30	125	То же
Кишу 5	То же	1.5	10-20	40	112	То же
Бемо 172СВ	То же	2	10-15	5-10	127	К болезням
Бемо 182СВ	То же	2	10-15	5-10	146	То же

По данным таблицы видно, что в качестве источников комплексной устойчивости к стеблевому мотыльку и фитопатогенам можно рекомендовать Гуран 1, Зубр 2, Фертильный восстановитель

(ф.в.) х М-257СВ, Ф.в. х Порумбень 291 МВ (ДальНИИСХ), Порумбень 348 АМВ (Молдавия). Выявлена группа перспективных источников с высокой продуктивностью и групповой устойчивостью к

северному гельминтоспориозу и фузариозу початков, среди них Бемо 172, 182 СВ (Молдавия) и другие. В таблице также представлены образцы кукурузы с высокой степенью устойчивости к стеблевому мотыльку.

Некоторые из указанных выше генотипов характеризовались довольно высоким урожаем зерна. Так, у ряда номеров урожай початков был на уровне 116-146 ц/га (Хабаровская перловая желтая, Гуран 1, Зубр 2, Порумбень 346 АМВ, Бемо 172, 182 СВ) и не уступал стандартному

сорту Бирсу. Наиболее высокий урожай из всех изученных образцов сформировал Порумбень 348 АМВ из Молдавии - 165 ц/га (112.2% к наиболее продуктивному стандарту М 215).

Таким образом, в результате сравнительной оценки и детального иммунологического анализа современного генофонда кукурузы в условиях Приамурья выделены источники устойчивости к стеблевому мотыльку и ряду фитопатогенов, представляющие ценный исходный материал для селекции на иммунитет.

Литература

Азбукина З.М., Онисимова З.Г. Болезни и вредители кукурузы в Приморском крае. Владивосток, 1956, с.29-60.

Бабочки - вредители сельского и лесного хозяйства Дальнего Востока. /Под редакцией Стороженко С.Ю., Кузнецова В.П. Владивосток, 1995, с. 275.

Грисенко Г.В., Дудка Е.Л. Методика фитопатологических исследований по кукурузе. ВАСХНИЛ, ВНИИ кукурузы, Днепропетровск, 1980, 62 с.

Макарова М.А., Золотарева Е.В., Макаров В.Н. Методика искусственного заражения кукурузы возбудителем северного гельминтоспориоза. Современные биотехнологические и фитопатологические исследования в Российском Приамурье. ДальНИИСХ, Хабаровск, 1998, 39 с.

Мищенко А.И. Насекомые - вредители с.-х. растений Дальнего Востока. Хабаровск, 1940, 194 с.

Мищенко А.И. Насекомые-вредители с.-х. растений Дальнего Востока. Хабаровск, 1957, 216 с.

Методические рекомендации проведения комплексных исследований по созданию зональных моделей блока защиты растений в экологически безопасных зерновых комплексах. Л., 1990, 3 с.

Онисимова З.Г. Биологические ресурсы Дальнего Востока. М., 1952, 152 с.

Половинчикова А.М. О распространении стеблевого мотылька (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) в Приморском крае // Бюллетень ВИЗР, Владивосток, 1971, 17, с. 3-7.

Потемкина В.И., Ластушкина Е.Н. Кукурузный мотылек в Приморском крае. Генетические ресурсы растениеводства Дальнего Востока. Материалы международной научной конференции, посвященной 75-летию Дальневосточной опытной станции ВНИИР, Владивосток, 2004, с. 433.

Прогноз появления и развития главнейших вредителей, болезней и сорняков с-х культур в Хабаровском крае и меры борьбы с ними. Хабаровск, 2000-2005 гг.

Шапиро И.Д., Переверзев Д.С., Шура-Бура Г.Б. Методические указания для оценки полевой устойчивости кукурузы к стеблевому мотыльку. Л., ВИЗР, 1971, 15 с.

Фролов А.Н. Кукурузный мотылек: система мероприятий и их эффективность // Защита растений, 1997, 7, с.12.

Шапиро И.Д. Иммунитет полевых культур к насекомым и клещам. Л., 1985, 321 с.

RESISTANCE OF THE MAIZE GENE POOL TO THE EUROPEAN CORN BORER AND OTHER HARMFUL ORGANISMS IN AMUR REGION

M.A.Makarova, A.A.Shevtsov, I.Yu.Menshenina

Complex immunological investigation of collection and selection maize was carried out to study its resistance to *Ostrinia nubilalis* (Hbn) and plant pathogens. Promising samples with group and complex resistance to the harmful organisms and with high grain efficiency are allocated and recommended for use in maize selection for immunity.

УДК 632.51

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ДИНАМИКИ СОРНОЙ ФЛОРЫ ПАШЕННЫХ СООБЩЕСТВ

Т.П. Садохина, Н.А. Коротких

Сибирский НИИ земледелия и химизации, Новосибирская обл., п. Краснообск

Представлены данные по влиянию гидротермических условий года, срока посева и вида сельскохозяйственной культуры на сорную флору. Установлено, что высокий уровень агротехники снижает степень влияния отдельных агроприемов на флористический состав сорного сообщества.

В результате хозяйственной деятельности человек оставляет в окружающей среде очень бедный и предельно стандартизированный набор видов растений и животных, способных выжить в измененных условиях. Это виды-оппортунисты, обладающие способностью существовать в разбалансированных экосистемах за счет потребления не связанных биологическим круговоротом веществ (Мордкович, 1994). Тем не менее, эти виды являются неотъемлемой составляющей общего биоразнообразия регионов, а их комплексы представляют собой исторически и экологически сложившиеся антропогенные образования, характеризующиеся определенной биоэкологической структурой. Изучение этих комплексов представляет большой интерес для понимания закономерностей формирования антропогенных вариантов экосистем.

Сегетальные растения в настоящее время составляют существенную часть

региональных флор; в Сибири, например, известно более 300 видов сорных растений (Милащенко, 1978; Власенко и др., 2007). Очевидна не только научная, но и практическая значимость их изучения, так как только при наличии данных о биоэкологических особенностях сегетальных растений и их сообществ можно разработать эффективные мероприятия по контролю их развития в агрофитоценозах. Для организации системы контроля засоренности полей недостаточно общей информации об обилии сорняков. Наряду с количественными показателями необходимо учитывать и качественный состав сегетального сообщества, а также его изменчивость под воздействием тех или иных агромероприятий.

Цель настоящей работы - провести анализ динамики сегетального сообщества конкретного участка под влиянием вида возделываемой культуры, срока ее посева и гидротермических условий года.

Методика исследований

Исследования проведены в 1996-1998, 2000-2001, 2003 и 2005-2007 гг. на территории полевого стационара ГНУ СибНИИЗХим СО Россельхозакадемии, расположенного в ОПХ "Элитное" Новосибирской области. Почвенный покров стационара представлен среднemosным выщелоченным черноземом среднесуглинистого гранулометрического состава, содержание гумуса в слое 0-30 см около 5%, общего азота - 0.34%, валового фосфора 0.30%, подвижного фосфора по Чирикову - 29, калия - 13 мг/100 г почвы, pH=6.7-6.8 (Кирюшин и др., 1991). В обработку включены описания сорных сообществ посевов рапса ярового (*Brassica napus* L. ssp. *oleifera* Metzg.), рыжика посевного (*Camelina sativa* L.), горчицы сарептской (*Brassica juncea* L.) и ячменя (*Hordeum vulgare* L.) пивоваренного (сорт Ача) и

фуражного (сорт Соболек) назначения, высеваемых в разные сроки (1 - первая декада мая; 2 - конец второй-начало третьей декады мая; 3 - первая декада июня).

Сегетальные сообщества описывались на опытных делянках площадью 25-50 м². Оценка количественных соотношений между видами сорных растений в агрофитоценозах проводилась глазометрическим методом, обилие оценивалось по шкале: 0 - отсутствует, 1 - единично, 2 - редко, 3 - обильно (Методы учета..., 1998). В 2000-2001 гг. было проведено определение банка семян сорных растений (Методы учета..., 1994). Для оценки степени изменений во флористическом составе сообществ под влиянием изучаемых факторов использовался коэффициент сходства Чекановского-Сьеренсена (Шмидт, 1974).

Результаты исследований

Анализ флоры сеgetальных сообществ изучаемых посевов подтвердил типичность условий экспериментального участка для лесостепи Западной Сибири. Флористический состав сорной растительности опытного поля в целом отражает зональную специфику (Милащенко, 1978; Ионин и др., 1999). Всего нами было отмечено 44 вида сосудистых растений, относящихся к 37 родам 19 семейств. Группу ведущих семейств образуют Asteraceae (8 видов, или 18.2% всей флоры), Poaceae (5 видов, 11.4%), Amaranthaceae, Polygonaceae, Chenopodiaceae, Brassicaceae, Fabaceae и Lamiaceae (по 3 вида, 6.8%), которые включают 31 вид или 70.5% представленной флоры. Тремя видами представлен род *Amaranthus*, такие роды как *Lactuca*, *Setaria*, *Chenopodium*, *Melilotus* и *Galeopsis* содержат по два вида, остальные - по одному.

Преобладающими по количеству видов являются двудольные сорняки, удельное число однодольных видов, объединяющих представителей лишь семейства мятликовых (Poaceae), было невысоким и составляло 11.4%. Аналогичное соотношение (5:1) наблюдалось и при анализе почвенного банка семян сорных растений.

Видовое богатство почвенного банка семян различалось по годам и варьировало от 18 до 24. Преобладали одни и те же виды, составляющие общий фонд, при этом господствующее положение занимала щирица запрокинутая (*Amaranthus retroflexus* L.). На долю этого вида приходилось от 47 до 67% общего числа семян. Более низким содержанием диаспор характеризовались марь белая (*Chenopodium album* L.), просо посевное (*Panicum miliaceum* L.), гречишка вьюнковая (*Fallopia convolvulus* (L.) A.Löve) и пикульник обыкновенный (*Galeopsis tetrahit* L.) - 14.5, 4.2, 3.3 и 2.0% соответственно. Следует отметить, что в 2001 году в число доминирующих видов также вошли смолевка широколистная (*Oberna*

behen (L.) Ikonn.), доля семян которой достигала 15% общего запаса, и донник лекарственный (*Melilotus officinalis* (L.) Pallas) - 4%. Количество семян остальных видов не превышало в сумме 12-14% от всего банка и составляло от 2550 до 4238 шт/м².

Экологический состав сеgetальной флоры опытных посевов подчеркивает выравненность условий их существования практически на всей площади. Он представлен, в основном, видами группы мезофитов - 75%, около 14% видов проявляют несколько повышенную гигрофильность и 11% - мезоксерофильность (Раменский и др., 1956; Методические указания., 1978).

В биологическом спектре жизненных форм флоры отмечено 36 (82%) малолетних и 8 (18%) многолетних видов (Отраслевой..., 1984; Исаев, 1990; Власенко и др., 2007). В видовом составе несколько преобладали однолетние ранние яровые двудольные сорняки (10 видов, или 23%), однако по суммарной встречаемости и обилию они значительно уступали однолетним поздним яровым двудольным (9, или 20%) и однодольным (4, или 9%) сорнякам. Корнеотпрысковые (*Cirsium setosum* (Willd.) Bess., *Convolvulus arvensis* L., *Lactuca tatarica* (L.) C.A.Mey., *Sonchus arvensis* L., *Linaria vulgaris* Miller), корнеотпрысковые (*Taraxacum officinale* Wigg., *Plantago media* L.) и корневищные (*Vicia sepium* L.) многолетние, а также некоторые другие группы сорняков представлены единично встречаемыми в посевах экземплярами.

Сравнивая опытные посева изучаемых культур разных сроков сева во флористическом отношении, мы пришли к заключению, что основные различия между ними имеют преимущественно флуктуационный характер, обусловливаемый гидротермическими особенностями разных лет. Анализ коэффициентов сходства видового состава сгруппированных по годам ценофлор показал, что почти 60% из них не превышает 0.7 (табл. 1).

Таблица 1. Коэффициенты сходства видового состава ценофлор сеgetальных сообществ

Го- ды	1997	1998	2000	2001	2003	2005	2006	2007
1996	0.94	0.87	0.67	0.61	0.64	0.74	0.79	0.70
1997	1	0.88	0.72	0.59	0.72	0.71	0.75	0.65
1998		1	0.63	0.59	0.59	0.67	0.68	0.65
2000			1	0.84	0.82	0.52	0.67	0.63
2001				1	0.80	0.50	0.62	0.61
2003					1	0.52	0.68	0.61
2005						1	0.71	0.73
2006							1	0.76

Сорные растения достаточно чутко реагируют на изменения каких-либо параметров среды обитания, поэтому в регионах с высокой вероятностью резкой смены засушливых лет обильно увлажненными данный фактор может оказаться решающим в формировании засоренности посевов, причем как в количественном, так и в качественном отношении. Так, в годы с благоприятным сочетанием обильных осадков с достаточным уровнем тепла в период вегетации (табл. 2) насыщенность сеgetальных сообществ изучаемых посевов достигала в среднем 20 видов (2000 и 2001 гг.).

Таблица 2. Метеоусловия вегетационных периодов (май-август) (АМС Огурцово)

Годы	Сумма эффективных температур (>5°C)	Сумма осадков, мм
1996	1316	303.0
1997	1326	149.6
1998	1516	209.6
2000	1392	379.1
2001	1498	297.0
2003	1531	112.8
2005	1499	223.2
2006	1378	257.7
2007	1438	239.0
Средне-голетние	1299	232.0

В острозасушливых условиях 1998 г. в посевах насчитывалось в среднем 9.2 вида. При недостаточном увлажнении (1997, 1998, 2003 гг.) практически полностью выпадали группы озимых и зимующих сорняков (*Crepis tectorum* L., *Viola arvensis* Murray, *Erodium cicutarium* (L.) L' Herit, *Matricaria perforata* Merat., *Lactuca seriola* L.), а также виды, предпочитающие влажные

местообитания (*Stachys palustris* L., *Galium aparine* L.).

Ценоотическое воздействие культурных растений на флористический состав сеgetального сообщества прослеживалось в основном при переходе от капустовых (рапс, рыжик, горчица) к ячменю, коэффициенты сходства видового состава их ценофлор варьировали от 0.62 до 0.75 (табл. 3). В посевах ячменя полностью отсутствовали виды двулетних, озимых и зимующих сорняков, а также заметно снижалась вероятность присутствия многолетних, такие виды как *Cirsium setosum* (Willd.) Bess., *Sonchus arvensis* L., *Linaria vulgaris* Miller, *Taraxacum officinale* Wigg., *Plantago media* L. в посевах ячменя отмечены не были. Видовой состав сорняков посевов близкородственных культур был практически идентичен, коэффициент сходства ценофлор посевов ячменя разных сортов составил 0.91, для капустовых культур данный показатель варьировал от 0.87 до 0.97.

Таблица 3. Коэффициенты сходства видового состава ценофлор сеgetальных сообществ посевов разных культур

Культуры	2	3	4	5
1. Рапс	.971	.941	.753	.751
2. Рыжик	1	.866	.731	.744
3. Горчица		1	.624	.636
4. Ячмень с. Ача			1	.909
5. Ячмень с. Соболек				1

Влияние сроков посева на флористический состав сорного сообщества проявлялось не столько в качественном, сколько в количественном соотношении видов. В целом коэффициенты сходства сгруппированных по данному принципу ценофлор были достаточно высоки, однако различия закономерно усиливались по мере удаления их друг от друга по датам посева:

Сроки сева	2	3
1	.975	.696
2		.808

Смещение посевных работ на более поздние сроки приводило к повышению участия в формировании сеgetальных

Melandrium album (Mill.) Garcke	17*	17*	33*	0	0	50**	33*	100**	0	0	0	0	0
Melilotus albus Medikus	17*	0	33*	0	0	33*	0	33*	0	0	0	0	0
M. officinalis (L.) Pallas	50***	50***	100***	0	0	50***	50***	100***	0	0	0	0	0
Myosotis arvensis (L.) Hill	0	0	0	0	0	33*	17*	33*	0	0	0	0	0
Oberna behen (L.) Ikonn.	50**	67**	100**	0	0	50**	50**	67**	0	0	0	0	0
Plantago media L.	0	17*	0	0	0	0	17*	0	0	0	0	0	0
Sonchus arvensis L.	50*	50*	100*	0	0	33**	33**	67*	0	0	0	33*	0
Stachys palustris L.	17*	17*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Taraxacum officinale Wigg.	17*	0	0	0	0	0	0	33*	0	0	0	0	0
Viola arvensis Murray	33*	17*	67*	0	0	17*	17*	67*	0	0	0	0	0

Многолетние сорняки (8 видов)

Среднее число видов	14.8	12.7	17.3	10.7	10.3	17.2	14.2	23.3	9.7	10.0	10.3	8.0	11.3	9.3
---------------------	------	------	------	------	------	------	------	------	-----	------	------	-----	------	-----

Цифрами характеризуется вероятность присутствия вида, %; значками - обилие: *единично - до 1, **редко - до 2, ***обильно - до 3, ****3 балла без варьирования.

Необходимо заметить, что все отмеченные тенденции динамики флористического состава сорняков под влиянием сроков посева и смены культур касались, по большей части, редких и малообильных видов, в целом же коэффициенты сходства их флористического состава достаточно высоки. Влияние отдельных агромероприятий на флористический со-

став сегетального сообщества нивелируется относительной однородностью экологических условий, а также достаточно высоким общим уровнем агротехники. Из описанных видов 81% являются диагностическими для синтаксонов синантропной растительности классов Secalietea Br.-Bl. 1951 и Chenopodietea Br.-Bl. 1952 (Миркин и др., 1989; Миркин, Злобин, 1990).

Выводы

Проведенные исследования наглядно демонстрируют, что главным фактором организации фитоценозов является среда, именно разнообразие наборов экологических условий экотопов и определяет, какие типы фитоценозов могут сформироваться в данном районе. Все прочие факторы (конкуренция, влияние животных, нарушения, агромероприятия) действуют на фоне этих условий. Сравнительный анализ ценофлор сегетальных сообществ, сгруппированных по годам, срокам посева и виду возделываемой культуры, позволил выявить различия главным образом количественного, нежели качественного характера. Максимальная вариация во флористическом составе сорного компонента изучаемых посевов была обусловлена гидротермическими условиями вегетационных периодов лет

исследований.

Наиболее чувствительными к различного рода изменениям среды обитания оказались такие виды, как *Erigeron canadensis* L., *Salsola australis* R. Br., *Avena fatua* L., *Raphanus raphanistrum* L., *Vicia sativa* L., *Neslia paniculata* (L.) Desv., *Crepis tectorum* L., *Viola arvensis* Murray, *Erodium cicutarium* (L.) L' Herit, *Matricaria perforata* Merat., *Lactuca seriola* L., *Lappula squarrosa* (Retz.) Dumort, *Barbarea stricta* Andrz., *Melilotus albus* Medikus, *Melandrium album* (Mill.) Garcke, *Myosotis arvensis* (L.) Hill, *Cirsium setosum* (Willd.) Bess., *Lactuca tatarica* (L.) C.A.Mey., *Linaria vulgaris* Miller, *Taraxacum officinale* Wigg., *Plantago media* L. *Stachys palustris* L., суммарная встречаемость которых в среднем составляла всего 8%, обилие - 0.09 балла.

Литература

Власенко Н.Г., Власенко А.Н., Садохина Т.П., Кудашкин П.И. Сорные растения и борьба с ними при возделывании зерновых культур в Сибири. Методическое пособие. СО РАСХН, СибНИИЗХим, Новосибирск, 2007, 128 с.

Ионин П.Ф., Власенко А.Н., Власенко Н.Г., Сапрыкин В.С., Парамонова Т.П., Гарбар Л.И., Санникова М.Ф., Стецов Г.Я. Применение гербицидов в региональных системах возделывания культур // Защита и карантин растений, 1999, 3, с. 21-23.

Исаев В.В. Прогноз и картографирование сорняков. М., 1990, 192 с.

Кирюшин В.И., Власенко А.Н., Иодко Л.Н. Влияние различных способов основной обработки на плодородие выщелоченных черноземов Приобья // Почвоведение, 1991, 3, с. 97-105.

Методические указания по экологической оценке кормовых угодий тундровой и лесной зон Западной Сибири и Дальнего Востока по растительному покрову. М., 1978, 302 с.

Методы учета и прогноз засоренности посевов // Фитосанитарная диагностика. Под ред. А.Ф.Ченкина. М., 1994, с. 294-313.

Методы учета сорных растений // Сборник методических рекомендаций по защите растений. Под ред. В.А.Захаренко, К.В.Новожилова, Н.Р.Гончарова. СПб, 1998, с. 31-35.

Милашенко Н.З. Борьба с сорняками на полях Сиби-

ри. Омск, 1978, 135 с.

Миркин Б.М., Злобин Ю.А. Агрофитоценология с основами агроэкологии. Учеб. пособие, Уфа, 1990, 80 с.

Миркин Б.М., Соломещ А.И., Ишбирдин А.Р., Алимбекова А.М. Список и диагностические критерии высших единиц эколого-флористической классификации растительности СССР. М., 1989, 46 с.

Мордкович В.Г. Проблема биоразнообразия и ее экологическое значение // Сибирский экологический журнал, 1994, 6, с. 497-501.

Отраслевой классификатор сорных растений. М., 1984, 76 с.

Раменский Л.Г., Цаценкин И.А., Чижиков О.Н., Антипин Н.А. Экологическая оценка кормовых угодий по растительному покрову. М., 1956, 472 с.

Шмидт В.М. Количественные показатели в сравнительной флористике // Ботанический журнал, 1974, 59, 7, с.929-940.

SOME FEATURES OF WEED FLORA DYNAMICS IN AGRICULTURAL LANDS

T.P.Sadokhina, N.A.Korotkikh

The influence of hydrothermal conditions, sowing date and species of agricultural crop on weed flora has been studied. It is found that the high level of agricultural practices reduces the influence of an agricultural method on floral diversity of weed community.

УДК 633.854.192: 632.51

МИКОБИОТА МАКА И ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МИКРОМИЦЕТОВ ДЛЯ БОРЬБЫ С НИМ

Е.Л. Гасич, А.О. Берестецкий, Л.Б. Хлопунова, И.В. Бильдер, А.П. Дмитриев

Всероссийский НИИ защиты растений РАСХН, Санкт-Петербург

Проведено обследование мака в посевах и природных стациях в Ленинградской, Пензенской, Ростовской областях, Краснодарском и Ставропольском крае, Северной Осетии, Киргизии и Украине. Идентифицировано 50 видов микромицетов из 28 родов, 8 семейств, 8 порядков из 4 отделов и группы *Mitosporic fungi*. На территории России на маке снотворном наиболее распространены были следующие заболевания: ложная мучнистая роса (*Peronospora arborescens*), гельминтоспориоз (*Dendryphion penicillatum*), белая гниль (*Sclerotinia sclerotiorum*) и мучнистая роса (*Erysiphe spp.*). Создана коллекция чистых культур микромицетов, поражающих виды мака, включающая 242 штамма 31 вида из 19 родов. Проведена оценка патогенности более 100 штаммов 24 видов микромицетов из 14 родов для *Papaver somniferum*, из которых 87% проявили патогенность. Наибольшая агрессивность выявлена у штаммов *Dendryphion* и *Fusarium*.

На территории б. Советского Союза произрастает около 90 видов рода *Papaver* (Черепанов, 1995). Среди них экономическое значение имеет мак снотворный (*Papaver somniferum* L.), который является ценным масличным, пищевым и лекарственным растением, в то же время этот вид используется и как сырье для получения сильнодействующих наркотиков.

В ряде стран серьезную проблему представляет мак самосейка (*Papaver rhoeas* L.), который относится к злостным засорителям посевов зерновых, в особенности пшеницы (Covarelli, 1981).

Борьба с нелегальным производством и употреблением наркотиков в качестве одной из профилактических мер предполагает уничтожение незаконных посевов наркотических растений. Для этого могут использоваться химические гербициды (Норowitz, 1980), однако в последние годы в связи с необхо-

димостью снижения химической нагрузки на природную среду для борьбы с сорными видами мака и незаконными посевами мака снотворного существенное внимание стали уделять разработке биогербицидов на основе фитопатогенных грибов.

Подобные исследования проводились в США, Италии, странах Азии и России. В качестве возможных агентов биоконтроля изучались виды рода *Fusarium* (Dolgovskaya et al., 1996; Podlipaev et al., 1996; Reznik et al., 1996; Reznik, 1997; Connik et al., 1998) и *Dendryphion penicillatum* (Del Serrone, Annesi, 1989; Farr et al., 2000; Bailey et al., 2000, 2004; O'Neill et al., 2000; Glukhova, Abdukarimov, 2007). Основой для таких исследований должно служить подробное изучение видового состава микромицетов, поражающих мак на различных фазах его роста и развития.

Материал и методы

Нами в течение ряда лет при поддержке госзаказов №8 "Разработка методов использования патогенов в борьбе с дикорастущей коноплей и маком опийным" от 2002 г. и 1295/13 "Разработка ассортимента высокоэффективных биологических средств для уничтожения незаконных посевов, а также сорных и дикорастущих коноплей и мака. Обоснование технических средств, технологии и регламентов их применения" от 2006 г. проведены маршрутные обследования мака в посевах и природных стациях на территории России (в Ленинградской, Пензенской, Ростовской областях, Краснодарском и Ставропольском крае, Северной Осе-

тии), в Киргизии и Украине. Кроме того, проведено исследование микобиоты семян кондитерского мака, купленных на рынках Украины и России. Выделение микромицетов из пораженных органов проводили по общепринятым методикам (Наумов, 1937; Методы экспериментальной микологии, 1982).

Оценку патогенности проводили методом инокуляции листовых дисков, отдельных листьев и целых растений мака снотворного. Из листьев выращенных в лабораторных условиях растений вырезали диски диаметром 1 см. Диски раскладывали рядами в чашки Петри на поверхность фильтровальной бумаги, смоченной 0.004% раствором бен-

зимидазола, половину дисков в каждом ряду накалывали иглой. Споровую суспензию приготавливали путем смыва спор водой с поверхности 2-недельных колоний на картофельно-сахарозной агаризованной среде или 3-недельной культуры на овсяной крупе. При помощи автоматической пипетки одну каплю споровой суспензии наносили в центр каждого листового диска. Споровую суспензию также наносили на поверхность верхней трети листьев в количестве 4-х капель на лист (по две капли симметрично центральной жилке). До нанесения инокулюма на одной половине листовой пластинки делали два укола. В том случае, если патоген в культуре не развивал спороносных структур, на листья помещали агаровые блоки с мицелием гриба. Оценку патогенности изолятов *Pythium*, *Fusarium*, *Colletotrichum*, *Rhizoctonia*, *Verticillium* и *Dendryphion* проводили путем инокуляции 2-месячных растений мака мицелием на зерне. Культуры выращивали на пшенице в пробирках (2 г пшеницы + 2 мл воды) в течение 3-х недель при 24 °С в темноте. Перед инокуляцией культуры извлекали из пробирок, подсушивали при комнатной темпера-

туре и наносили на предварительно опрысканные водой растения (2 г на растение) таким образом, чтобы частицы инокулюма располагались на поверхности почвы около корневой шейки и частично на листьях. После инокуляции растения помещали на 24 или 48 часов во влажную камеру. Диаметр некрозов на дисках и листьях измеряли на 2-7 сутки (для *Phomopsis morphaea* - на 12 сутки). Оценку патогенности для целых растений мака изолятов *Dendryphion penicillatum* и *Bipolaris sorokiniana* проводили на 7-недельных растениях, которые инокулировали споровой суспензией с концентрацией 1×10^5 спор/мл, и выдерживали в условиях 24 часового росяного периода. Учет симптомов на целых растениях проводили на 7, 14 и 21 сутки после инокуляции. Определяли площадь пораженной поверхности каждого листа растения по 0-6 балльной шкале (0=нет симптомов, 1=0-5%; 2=6-25%; 3=26-75%; 4=76-95%; 5>95%; 6=гибель листа). Площадь пораженной поверхности растения определяли по формуле: $2.5n_1 + 15n_2 + 50n_3 + 85n_4 + 97.5n_5 + 100n_6 / N$, где n - число листьев с данным баллом, N - общее число листьев (Pfirter, Defago, 1998).

Результаты исследований

Согласно литературным данным на маке снотворном было зарегистрировано 42 вида микромицетов из 11 семейств, 8 порядков, 3 отделов и группы *Mitosporic fungi*.

В целом, с учетом литературных

данных и материалов собственных сборов, на растениях и семенах мака снотворного идентифицировано 78 видов микромицетов из 41 рода, 13 семейств, 10 порядков из 4 отделов и группы *Mitosporic fungi* (табл. 1).

Таблица 1. Микромицеты мака

Виды	Пораженный орган	Распространение	Источник
Отдел Zygomycota			
<i>Mucor racemosus</i> Fresen	Семена	Д, У	Собственные сборы
<i>Rhizopus stolonifer</i> (Ehrenb.) Vuill.	Семена	Д, У	Собственные сборы
Отдел Oomycota			
<i>Peronospora arborescens</i> (Berk.) de Bary	Листья и стебли.**	Повсеместно	Oudemans, 1921
<i>Phytophthora cactorum</i> (Lebert & Cohn) J. Schroet.	Стебли	Д, П, У, Л, Р, С	Собственные сборы
<i>P. cryptogea</i> Pethybr. & Laff.	Стебли		Новотельнова и др., 1979
<i>Pythium buismaniae</i> Plats-Nit.	Корни		Новотельнова и др., 1979
<i>P. oligandrum</i> Drechsler	Корни		Новотельнова и др., 1979
<i>P. spinosum</i> Sawada	Корни		Новотельнова и др., 1979
<i>P. ultimum</i> Trow	Корни		Новотельнова и др., 1979
<i>Pythium</i> sp.	Листья**	С	Собственные сборы
Отдел Ascomycota			
<i>Arachnopeziza aurelia</i> (Pers.) Fuckel	Плоды		Saccardo, 1889
<i>Belonium tentaculiferum</i> Velen.	Стебли	Богемия	Oudemans, 1921
<i>Crivellia papaveracea</i> (De Not.) Shoemaker & Inderb. (Syn.: <i>Pleospora papaveracea</i> (De Not.) Sacc., <i>Cucurbitaria papaveracea</i> De Not.) Anam.: <i>Brachycladium penicillatum</i> Corda (Syn.: <i>Dendryphion penicillatum</i> (Corda) Fr.)*	Листья, стебли, плоды, семена**	Повсеместно.	Inderbitzin et al., 2006
<i>Erysiphe cruciferarum</i> Opiz ex L. Junell	Листья**	К, С, У	Собственные сборы
		Повсеместно	Braun, 1995

Erysiphe orontii Castagne (Syn.: Golovinomyces orontii (Castagne) V.P. Heluta)	Листья**		Braun, 1995
Erysiphe sp. Graphyllum pentamerum (P.Karst.) M.E.Barr	Листья** Сухие стебли**	П, У Северная Америка	Собственные сборы Farr et al., 1989
Hyaloscypha cretacea var. lupuli Velen.	Мертвые стебли.		Petrak's Lists, 1932-1935
Melanospora sp.* Orbilia rectispora (Boud.) Baral	Бутоны** Мертвые стебли**	С Богемия	Собственные сборы Petrak's Lists, 1932-1935
Pleospora herbarum (Pers.:Fr.) Rabenh. Anam.: Stemphylium herbarum E.G.Simmons	Стебли		Oudemans, 1921
Pleospora pellita (Fr.) Tul. Sclerotinia sclerotiorum (Lib.) de Bary*	Стебли, корни	Повсеместно. Л, П	Farr et al., 1989 Собственные сборы
<u>Отдел Basidiomycota</u>			
Dacrymyces papaveris Qu 1.	Плоды		Oudemans, 1921
Entyloma fuscum J.Schroet.	Листья**	Повсеместно С	Farr et al., 1989. Собственные сборы
<u>Mitosporic fungi</u>			
Acremoniella sp.*	Листья	У	Собственные сборы
Acremonium spp.*	Листья, стебли, семена**	Л, П, У	Собственные сборы
Alternaria alternata (Fr.) Keissler*	Листья**	У	Собственные сборы
Alternaria brassicae (Berk.) Sacc. var. somniafery Briard et Har.	Плоды	Европа	Oudemans, 1921
Alternaria brunnea Sawada	Цветы	Тайвань	Index of fungi, 1961
Alternaria infectoria E.G.Simmons*	Листья**	У	Собственные сборы
Alternaria papaveris (Bres.) M.B.Ellis		Европа	Ellis, 1976
Alternaria papaveris-somniaferi Sawada	Листья, цветы, пло- ды	Тайвань	Index of fungi, 1961
Alternaria tenuissima (Kuntze)Wiltshire*	Листья**	У	Собственные сборы
Alternaria sp.*	Листья, стебли, плоды, бутоны, се- мена**	Л, П, С, У	Собственные сборы
Arthrimum phaeospermum (Corda) M.B.Ellis*	Плоды	У	Собственные сборы
Aspergillus flavus Link	Семена	У	Собственные сборы
Aspergillus flavus var.orysae (Ahlb.) Kurtzman, M.J.Smiley, Robnett & Wicklow	Семена	Д, Москва (мага- зин)	Собственные сборы
Aspergillus glaucus (L.) Link	Семена	Москва (магазин)	Собственные сборы
Aspergillus niger Tiegh.	Семена**	Д, Л, С, У	Собственные сборы
Aspergillus repens (Corda) Sacc.	Семена	Д	Собственные сборы
Aspergillus sulphureus (Fres.) Thom et Church	Семена	У, Москва (магазин)	Собственные сборы
Aureobasidium pullulans (de Bary) G.Arnaud*	Семена, плоды, корни**	С	Собственные сборы
Bipolaris sorokiniana (Sacc.) Shoemaker*	Листья**	С, У	Собственные сборы
Botrytis cinerea Pers.:Fr.*	Стебли, корни, ли- стья, бутоны, семена**	Повсеместно. Л, С	Farr et al., 1989 Собственные сборы
Brachycladium papaveris (K. Sawada) Shoemaker & Inderb. (Syn.: Dendryphion papaveris (K. Sawada) K. Sawada, Helminthosporium papaveris K. Sawada)*	На всех органах**	Повсеместно Д, П, С, У, Москва (магазин)	Inderbitzin et al., 2006 Собственные сборы

<i>Cercospora papaveris</i> Nakata		Япония	Kirk, 1985
<i>Chlamydomyces palmarum</i> (Cooke) E.W.Mason	Семена, плоды**		Ellis, 1976
<i>Cladosporium cladosporioides</i> (Fresen.) G.A. de Vries*	Листья, корни, семена**	Л, С, У	Собственные сборы
<i>Cladosporium herbarum</i> (Pers.) Link*	Листья**	С	Собственные сборы
<i>Cladosporium</i> sp.*	Листья**	С	Собственные сборы
<i>Colletotrichum dematium</i> (Pers.) Grove*	Листья**	С	Собственные сборы Oudemans, 1921
<i>Epicoccum herbarum</i> Corda	Стебли	Богемия	Oudemans, 1921
<i>Epicoccum nigrum</i> Link*	Стебли**	С	Собственные сборы
<i>Fusarium avenaceum</i> (Fr.) Sacc.*	Корни, стебли	СПб	Собственные сборы
<i>Fusarium acuminatum</i> Ellis & Everh.*	Плоды	С	Собственные сборы
<i>Fusarium equiseti</i> (Corda) Sacc.*	Цветы, листья, стебли**	Венгрия	Szeressy, Hegedus, 1979
<i>Fusarium oxysporum</i> Schldt.*	Стебли, корни	СПб, С, У	Собственные сборы Hognopoli, 1988
<i>Fusarium proliferatum</i> (Matsush.) Nirenberg ex Gerlach & Nirenberg*	Стебли	Венгрия	Собственные сборы
<i>Fusarium semitectum</i> Berk. & Ravenel*	Листья, стебли	СПб, П, У	Собственные сборы
<i>Fusarium solani</i> (Mart.) Sacc.	Корни	У	Собственные сборы
<i>Fusarium sporotrichioides</i> Sherb.*	Корни	П	Собственные сборы
<i>Fusarium</i> sp.	Корни	Киргизия	Островский и др., 1970
<i>Macrophoma papaveris</i> Sousa da C mara	Стебли	Лузитания	Petrak's Lists, 1920-1939
<i>Macrophomina phaseolina</i> (Tassi) Goid.	Корни	Индия	Deshpande et al., 1969
<i>Penicillium aurantiogriseum</i> Dierckx	Семена	Д, У	Собственные сборы
<i>Penicillium aurantiogriseum</i> var. <i>viridicatum</i> (Westling) Frisvad & Filt.	Семена	Д	Собственные сборы
<i>Penicillium brevicompactum</i> Dierckx	Семена	Д	Собственные сборы
<i>Penicillium nigrescens</i> Jungh.	Семена	Москва, магазин	Собственные сборы
<i>Penicillium verrucosum</i> Dierckx	Семена	Д	Собственные сборы
<i>Penicillium</i> sp.	Семена**	Л, Москва, магазин	Собственные сборы
<i>Periconia thebaica</i> Corda	На опие		Oudemans, 1921
<i>Phoma melaena</i> (Fr.) Mont. & Phoma <i>striiformis</i> Durieu et Mont. var. <i>hystericola</i> Sacc.	Стебли		Oudemans, 1921
<i>Phoma</i> spp.*	Стебли		Oudemans, 1921
<i>Phomopsis morphaea</i> Sacc.*	Листья, стебли, плоды**	Л, С, СО, К, У	Собственные сборы
<i>Rhizoctonia solani</i> J.G.Kuehn*	Листья, бутоны, плоды**	С	Oudemans, 1921
<i>Rhizoctonia solani</i> J.G.Kuehn*	Стебли, корни	Северная Америка, П, С	Farr et al., 1989
<i>Septoria</i> sp.	Листья**	Северная Америка	Farr et al., 1989
<i>Stemphylium vesicarium</i> (Wallr.) E.G.Simmons*	Стебли, плоды**	Л, С	Собственные сборы
<i>Verticillium albo-atrum</i> Reinke et Berthier *	Стебли, листья**	У	Farr et al., 1989
<i>Verticillium dahliae</i> Kleb.*	Стебли	У	Собственные сборы

*Изоляты вида помещены в коллекцию чистых культур; **встречается и на других видах мака.

К- Киргизия, У- Украина, Д- Дагестан, СО- Северная Осетия, Л- Ленинградская, М- Москва, П- Пензенская, Р- Ростовская области, С- Ставропольский и Кр- Краснодарский края.

На территории России на маке сновоторном более всего распространены ложная мучнистая роса, гельминтоспо-

риоз, белая гниль, мучнистая роса. Ложная мучнистая роса (возбудитель - *Peronospora arborescens*) встречалась

повсеместно. Заболевание обычно проявлялось на листьях в виде вытянутых вдоль жилок угловатых бурых пятен с налетом спороношения на нижней поверхности. При диффузной форме проявления в фазе всходов на семядолях появляются желтоватые пятна с налетом спороношения на нижней поверхности, налет быстро распространяется на всю листовую пластинку и растения погибают. При диффузной форме в фазе розетки и стеблевания отмечается пожелтение и отмирание листьев, искривление и низкорослость стеблей, уродливость завязей, все органы покрываются густым серо-фиолетовым налетом спороношения гриба (Миско, 1969).

Белая гниль (возбудитель - *Sclerotinia sclerotiorum*) обнаружена на стеблях растений. На стеблях формировались беловатые, часто концентрически зональные пятна, при разломе стеблей внутри них можно было обнаружить склероции. Известно, что патоген может также вызывать поражение корневой шейки. При влажных условиях на пятнах развивается белый хлопьевидный мицелий, иногда с черными склероциями, больные ткани размягчаются и гнивают. Заболевание распространено повсеместно в районах возделывания мака, но встречается в незначительном количестве.

Мучнистая роса была широко распространена, но имела низкую интенсивность развития. Возбудитель встречался преимущественно в анаморфной стадии, обнаружены единичные листья с незрелыми клейстотециями. На маке известно два вида *Erysiphe*: *E. cruciferarum* и *E. orontii* (Braun, 1995). Оба вида встречаются на территории России. Виды имеют некоторые морфологические отличия, характеризуются широкой специализацией и поражают растения различных семейств. Наличие внутри них специализированных к маку форм требует проверки.

В Пензенской области и Украине были выявлены единичные растения мака снотворного с признаками увядания, из стеблей и корней увядших

растений были выделены изоляты *Fusarium oxysporum*. Из стеблей увядших растений мака с Украины также были выделены *Verticillium albo-atrum* и *V. dahliae*.

Гельминтоспориоз был выявлен во всех обследованных нами регионах, кроме Ленинградской области, хотя известно, что он встречается и здесь (Вахрушева, Никитина, 1976). Болезнь поражала листья, стебли, коробочки и семена и в большинстве обследованных районов характеризовалась высокой частотой встречаемости. На взрослых растениях заболевание проявляется в виде темно-бурых пятен, на листьях - угловатых, на стеблях вытянутых, при сильном поражении цветоносы укорачиваются и искривляются, центральные бутоны засыхают, завязи деформируются, основание стебля темнеет. Во влажную погоду на листьях, стеблях и коробочках образуется оливково-черный налет спороношения гриба. После перезимовки на пораженных стеблях развивается сумчатая стадия. Согласно Н.И.Островскому и Л.С.Дроздовской (1970), при проявлении болезни в фазе всходов в основании стебля образуется перетяжка, проростки, как правило, погибают. В фазе розетки наблюдается медленное пожелтение листьев, распространяющееся снизу вверх, и почернение корневой шейки, растения также обычно погибают. При сильном поражении в фазе стеблевания и бутонизации может отмечаться быстро развивающееся (за 2-3 дня) увядание растений (Островский, Дроздовская, 1970).

Заболевание проявляется во всех фазах развития мака и распространено во всех районах его возделывания. Болезнь очень вредоносна, известно, что в отдельные годы посевы мака изреживаются на 80-90%, снижается содержание опия, семена теряют всхожесть (Островский, Дроздовская, 1970). Заболевание может уничтожить до 50-70% урожая семян мака (Миско, 1965). Возбудителя гельминтоспориоза мака относили к *Dendryphion penicillatum* (Corda) Fr. (синонимы: *Brachycladium penicillatum*

Corda, *Helminthosporium papaveris* K.Sawada, *Dendryphion papaveris* (K.Sawada) K.Sawada с телеоморфой *Pleospora papaveraceae* (de Not.) Sacc. (Мельник, 2000). В последние годы американскими учеными были проведены исследования, показавшие, что внутри вида имеются две группы изолятов (*Dendryphion penicillatum* и *Pleospora papaveraceae*), которые имеют некоторые морфологические, биологические и молекулярно-генетические отличия (Farr et al., 2000; O'Neill et al., 2000). P.Inderbitzin с соавторами (2006) на основе анализа морфологии, филогенетических отношений и систем спаривания при помощи молекулярных методов исследования отнесли возбудителей гельминтоспориоза мака к новому роду *Crivellia*. Возбудителями заболевания были признаны два вида: гетероталличный вид *Crivellia papaveracea* (De Not.) Shoemaker & Inderb. (синоним: *Pleospora papaveracea* (De Not.) Sacc.) с анаморфой *Brachycladium penicillatum* Corda (синоним: *Dendryphion penicillatum* (Corda) Fr.) и гомоталличный вид с анаморфой *Brachycladium papaveris* (K.Sawada) Shoemaker & Inderb. (синонимы: *Dendryphion papaveris* (K.Sawada) K.Sawada, *Helminthosporium papaveris* K.Sawada). Поскольку нами подобные исследования полученных изолятов не проводились, здесь мы продолжаем использовать обобщенное название возбудителя *Dendryphion penicillatum* (Corda) Fr.

На семенах мака нами выявлено 18 видов микромицетов из отделов *Zygomycota*, *Ascomycota* и группы *Mitosporic fungi*. Выявленные виды микромицетов в основном вызывают плесневение семян при нарушении условий хранения, снижая всхожесть и энергию прорастания. Семена *Papaver somniferum* из Украины и ООО "АБ-Маркет" г. Москва в сильной степени были заражены *Aspergillus glaucus*, частота встречаемости этого вида на семенах составила более 40% и 70% соответственно. Частота встречаемости остальных видов была довольно низ-

кой (<1-4%). Зараженность семян из ООО "АБ-Маркет" г. Москва *Penicillium nigrescens* составила 8%. В ряде образцов выявлены единичные семена, пораженные *Dendryphion penicillatum*.

На основе проведенных исследований микобиоты мака создана коллекция чистых культур микромицетов, поражающих виды мака. Она содержит 242 штамма 31 вида микромицетов из 19 родов. Собран гербарий пораженных грибами растений различных видов мака.

В лабораторных условиях проведена оценка патогенности для *Papaver somniferum* более 100 изолятов 24 видов микромицетов из 14 родов. Возбудителей ложной мучнистой росы и мучнистой росы не испытывали несмотря на их широкое распространение в природе, поскольку они являются облигатными патогенами и не могут культивироваться на питательных средах, что создает проблемы с получением их инокулюма. Большинство испытанных штаммов (87%) были в той или иной степени патогенными для мака снотворного (табл. 2).

Большинство изолятов *Alternaria*, *Phoma*, *Phomopsis*, *Stemphylium*, *Acremonium*, *Melanospora*, *Botrytis* были слабопатогенными для *Papaver somniferum*. Они поражали физиологически старые или поврежденные листья. В дальнейшем среди изолятов *Dendryphion*, *Bipolaris*, *Fusarium*, *Verticillium*, проявивших наибольшую патогенность для мака снотворного при 48 часовом периоде росы, отобрано 10 изолятов для оценки их патогенности на целых растениях.

Как видно из таблицы 3, наибольшее поражение растений мака вызывает *Dendryphion penicillatum*, причем при заражении как зерновым, так и споровым инокулюмом. Штаммы *Dendryphion penicillatum* в варианте с внесением инокулюма в виде споровой суспензии вызывали 100% гибель растений на 14-21 сутки. Внесение инокулюма в виде зернового мицелия было менее эффективным. Высокие результаты показал также один из штаммов *Fusarium oxysporum*.

Таблица 2. Патогенность различных видов микромицетов к *Papaver somniferum*

Виды	Кол-во изолятов		Виды	Кол-во изолятов	
	Изучен-ных	Патоген-ных		Изучен-ных	Патоген-ных
<i>Pythium</i> sp.	1	1	<i>Stemphilium vesicarium</i>	3	3
<i>Melanospora</i> sp.	1	1	<i>Fusarium acuminatum</i>	4	4
<i>Acremonium</i> spp.	8	7	<i>F. equiseti</i>	6	3
<i>Verticillium albo-atrum</i>	2	2	<i>F. oxysporum</i>	7	7
<i>V. dahliae</i>	1	1	<i>F. proliferatum</i>	1	1
<i>Alternaria alternata</i>	1	1	<i>F. semitectum</i>	2	2
<i>A. infectoria</i>	1	0	<i>F. solani</i>	2	0
<i>A. tenuissima</i>	4	4	<i>F. sporotrichioides</i>	1	1
<i>Alternaria</i> sp.	10	4	<i>Colletotrichum dematium</i>	1	1
<i>Bipolaris sorokiniana</i>	2	2	<i>Phomopsis morphaea</i>	5	5
<i>Botrytis cinerea</i>	1	1	<i>Phoma</i> spp.	15	12
<i>Dendryphon penicillatum</i>	43	43	<i>Rhizoctonia solani</i>	1	1
			Всего - 24	123	107

Возможность использования видов *Fusarium* для борьбы с маком изучалась и ранее, в частности российскими учеными. В 1996-1997 гг. сотрудниками Зоологического института РАН проводилось исследование микобиоты мака снотворного и конопля посевной. Было выделено 135 изолятов грибов из образцов, собранных в разных регионах России. На основе оценки патогенности и хозяйственной

специфичности было отобрано 13 изолятов *Fusarium* spp. и *Rhizoctonia callae* (11 из мака, 2 из конопля) для полевой оценки. Оценены различные препаративные формы применения этих грибов в поле. *Fusarium oxysporum* приводил к более чем 30% гибели растений мака и 50% снижению биомассы, *F. solani* вызывал 30% гибель растений и снижение биомассы (Reznik, 1997).

Таблица 3. Патогенность штаммов изучаемых грибов для мака при 24-часовом росеяном периоде

Виды	Штамм	Степень поражения растений, %		
		На 7 сутки	На 14 сутки	На 21 сутки
<i>Dendryphon penicillatum</i>	Д-1	53.6±24.0/*	77.9±15.5/	100.0/
		47.8±27.0	55.5±22.4	63.5±18.2
	ПВ-123	73.8±17.5/ 32.3±100	87.9±12.1/ 73.1±13.4	100.0/ 75.9±24.1
<i>Fusarium oxysporum</i> **	4.12	92.2±7.8/ 24.5±7.7	100/ 46.4±11.3	100/ 74.1±15.0
		4.32	100/ 46.7±22.5	100/ 67.6±32.4
<i>F. proliferatum</i> **	4.29	58.5±20.6	81.1±18.9	81.0±19.0
<i>F. semitectum</i> **	4.19	11.9±11.1	68.4±15.9	81.5±18.5
<i>Bipolaris sorokiniana</i> ***	17.2	20.1±6.6	44.1±14.6	66.3±17.0
<i>Verticillium albo-atrum</i> **	18.5	10.9±6.3	14.6±2.0	20.5±11.8
<i>V. dahliae</i> **	23.1	3.6±2.1	18.3±1.0	26.1±8.9

*В числителе указаны значения для инокуляции растений споровой суспензией, в знаменателе - для инокуляции зерновым мицелием; **только зерновой инокулюмом.

***Только споровой инокулюмом.

Известно, что внутри вида *Fusarium oxysporum* были выявлены специализи-

рованные формы, которые использовались для разработки микогербицидов

против различных сорных растений. Например, в России в 1970-е годы положительные результаты были получены при применении *Fusarium oxysporum* var. *orthoceras* (Appel et Wr.) Bilai (синоним *F. orobanches*) против видов заразики на томате, капусте, арбузе и подсолнечнике (Фомин, 1954; Тимченко, Довгаль, 1971, 1972; Панченко, 1973, 1974). Однако в 1990-е годы В.Н.Мурашевой было установлено, что этот микромицет может поражать не только виды заразики. Проростки заразики, не способные длительное время существовать без корней растений-хозяев, при внесении зернового инокулюма поражаются сильнее, чем проростки культурных растений. Поражение культурных растений отмечается на 2-3 год при истощении питательного субстрата, на котором микромицет вносили в почву (Мурашева, 1995). Таким образом, специализация форм *Fusarium oxysporum* факультативна и может изменяться в процессе взаимодействия гриба с разными видами растений, что не позволяет рекомендовать виды рода *Fusarium*, а также характеризующиеся широкой специализацией виды *Sclerotinia* и *Rhizoctonia* в качестве микогербицидов.

В последние годы американскими и узбекскими учеными в качестве перспективных агентов изучаются возбудители гельминтоспориоза. В Институте генетики растений и экспериментальной биологии в Ташкенте был отселектирован штамм *Pleospora paraveracea*, который показал высокую эффективность для борьбы с маком в полевых испытаниях в трех странах Центральноазиатского региона (Glukhova, Abdugarimov, 2007).

В Белтсвилле (Beltsville, MD) N.R.O'Neill с соавторами (2000) показали, что в условиях теплицы при концентрации инокулюма порядка 10^6 спор/мл и 24 ч росяном периоде на 9 сутки после инокуляции изоляты обоих видов возбудителей гельминтоспориоза приводили к 100% гибели 8-недельных растений мака снотворного. При использовании более низких концентраций инокулюма и

меньшей продолжительности росяного периода были выявлены различия видов по патогенности (O'Neill et al., 2000). В полевых условиях эффективность применения микромицетов зависела от сорта. Интенсивность развития болезни обычно оставалась невысокой до цветения. При вступлении в фазу цветения и формирования коробочек интенсивность развития болезни могла сильно увеличиться (почти на 50%) за одну неделю, а в течение следующей недели достичь 100%, то есть было характерно очень резкое развитие инфекционного процесса (Bailey et al., 2000).

Возбудители гельминтоспориоза мака характеризуются низкой интенсивностью спороношения в жидкой культуре, источником получения инокулюма может служить культивирование на твердых субстратах. Установлено, что оптимальный возраст культуры, обеспечивающий максимальное количество проросших спор, длину ростковых трубок и количество образовавшихся аппрессориев, составляет 6-8 суток (Bailey et al., 2000). Проводятся исследования по получению инокулюма методом жидкой ферментации (Bailey et al., 2004).

Возбудители гельминтоспориоза мака характеризуются узкой специализацией и приурочены к видам рода *Papaver*. Известно, что наряду с маком снотворным *Pleospora paraveracea* может поражать, например, мак самосейку (*Papaver rhoeas*). В Италии в Институте экспериментальной патологии растений изучалась возможность применения *Pleospora paraveracea* для борьбы с маком самосейкой, который здесь относится к злостным засорителям посевов зерновых, в особенности пшеницы. Установлено, что при 24-часовом росяном периоде при температуре 25°C и концентрации инокулюма 1.5×10^6 спор/мл 100% гибель растений отмечалась на 3 сутки. При более низких температурах или меньшей продолжительности росяного периода потери биомассы значительно снижались. При искусственном заражении гриб не поражал пшеницу и кукурузу, вызы-

вал реакцию сверхчувствительности у *Papaver nudicaule* и *P. dubium*. *Papaver somniferum* поражен изолятами, выделенными из *P. rhoeas* (Del Serrone, Annesi, 1989). Согласно Л.А.Глуховой и А.А.Абдукаримову (Glukhova, Abdulkarimov, 2007), экологическая безопасность *Pleospora papaveracea* была подтверждена тестами на животных, а также на 239 видах растений из 52 семейств в тепличных условиях и 52 видах растений из 24 семейств - в полевых.

Таким образом, на основании полученных нами данных и анализа мировой литературы следует признать, что возбудители гельминториоза мака характеризуются высокой агрессивностью, специфичностью и могут представлять су-

щественный интерес для разработки биологического метода борьбы с сорными видами мака и незаконными посевами мака снотворного. Необходима дальнейшая работа по отбору агрессивных штаммов, совершенствованию методов получения инокулюма, разработке препаративных форм и способов их внесения. Наряду с оценкой коллекции штаммов на патогенность большой интерес также представляет скрининг их на фитотоксичность, выделение веществ, определяющих фитотоксичность штаммов, изучение их структуры и механизма действия, возможности их совместного применения с микромицетами или использования для аналогового синтеза новых экологически безопасных химических гербицидов.

Литература

- Билай В.И. (ред.) Методы экспериментальной микологии. Киев: Наукова Думка, 1982, 550 с.
- Мельник В.А. Класс Nephromycetes. СПб, Наука, 2000, 371 с.
- Миско Л.А. Гельминтоспориоз мака лекарственного и меры борьбы с ним в лесостепной зоне левобережья Украины. Автореф. канд. дисс. Киев, 1965, 20 с.
- Миско Л.А. Пероноспороз мака в условиях лесостепи Украины // Труды V Всесоюзного совещания по иммунитету растений. Технические культуры. Киев, 1969, 12, 32-34.
- Мурашева В.Н. Влияние токсичных свойств *Fusarium oxysporum* var. *orthoceras* (Appel. et Wr.) Bilai на выживаемость его в почве и патогенность // Микология и фитопатология, 1995, 29, 4, с. 53-58.
- Наумов Н.А. Методы микологических и фитопатологических исследований. Л., Сельхозгиз, 1937, 272 с.
- Новотельнова Н.С., Пыстина К.А., Голубева О.Г. Пероноспорные грибы - патогены культурных растений в СССР. Справочник по диагностике и методам исследования. Л., Наука, 1979, 152 с.
- Островский Н.И., Богорада А.Г., Носыров В.И. Вредители и болезни мака масличного и меры борьбы с ними. М., Колос, 1970, 22 с.
- Островский Н.И., Дроздовская Л.С. Основные вредители и болезни мака // Защита растений, 1970, 11, с. 27-29.
- Тимченко В.И., Довгаль Е.С. Использование гриба фузариума для микробиологической борьбы с заразной на овощных культурах // Биологические методы защиты плодовых и овощных культур как основа интегрированных систем. Кишинев, 1971, с. 237-238.
- Тимченко В.И., Довгаль Е.С. Микробиологический метод борьбы с заразной на овощных культурах // Биол. метод борьбы с вредит. овощных культур. М., 1972, с. 109-111.
- Фомин Е.Е. Микробиологический метод борьбы с заразной на помидорах и капусте // Научн. тр. НИИ овощеводства, Киев, 1954, 3, с. 238-255.
- Bailey B.A., Apel-Birkhold P.C., Akingbe O.O., Ryan J.L., O'Neil N.R., Anderson J.D. Enhancement of biocontrol of opium poppy with *Pleospora papaveracea* by addition of Nep1, a protein produced by *Fusarium oxysporum* // Phytopathology, 2000, 90, p. 812-818.
- Bailey B.A., Apel-Birkhold P.C., O'Neil N.R. Evaluation of infection processes and resulting disease caused by *Dendryphon penicillatum* and *Pleospora papaveraceae* on *Papaver somniferum* // Phytopathology, 2000, 90, p. 699-709.
- Bailey B. A., Hebbard K. P., Lumsden R. D., O'Neill N. R., Lewis J. A. Production of *Pleospora papaveracea* biomass in liquid culture and its infectivity on opium poppy (*Papaver somniferum*) // Weed Science, 2004, 52, 1, p. 91-97.
- Bailey B.A., O'Neil N. R., Anderson J.D. Influence of adjuvants on disease development by *Pleospora papaveracea* on opium poppy (*Papaver somniferum*) // Weed Science, 2004, 52, 3, p. 424-432.
- Braun U. The powdery mildews (Erysiphales) of Europe. Jena, Stuttgart, New York: G. Fischer, 1995, 337 p.
- Connick W.J., Daigle D.J., Pepperman A.B., Hebbard K.P., Lumsden R.D., Anderson T.W., Sands D.C. Preparation of stable, granular formulations containing *Fusarium oxysporum* pathogenic to narcotic plants // Biological control, 1998, 13, 2, p. 79-84.
- Del Serrone P., Annesi T. Pathogenicity and host-specificity of *Pleospora papaveracea*, a candidate for biological control of Poppy (*Papaver rhoeas*) // Proc. VII Int. Symp. Biol. Contr. Weeds, 6-11 March 1988, Rome, Italy (ed. Delfosse E.S.). Ist. Sper. Pathol. Veg. (MAF), 1989, p. 465-469.
- Deshpande A.L., Agarwal J.P., Mathur B.N. Rhizoctonia bataticola causing root-rot of opium in Rajasthan/Indian phytopathology, 22, 4, 1969, p. 510-511.
- Dolgovskaya M.Y., Podlipaev S.A., Reznik S. Y., Volkovitch M.G., McCarthy M., Sands D. Screening of fungal pathogens for the control of *Papaver somniferum* in the former Soviet Union // Proc. of the IX Intern. Symp. on Biological Control of Weeds (Stellenbosch, South Africa). Ed. by V.C. Moran and J.H. Hoffman, 1996, p. 543.

Ellis M.B. More Dematiaceous Hyphomycetes. Kew, 1976, 363 p.

Farr D.V., Bills G.F., Chamuris G.P., Rossman A.Y. Fungi on plants and plant products in the United States. USA, Minnesota, St.Paul: APS Press, 1989, 1252 p.

Farr D.F., O'Neil N.R., van Berkum P.B. Morphological and molecular studies on *Dendryphion penicillatum* and *Pleospora papaveracea*, pathogens of *Papaver somniferum* // *Mycologia*, 2000, 92, p. 145-153.

Glukhova L.A., Abdulkarimov A.A. Killer-strain of *Pleospora papaveracea* (de Not.) Sacc. -biological control agent of illegal crops *Papaver somniferum* L. // Abstr. of XV Congress of European Mycologists, September 16-21, 2007. St. Petersburg, 2007, p. 248.

Horompoli T. A mak (*Papaver somniferum* L.) új betegsége magyarországon, a fuzariumos tokorhadas (*Fusarium oxysporum* Schl.) // *Novenyvedelem*, 1988, 24, 5, p. 201-207.

Horowitz M. Herbicidal treatments for the control of *Papaver somniferum* L. // *Bull. Narcotics*, 1980, XXXII, 1, p. 33-43.

Inderbitzin P., Shoemaker R.A., O'Neill N.R., Turgeon B.G., Berbee M.L. Systematics and mating systems of two fungal pathogens of opium poppy: the heterothallic *Crivellia papaveracea* with a *Brachycladium penicillatum* asexual state and homothallic species with a *Brachycladium papaveris* asexual state // *Canadian Journal of Botany*, 2006, 84, 8, p. 1304-1326.

Index of fungi. Commonwealth Mycological Institute,

1961, 3, p. 1.

O'Neil N.R., Jennings J.C., Bailey B.A., Farr D.F. *Dendryphion penicillatum* and *Pleospora papaveracea*, destructive seedborne pathogens and potential mycoherbicides for *Papaver somniferum* // *Phytopathology*, 2000, 90, p. 691-698.

Oudemans C.A.J.A. *Enumeratio Systematica Fungorum*. Comitum, The Hague, III, 1921, p. 218-224.

Petrak F. *Petrak's Lists (1932-1935)*, 7, p. 896, 953.

Pfirter H., Defago G., 1998. The potential of *Stagonospora* sp. as a mycoherbicide for field bindweed // *Biocontrol Science and technology*, 1998, 8, p. 93-101.

Podlipaev S.A., Reznik S. Y., Dolgovskaya M.Y., Volkovitch M.G., Sands D. *Fusarium* strains isolated from *Papaver* spp. in the former Soviet Union // Abstr. of First Intern. *Fusarium Biocontrol Workshop*, October 28-31, 1996. College Park, MD, USA, 1996, p. 11.

Reznik S.Y., Volkovitch M.G., Podlipaev S.A., Dolgovskaya M.Y., Sands D. Biocontrol of *Papaver somniferum* and *Cannabis sativa* in Russia with *Fusarium*: field evaluation. Abstr. of First Intern. *Fusarium Biocontrol Workshop*, October 28-31, 1996. College Park, MD, USA, 1996, p. 45.

Reznik S. Y. *IBG News*, 1997, 6, 2, p.10.

Saccardo P.A. *Sylloge Fungorum*, VIII, 1889, p. 499.

Szepessy I., Hegedus S. A maktok *Fusarium* megbetegedések fellepése magyarországon // *Novenyvedelem*, 1979, 15, 5, p. 215-217.

MYCOBIOTA OF PAPAVER SOMNIFERUM AND POSSIBILITIES OF ITS CONTROL WITH PATHOGENIC FUNGI

E.L.Gasich, A.O.Berestetskiy, I.V.Bilder, L.B.Khlopunova, A.P.Dmitriev

Poppy survey in crops and natural biotopes in the Leningrad, Penza, Rostov Regions, Krasnodar and Stavropol Territories, Northern Ossetia, Kyrgyzstan and Ukraine was organized, and 50 species of micromycetes of 28 genera, 8 families, 8 orders, 4 phyla and Mitosporic fungi group were identified. *Peronospora arborescens*, *Dendryphion penicillatum*, *Sclerotinia sclerotiorum* and *Erysiphe* spp. were the most harmful diseases of poppy in Russia. The collection of pure cultures of micromycetes from poppy including 242 strains of 31 species of 19 genera was created. An estimation of pathogenicity of more than 100 strains of 24 species of 14 genera for *Papaver somniferum* was carried out in laboratory conditions. 87% of tested strains were pathogenic for the poppy. The *Dendryphion* and *Fusarium* strains showed the greatest pathogenicity.

УДК632.954: 633.16

ДИНАМИКА СООБЩЕСТВА СОРНЫХ РАСТЕНИЙ В ПОСЕВЕ ЯЧМЕНЯ ПОД ВЛИЯНИЕМ ДЛИТЕЛЬНОГО ПРИМЕНЕНИЯ ГЕРБИЦИДА ЛАРЕН

Т.Д. Соколова, Н.Н. Лунева

Всероссийский НИИ защиты растений РАСХН, Санкт-Петербург

Охарактеризовано видовое разнообразие сорных растений в посевах ячменя на фоне применения различных доз гербицида ларен, СП (600 г/кг) на протяжении семилетнего периода. Показано, что на четвертый год обработок гербицидом произошла смена доминировавших видов. Существенно сократилась доля однолетних двудольных сорных растений и увеличилась доля многолетнего корнеотпрыскового сорняка осота полевого, а на седьмой год - и бодяка щетиногого, численность которого ранее была незначительна.

В последние десятилетия во всем мире уделяется большое внимание проблеме возникновения резистентности сорных растений к гербицидам, поскольку адаптация сорняков к средствам борьбы вызывает дополнительные экономические издержки. Сорные растения адаптируются к регулярному применению гербицидов как на уровне сообщества, так и на биотипно-популяционном уровне (Соколов, Филипчук, 1999). Известно, что резистентность у сорняков вырабатывается при многократном применении гербицидов с одним и тем же действующим веществом (д.в.) или препаратов со сходным механизмом действия.

Препараты, являющиеся ингибиторами ацетолактатсинтазы, в том числе гербициды из класса сульфонилмочевин, наряду с триазиновыми, дипиридиловыми и препаратами других групп, вызывают быстрое появление резистентных популяций сорняков. Установлено, что резистентность сорных растений к гербицидам, ингибирующим фермент ацетолактатсинтазу, может быть обусловлена несколькими факторами: усилением метаболизма гербицида, повышением содержания в клетках ацетолактатсинтазы, модификацией мишени их действия, - молекулы ацетолактатсинтазы, которая, в свою очередь, вызвана генной мутацией (Michel et al., 1998; Hanson et al., 2004; Solymosi, 2005). Описаны устойчивые к этим гербицидам популяции у нескольких десятков видов сорных растений: щириц *Amaranthus retroflexus* L., *A. blitoides* S.Wats, *A. tuberculatus* (Моq.)

Sauer, *A. hybridus* L., кохии *Kochia* sp, солянки южной *Salsola australis* R.Br., метлицы обыкновенной *Apera spica-venti* (L.) Beauv, дурмана безвредного *Datura innoxia* Mill., плевела жесткого *Lolium rigidum* Gaudin, бодяка полевого *Cirsium arvense* (L.) Scop., рыжика мелкоплодного *Camelina microcarpa* Andrз., звездчатки средней *Stellaria media* (L.) Vill., овса пустого *Avena fatua* L., мелколестника канадского *Conyza canadensis* (L.) Cronq., ясенника полевого *Asperula arvensis* L., повилики полевой *Cuscuta campestris* Yunck. и др. (Michel et al., 1998; Sibony et al., 1999; Beckie et al., 2001; Maertens et al., 2004; Hanson et al., 2004; Solymosi, 2005; Trezzi et al., 2005; Delabays et al., 2006; Novakova et al., 2006; Vyn et al., 2007; Owen et al., 2007).

Целью нашего опыта является оценка влияния регулярных обработок гербицидом ларен, СП (600 г/кг) на сорную растительность в посевах ячменя сорта Инори.

Гербицид ларен (д.в. метсульфурон-метил) относится к химическому классу сульфонилмочевин и применяется против однолетних и некоторых многолетних двудольных сорняков. Опыты по регулярному применению гербицида ларен, СП (600 г/кг) проводили на опытном поле ВИЗР в 2002-2008 гг. Рекомендованная норма внесения гербицида - 10 г/га. Существует мнение, что как завышенные, так и заниженные дозы гербицида при регулярном применении могут вызвать устойчивость сорняков, поэтому опыт состоял из четырех вариантов: I- 1/4 рекомендованной нормы гербицида, II- 1/2 нормы, III- 1 норма, IV - 2 нормы. Каждый вариант включал 4 повторности и необработываемый контроль. Площадь одной опытной делянки - 10 м². Обработки гербицидом проводили в период массового появления всходов сорных растений, когда они находились в фазах от семядолей до 2-4 настоящих листьев. Учеты сорных растений проводили через 30

дней после обработки гербицидом и перед уборкой, определяли также исходную засоренность поля перед обработкой (Методические указания..., 1981).

За период проведения эксперимента на опытном поле произрастало от 19 до 31 вида сорных растений, причем независимо от длительности применения гербицида. Наименьшее число видов (19) было отмечено в 2005 г. Максимальное число видов (31) зарегистрировано в 2007 году, причем некоторые из них ранее не произрастали на опытном поле.

Наибольшим числом видов были пред-

ставлены семейства сложноцветных Asteraceae, гречишных Polygonaceae, крестоцветных Brassicaceae, злаковых Poaceae. Семейство маревых Chenopodiaceae в разные годы было представлено 1-3 видами.

В разные годы проведения исследований доминирующими видами были марь белая *Chenopodium album* L., горец щавелелистный *Persicaria lapathifolia* (L.) S.F.Gray, осот полевой *Sonchus arvensis* L., бодяк щетинистый *Cirsium setosum* (Willd.) Bess.

Таблица 1. Доли (%) доминировавших видов сорных растений от общего количества сорняков (Опытное поле ВИЗР. 2002-2008)

Варианты	Учет*	Осот полевой							Марь белая						
		2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
I	1	6	16	23	52	40	25	27	13	27	17	20	19	17	36
	2	3	26	5	45	67	22	45	12	3	11	0	6	20	11
II	1	8	12	23	68	33	38	29	13	40	16	14	14	16	21
	2	3	4	51	55	57	37	43	11	18	9	0	1	16	11
III	1	1	8	9	59	55	57	19	23	42	17	24	14	18	10
	2	1	30	27	91	83	64	55	27	0	2	0	4	10	2
IV	1	0	29	12	43	92	79	35	72	38	23	57	0	14	15
	2	2	0	43	50	100	79	38	19	0	4	0	0	16	8

*1- учет через 30 дней после обработки гербицидом; 2- учет перед уборкой.

В первый год проведения опыта (2002 г.) преобладающим видом на поле был двудольный однолетник горец щавелелистный, но в последующем его численность значительно сократилась. Марь белая была также доминирующим видом в первые три года исследований. На четвертый год значительно возросла и оставалась на высоком уровне вплоть до 2008 г. доля осота полевого в общей засоренности (табл. 1). В 2008 г. существенно увеличилась численность другого многолетнего корнеотпрыскового сорняка, - бодяка щетинистого, который также вошел в число доминирующих видов.

Таким образом, в интервале 2002-2008 гг. выделяются два периода - с 2002 по 2004 и с 2005 по 2008 г., различающихся как по общей численности сорняков, так и по численности доминирующих видов.

Первый период (2002-2004 гг.) отличается большим разбросом численности сорняков по годам, что может быть объяснено тем, что 2003 г. значительно отличался от 2002 и 2004 гг. по метеорологическим условиям. Погодные условия 2003 г. характеризовались повышенным количеством осадков в начале вегетаци-

онного периода по сравнению с многолетними данными. Так, по данным метеостанции ВИР, количество осадков в первых двух декадах мая составило 325% от средних многолетних значений.

Период 2005-2008 гг. характеризуется достаточно ровными показателями численности сорных растений. Общая численность сорняков через месяц после обработки гербицидом в 2005-2008 гг. была статистически достоверно ниже, чем в 2002-2004 гг. в I и III вариантах (табл. 2). Отсутствие статистически достоверных различий во II и IV вариантах обусловлено значительным разбросом численности в периоде 2002-2004 гг.

Численность мари белой через месяц после обработки в период 2005-2008 гг. была статистически достоверно ниже, чем в 2002-2004 гг. во всех вариантах (табл. 2). Во второй половине лета яровые формы однолетников, к которым относится и марь белая, уже отмирают и появляются всходы, не попавшие под обработку гербицидом.

Численность другого доминирующего вида - осота полевого - на протяжении всего периода исследований претерпевала заметные колебания.

Таблица 2. Изменение численности сорных растений в период 2005-2008 гг. по сравнению с периодом 2002-2004 гг.

Варианты	Учет	Общее кол-во сорняков, экз/м ²			Мари белая, экз/м ²			Осот полевой, экз/м ²		
		2002-2004	2005-2008	t ₉₅	2002-2004	2005-2008	t ₉₅	2002-2004	2005-2008	t ₉₅
I	1	271.7	65.8	3.54*	47.0	16.0	5.0*	39.3	22.8	1.0
	2	179.7	43.0	1.30	12.3	4.3	1.1	8.7	18.5	2.0
II	1	178.3	56.0	2.30	33.0	9.5	4.0*	28.7	22.8	0.4
	2	110.7	37.3	1.14	10.3	3.3	1.4	13.3	18.2	0.5
III	1	113.0	32.0	3.27*	27.0	5.0	16.9*	6.3	14.3	2.0
	2	55.3	32.0	0.79	7.0	1.8	0.79	5.7	21.2	2.6*
IV	1	46.0	15.0	1.68	17.7	2.5	2.87*	5.4	8.8	0.9
	2	61.0	14.5	0.99	4.0	1.3	0.76	4.3	9.2	1.0

* $t_{\text{факт}} > t_{95 \text{ теор}} = 2.57$.

Осот полевой - корнеотпрысковый многолетник, значительное количество побегов которого появляется во второй половине лета. Во вторую дату учета статистически достоверно увеличение численности этого сорняка в III варианте в 2005-2008 гг. по сравнению с периодом 2002-2004 гг. (табл. 2). Однако, если рассматривать соотношение долей разных видов сорных растений от общего количества сорняков в каждый год отдельно, то доля осота полевого начиная с 2005 г. была преобладающей как через месяц после обработки, так и перед уборкой во всех вариантах, кроме I в 2008 г. (табл. 1). Возрастание доли осота полевого мо-

жет быть обусловлено сокращением численности других видов, прежде всего мари белой и горца щавелелистного.

Таким образом, регулярное применение различных доз гербицида ларен СП (600 г/кг) привело к снижению общей численности сорных растений и к смене доминирующих видов. На четвертый год произошло значительное сокращение численности однолетников мари белой и горца щавелелистного, доминировавших в первые годы. В то же время на фоне сокращения общей численности сорняков увеличилась доля осота полевого от их общего количества, а на седьмой год и бодяка щетинистого.

Литература

- Методические указания по полевому испытанию гербицидов в растениеводстве. М., Гос. комиссия по химическим средствам борьбы с вредителями, болезнями растений и сорняками при МСХ СССР. ВИЗР, 1981, 46 с.
- Соколов М.С., Филипчук О.Д. Биотипно-популяционная адаптация сорняков к средствам борьбы // Сельскохозяйственная биология, 1999, 1, с. 3-16.
- Beckie H.J. et al. // Weeds 2001: Proceedings of an International Conference, Brighton, 12-15 Nov. 2001, Farnham, 2001, 2, p. 747-754.
- Delabays N. et al. // Review Suisse agriculture, 2006, 38, 2, p. 6-72.
- Hanson B. et al. // Weed research, 2004, 44, 1, p. 187-194.
- Maertens K.D. et al. // Weed research, 2004, 44, 1, p. 21-26.
- Michel A. et al. // Mitt. Biol. Bundesanst. Land- und Forstwirtschaft. Berlin-Dahlem, 1998, 357, p. 226.
- Novakova K. et al. // Z. Pflanzenschutz, 2006, Spec. Issue, 20, p. 139-146.
- Owen M.J. et al. // Austral. J. Agr. Res., 2007, 58, 7, p. 711-718.
- Rathinabapathi B., King J. // Plant Physiology, 1991, 96, 1, p. 256-261.
- Sibony M. et al. // Phytoparasitica, 1994, 22, 2, p. 132.
- Solymosi P., Paldi E. // Acta phytophol. et entomol. hung., 2005, 40, 3-4, p. 341-346.
- Trezzi M.M. et al. // J. Environ. Science and Health, 2005, 40, 1, p. 101-109.
- Vyn J.D. et al. // Can J. Plant Science, 2007, 87, 1, p. 175-182.

WEED FLORA DYNAMICS IN BARLEY CROPS UNDER THE INFLUENCE OF LONG-TERM APPLICATION OF HERBICIDE LAREN

T.D.Sokolova, N.N.Luneva

Weed plant species diversity in barley crops against application of various doses of herbicide Laren, wettable powder (600 g/kg) during the seven-year trial was studied. The change of dominating species occurred in the fourth year of herbicide treatments. The percentage of annual dicotyledonous weed plants reduced essentially, and the percentage of perennial root-sucker *Sonchus arvensis* L. increased. In the seventh year, the percentage of *Cirsium setosum* (Willd.) Bess. increased, being earlier insignificant.

УДК 632.79:574(477)

ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ДИНАМИКИ ЧИСЛЕННОСТИ ИМАГО ЧЕРНОГО СЛИВОВОГО ПИЛИЛЬЩИКА (*HOPLOCAMPA MINUTA* CHRIST.) В ЗОНЕ СЕВЕРНОЙ ЛЕСОСТЕПИ УКРАИНЫ

И.В. Шевчук, А.Ф. Денисюк

Институт садоводства УААН, Киев, Украина

На основании синоптических условий и учетов численности имаго черного сливового пилильщика (*Hoplocampa minuta* Christ.), отловленных клеевыми ловушками, построена имитационная модель динамики численности, позволяющая прогнозировать плотность популяции в начальный и массовый периоды лета и выбрать оптимальный срок опрыскивания против вредителя.

Современная производственная, экономическая и другая деятельность человека связана с использованием огромного количества энергии, разнообразных веществ, химических соединений и других материалов. Это вызывает значительную нагрузку на окружающую среду, связанную с нарушением биоценозов, проникновением в биосферу токсичных веществ. Мощность этой нагрузки достигла критического уровня, который способен вызвать экологические кризисы и катастрофы. Поэтому сегодня в садоводстве, где для эффективной защиты плодовых насаждений необходимы 8-10-разовые опрыскивания, важно применять новые подходы в организации контроля за развитием вредных организмов.

Базой для разработки новых подходов является моделирование. В садовой и полевой энтомологии известны разные виды моделей. Созданные в Германии 10 компьютерных моделей прогноза и учета вредителей и болезней культурных растений обеспечивают сокращение методов контроля численности фитофагов и патогенов, снижение ошибок учета, сокращение пестицидных обработок (Kleinzhenz et al., 1996).

В Италии разработаны две фенологические модели: MRV-CYDIA и MRV-CARPOCAPSA, которые используются для разработки защитных мероприятий против плодовой мушки (Michelatti, 2002).

В Украине разработана имитационная модель численности и вредоносности озимой совки, которая дает возможность прогнозировать фенологию развития посевов моркови, сахарной или столовой

свеклы и вредителя в зависимости от синоптических условий, количественных и качественных характеристик популяции совки (Кочерга, Дрозда, 2002).

Результаты моделирования развития *Cacopsylla puri* совпадают с результатами фенологических наблюдений за вредителем в садах Швейцарии и Италии в течение нескольких лет. Прогнозные фенологические таблицы жизнедеятельности листолюбивых можно использовать для усовершенствования системы наблюдений за ее размножением и для выбора оптимальных сроков проведения опрыскиваний (Schaub, at. el., 2005).

Вследствие разных внешних условий, соотношения начальной и конечной численности *Helioverpa armigera* не одинаковое, что влияет на точность прогноза. На основе параметров таблиц выживания построена стохастическая модель динамики популяции совки, которая помогает точнее прогнозировать ее численность (Gao Zeng-xiang, at. el., 2005).

В Швейцарии моделирование фенологии доминирующих вредителей плодовых культур - *Dysaphis plantaginea*, *Hoplocampa testudinea*, *Cydia pomonella*, *Grapholita lobarzewskii*, *Cacopsylla pyri*, *Rhagoletis cerasi*, *Anthonomus pomorum* and *Adoxophyes orana* - от биологии к принятию оптимальных решений с помощью компьютерной системы SOPRA используют как инструмент для прогнозирования (Samietz, 2007).

Цель работы - построить имитационную модель динамики численности имаго черно-

го сливового пилильщика, используя ежедневные метеоусловия за период от начала

набухания почек до окончания лета и показатели уловов клеевых ловушек.

Методика исследований

Метеорологические наблюдения проводили на метеопункте "Новоселки" Института садоводства УААН. Динамику лета имаго сливового пилильщика в 2002-2008 гг. изучали путем регулярных учетов с помощью клеевых ловушек, установленных на постоянных контрольных растениях (Шевчук, 2008). Статистический анализ полевых данных и массивов метеорологиче-

ской информации проводили стандартными методами с помощью программ Microsoft Excel и Statistica для Windows.

Многофакторную статистическую модель влияния метеорологических факторов на численность имаго черного сливового пилильщика в динамике получили в виде обратно-пропорциональных регрессионных уравнений.

Результаты исследований

В онтогенезе пилильщика нужно рассматривать начальный и максимальный периоды лета имаго. Эти два процесса характеризуются величиной прироста - возрастанием числа особей за период между учетами. В период начального заселения происходит увеличение численности отловленных насекомых, а для максимального - в основном снижение их количества, возможно к нулю. Границу между ними определяет возможный наибольший прирост количества насекомых за межучетный период, после перехода которого происходит его снижение. Отмечено, что каждый из этих процессов имеет как низкие, так и высокие уровни заселения. Величину численности определяют синоптические условия.

Прирост начального заселения колеблется от нуля к высокому, изменяясь в границах от низкого - 8.5 ± 0.8 к высокому - 29.6 ± 3.7 экз/учет. Уровень максимального заселения характеризуется снижением прироста и может составлять от 4.9 ± 2.9 до 15.1 ± 10.2 экз/учет. При начальном лете возможно колебание прироста, в среднем 10.9 ± 3.0 , тогда как при максимальном до $53.4 \pm 18.4\%$ между учетами.

На основе полученных результатов и их математической обработки определены закономерности между уровнями численности при начальном и максимальном лете пилильщика и погодными условиями. Определяющими показателями, влияющими на уровень начального заселения, являются среднесуточная температура воздуха, температура почвы, осадки; на уровень максимального заселения - средняя влажность воздуха, температура почвы, осадки. Введены

другие факторы, которые имели место, но не учитывались, например направление и сила ветра, солнечная инсоляция.

Важный аспект в прогнозировании численности пилильщика занимает определение критериев низкого и высокого уровней заселения для начального и максимального периодов лета. Основой их расчета служили определяющие погодные условия - суммы эффективных температур выше $5, 8, 10^{\circ}\text{C}$, и дополнительные показатели. Начало отсчета проводили от даты набухания почек. Суммы основных погодных факторов определяли на разных этапах онтогенеза пилильщика. Если в период начального лета, в среднем за декаду от даты набухания почек, сумма эффективных температур воздуха больше 5°C будет достигать 62.3°C , сумма эффективных температур почвы больше $8-21.2^{\circ}\text{C}$, а осадки будут в пределах 2.1 мм, то следует ожидать высокой численности пилильщика - 100 ± 18 особей; если эти величины, соответственно, будут составлять 37.3°C , 1.1°C и 1.0 мм, то показатели количества имаго будут не выше 25 ± 6 экз/учет (рис. 1А).

В период максимального лета (в среднем за две декады от начала набухания почек) при сумме эффективных температур почвы выше 8°C , равной 63.7°C , средней влажности воздуха 66.8% и осадках 4.0 мм плотность популяции пилильщика будет возрастать до 400 ± 123 особей. Если эти показатели будут ниже, соответственно 20.5°C , 50.1% , и 0.8 мм, то численность фитофага будет колебаться в пределах 60 ± 14 экз/учет (рис. 1Б).

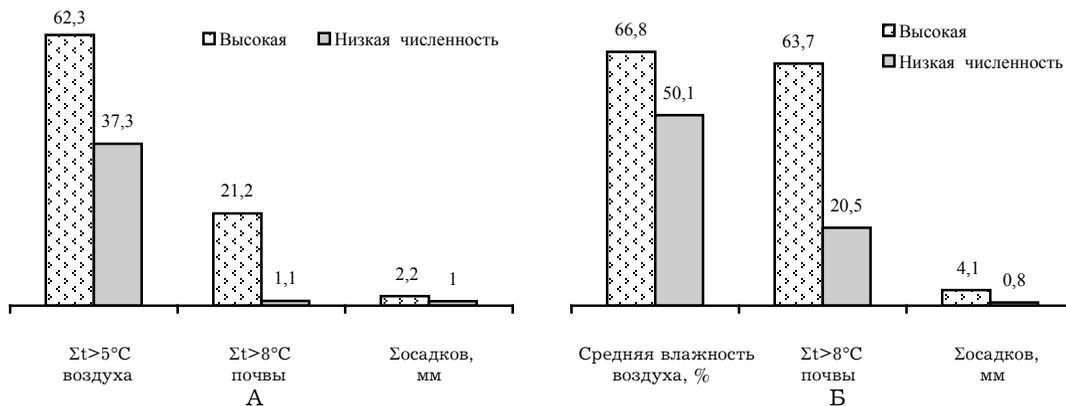


Рис. 1. Прогнозная численность имаго черного сливового пилильщика в зависимости от факторов погоды (суммы эффективных температур, влажности воздуха и осадков)

А - в период начала лета высокая численность - 100 ± 18 и низкая 25.6 ± 6 экз/учет,

Б - в пик лета высокая численность - 400 ± 123 и низкая - 60 ± 14 экз/учет

На основании уравнений регрессии построены диаграммы, по которым можно проводить краткосрочный прогноз численности пилильщика (D, экз/учет) и в динамике. Для периода начального лета

$$D_p = 431.61 - 2611.5 : t_c + 60.1 : d - 1046.9 : t_g \text{ экз/учет (R=0.966).} \quad (1)$$

В период пика лета

$$D_m = 1 : (0.4290 + 0.0330d - 0.0087W_c + 0.0048t_g) \text{ экз/учет (R=0.972),} \quad (2)$$

где t_c - среднесуточная температура воздуха, °C; t_g - температура почвы, °C; d - осадки, мм; t_g - температура почвы, °C; W_c - средняя влажность воздуха, %.

Как видно из уравнений, численность фитофага имеет обратно пропорциональную зависимость от погодных условий. Причем для начального периода лета (1) наличие каждого фактора на минимальном уровне обязательно, он не может быть заменен другим, тогда как при максимальном (2) - проявляется их взаимодействие, возможна частичная компенсация одного предпочтительного другим.

По представленным в таблице 1 данным видно, что среднесуточная температура воздуха и температура почвы в начальный период лета вредителя являются определяющими условиями, их коэффициенты корреляции, соответственно, составляют 0.757 и 0.644, а их доля среди

факторов составляет, соответственно, 23% и 16%, что говорит о дефиците тепла в этот период. При возрастании температуры возможно повышение уровня заселения сливы пилильщиком.

Таблица 1. Коэффициенты корреляции между синоптическими условиями и численностью пилильщика

Периоды лета	Коэффициенты корреляции			
	t_c	d	t_g	W_c
Начальный	0.766	0.396	0.644	-
Максимальный	-	0.541	0.434	0.629

Осадки оказывают меньшее влияние на развитие преимагинальной стадии. Их доля на уровне 49% показывает, что в этот период, если почва насыщена влагой еще с зимы, выпавшие осадки могут значительно переувлажнять ее. При этом понижается температура почвы, вследствие чего ингибируется развитие личиночной стадии. На долю других факторов приходится 12% варьирования численности вредителя.

На рисунке 2А можно видеть, что при среднесуточной температуре воздуха 8.7°C, осадках 2.5 мм и температуре почвы 8°C численность пилильщика будет составлять больше 20 экз/учет в период начала лета. При этой же температуре воздуха 8.7°C, но при уменьшении осадков до 0.5 мм и температуре почвы 8°C, численность увеличится до 120 экз/учет.

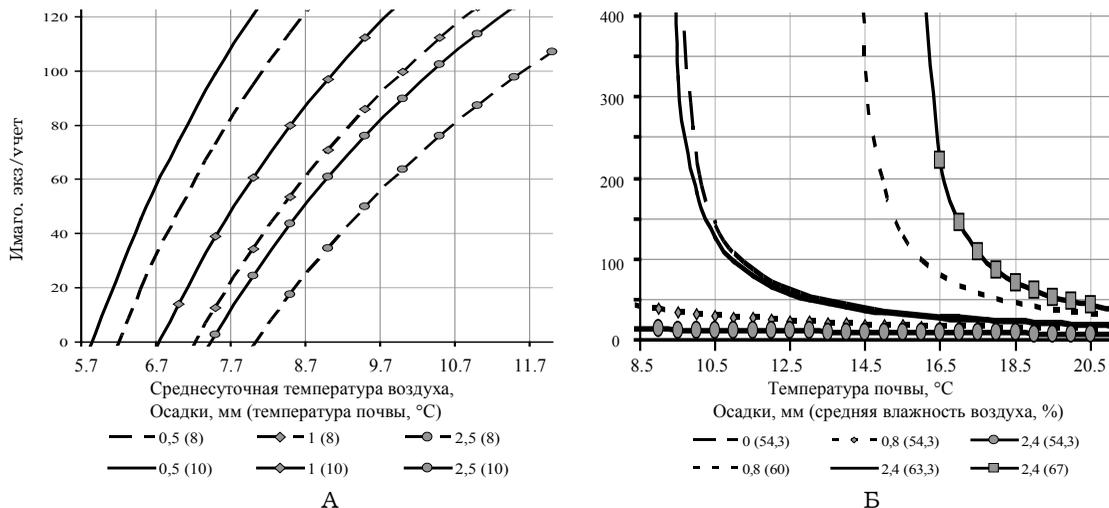


Рис. 2. Численность имаго черного сливового пилильщика в начальный (А) и период пика (Б) лета

В период максимального лета пилильщика при среднесуточной температуре воздуха выше 10°C ее роль резко снижается, температура почвы становится слабоинформативным показателем, но возрастает роль осадков и средней влаги, коэффициенты корреляции которых, соответственно, составляют 0.541 и 0.629 (табл. 1). Значительно возрастает взаимодействие погодных условий, особенно осадков и средней влажности, средней влажности и температуры почвы.

Рассматривая осадки и температуру почвы как отдельные показатели, следует отметить, что при их увеличении уровень заселения пилильщиком сливы снижается. Доли влияния этих факторов находятся в пределах 22 и 21% для осадков и температуры почвы, уменьшаясь до 17% при средней влажности. Повышение средней влажности воздуха приводит к увеличению численности пилильщика.

Влияние взаимодействия указанных погодных факторов в среднем составляет $10.6 \pm 0.7\%$, в сумме оценивается в 32%. На влияние прочих факторов, определяющих пик численности вредителя, приходится 8%.

На основании уравнения регрессии построена диаграмма, согласно которой можно прогнозировать плотность популяции сливового пилильщика. На рисунке 2Б видно, что при температуре почвы 12.5°C, осадках 2.4 мм и средней влажности 54.3% численность не будет превышать 20 экз/учет в период пика лета.

Приведенные диаграммы и графики являются прогностическими. На их основе можно не только прогнозировать численность имаго в разные периоды лета в зависимости от основных факторов погоды, но и провести в оптимальные сроки защитные мероприятия против пилильщика.

Выводы

В динамике лета черного сливового пилильщика различают два периода - начальный и максимальный, которые определяются уровнями прироста численности имаго между учетами.

Высокий или низкий уровень каждого периода определяется конкретным опти-

мумом среднесуточных температур воздуха и почвы, осадками и средней влажностью воздуха.

В период начального лета пилильщика необходимо наличие каждого из определяющих основных факторов на достаточном уровне, тогда как при макси-

мальном - дефицит одного из них может быть компенсирован другим фактором. Кроме теоретического, установленные закономерности имеют прикладное значение,

дают возможность не только прогнозировать плотность популяции фитофага, но и в оптимальные сроки провести защитные мероприятия против пилильщика.

Литература

Кочерга М.А., Дрозда В.Ф. Информационная модель прогноза численности и вредоносности озимой совки *Agrotis segetum* Siff. (Lepidoptera, Agrotinae) // Матер. XI между. симпозиума "Нетрадиционное растениеводство, энтология. Экология и здоровье", 9-16.06.02 г. Таврия-Симферополь, 2002, с. 89-92.

Спосіб моніторингу динаміки льоту чорного сливового пильщика. Пат. № 83755. Україна. A01M 5/00, A01G 1/00 Заявл. 27.12.2006р.; Опубл. 11.08.2008р., Бюлл. 15, 2008 р.

Gao Zeng-xiang, Xu Ru-Nei, Wu-Zi-Mang, Vang Van-Tao, Xue Zhi-Hua, Ding Van-Qin, Li Dian-Mo. Kunchong хуебао // *Acta entomol. sin.*, 2005, 48, 4, s. 568-575.

Kleinhenz B., Jörg E., Gutsche V., Kluge E., Rossberg D. PASO - computer-aided models for decision making in plant

protection // *EPPO Bulletin*, 1996, 26, 3-4, p. 461-468.

Michelatti G., Spanna F., Galliano A. et al. Validazione dei modelli previsti onalli ritardo variabive MRV-CYDIA e MRV-CARPOCAPSA per il controllo di *Cydia molesta* (Busck) e *Cydia pomonella* (L.) in areali frutticoli piemontesi // *Notiz. Protezione Piante*, 2002, 15, p. 277-284.

Samietz J., Graf B., Hohn H., Schaub L., Hopli H.U. Phenology modelling of major insect pests in fruit orchards from biological basics to decision support: the forecasting tool SOPRA // *Organisation Europ. et mediterraneene pour la protection des plantes*. Oxford, 2007, 37, 2, p. 255-260.

Schaub L., Graf B., Butturini A. Phenological model of pear psilla *Cacopsylla puri* // *Entomol. exp. et appl.*, 2005, 117, 2, p. 105-112.

SIMULATION MODEL OF POPULATION DYNAMICS OF *HOPLOCAMPA MINUTA* IMAGOS DEPENDING ON WEATHER FACTORS IN NORTHERN FOREST-STEPPE ZONE OF UKRAINE

I.V.Shevchuk, A.F.Denisyuk

A simulation model of pest population dynamics was developed on the base of synoptical conditions and assessment of *Hoplocampa minuta* Christ. population with use of glue traps. The model allows forecasting population density at the flight beginning and at the mass flight and choosing optimal term of insecticide application.

УДК 635.34(635.18)

ВЛИЯНИЕ ФИТОРЕГУЛЯТОРОВ, МАКРО- И МИКРОЭЛЕМЕНТОВ НА РОСТ, РАЗВИТИЕ И КАЧЕСТВО РАССАДЫ БЕЛОКОЧАННОЙ КАПУСТЫ**А.Д. Шишов, Ал.В. Матов***Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого
(Институт сельского хозяйства и природных ресурсов)*

Нами впервые изучено влияние нового хитозанового фиторегулятора хитофоса и защитно-стимулирующего биопрепарата агат-25К на рост и развитие рассады белокочанной капусты гибрида Колобок на фоне макро- и микроэлементов.

Фиторегуляторы хитофос (10 мг/л) и агат-25К (100 мг/л) применяли в оптимальных концентрациях путем обработки семян и рассады капусты в фазах 3-х и 5-и листьев. Макро- и микроэлементы вносили в почвогрунт при выращивании рассады.

В соответствии с рекомендациями (Аутко, 2001) для выращивания рассады использовали смесь: торф-перегной-полевая земля в соотношении 1:1:1, обогащенную макроэлементами (N, P, K, Mg) и микроэлементами (Mo, Co, Mn, Cu, Zn, Fe, B). Схема опыта выращивания рассады белокочанной капусты предусматривала следующие варианты:

1. Контроль (макро- и микроэлементы, МиМэ);

2. Хитофос (10 мг/л), обработка семян растений на фоне МиМэ;

3. Агат-25К (100 мг/л), обработка семян растений на фоне МиМэ.

Семена капусты в соответствии со схемой опыта замачивали в водных растворах фиторегуляторов в течение 6 часов, слегка подсушивали и высевали на рассаду. Часть растений в соответствии со схемой опыта в фазах 3-х и 5-и листьев двукратно опрыскивали фиторегуляторами согласно рекомендациям (Матевосян и др., 2006).

Контрольные (МиМэ) семена и растения обрабатывали водой. Для оценки влияния фиторегуляторов и МиМэ на рост и развитие рассады капусты прово-

дили биометрические и физиолого-биохимические исследования по общепринятым методикам (Матевосян и др., 2006).

Комплексная обработка семян и растений хитофосом или агатом-25К оказывала эффективное действие на рост, развитие и физиолого-биохимические показатели рассады белокочанной капусты (табл. 1 и 2).

Фиторегуляторы, стимулируя рост растений, способствовали утолщению стебля, активизировали образование листьев и развитие их ассимиляционной поверхности, увеличивали массу рассады. При этом наиболее существенное воздействие на рост и развитие рассады было отмечено в варианте с хитофосом на фоне МиМэ (табл. 1). Предпосевное замачивание семян в сочетании с двукратным опрыскиванием растений в фазе 3-х и 5-и листьев фиторегуляторами способствовало увеличению содержания в листьях сухих веществ, сахаров, аскорбиновой кислоты, нитратного азота, пигментов по сравнению с контролем (МиМэ) (табл. 2). Наиболее высокие значения биохимических показателей были отмечены в варианте с хитофосом на фоне МиМэ. В вариантах с использованием хитофоса и агата-25К на фоне МиМэ пораженность рассады капусты "черной ножкой" (возбудитель *Olpidium brassicae*) составила 9.1-11.3% при 28.3% в контроле (МиМэ).

Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что наиболее эффективное воздействие на рост и развитие рассады белокочанной капусты оказывает хитозановый фиторегулятор хитофос на фоне макро- и микроэлементов.

Таблица 1. Влияние фиторегуляторов на биометрические показатели рассады белокочанной капусты гибрида Колобок на фоне макро- и микроэлементов (2006-2008)

Варианты	Высота растений, см	Диаметр стебля, мм	Кол-во листьев, шт.	Площадь листьев, см ²	Масса надземной части, г
Контроль (МиМэ)	20.3	4.6	5.0	151.3	8.3
Хитофос	23.1	5.3	5.5	178.1	9.5
Агат-25К	22.2	5.1	5.2	167.4	9.1
НСР ₀₅	1.3	0.3	0.3	9.6	0.6

МиМэ - макро (N, P, K, Mg) - и микроэлементы (Mo, Co, Mn, Cu, Zn, Fe, B).

Таблица 2. Влияние фиторегуляторов на биохимические показатели рассады белокочанной капусты гибрида Колобок на фоне макро- и микроэлементов (2006-2008)

Варианты	Сухие вещества, %	Сахара, %	Аскорбиновая кислота, мг%	N-NO ₃ мг/кг	Пигменты				
					Хлорофилл			Каротиноиды	
				α	δ	α : δ	α+δ		
Контроль (МиМэ)	6.8	1.7	23.14	469.7	45.32	24.77	1.83	70.09	12.83
Хитофос	7.6	2.3	26.73	431.8	49.83	23.51	2.12	73.34	14.93
Агат-25К	7.4	2.2	26.19	461.3	48.71	23.42	2.08	72.13	14.32
НСР ₉₅	0.3	0.2	1.61	21.3	2.13	1.12	0.10	2.35	0.54

МиМэ - макро (N, P, K, Mg) - и микроэлементы (Mo, Co, Mn, Cu, Zn, Fe, B).

Показано, что применение фиторегуляторов хитофоса (10 мг/л) и агата-25К (100 мг/л) на фоне макро- (N, P, K, Mg) - и микроэлементы (Mo, Co, Mn, Cu, Zn, Fe, B) способствует получению высоко-

качественной рассады белокочанной капусты с хорошо развитой ассимиляционной поверхностью и повышенным содержанием сухих веществ, сахаров, аскорбиновой кислоты и пигментов.

Литература

Аутко А.А. Технология возделывания овощных культур. Мн., Красико-Принт, 2001, с. 51-62.
Матевосян Г.Л., Шишов А.Д. Эффективность

новых регуляторов роста и индукторов устойчивости при выращивании белокочанной капусты // Агрехимия, 2006, 8, с. 38-46.

УДК 633.11:581.1

ОСОБЕННОСТИ АЗОТНОГО ОБМЕНА ОБЛУЧЕННЫХ РАСТЕНИЙ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В СВЯЗИ С ПИТАНИЕМ ЗЛАКОВЫХ ТЛЕЙ

Н.Л. Жарина

Всероссийский НИИ защиты растений РАСХН, Санкт-Петербург

Растение для насекомых-фитофагов служит источником пластического и энергетического обеспечения. Наиболее чувствительными к изменениям азотного обмена в растениях являются тли. Общеизвестно, что увеличение нормы азотных удобрений способствует росту их численности. Приспособленность злаковых тлей к питанию на пшенице, выработанная в ходе сопряженной эволюции, зави-

сит от многих специфических для сорта показателей, в частности от темпов формирования органов и тканей, процессов синтеза, транспорта и резервирования питательных веществ на протяжении онтогенеза и, особенно, от биохимических особенностей растения.

Наиболее чувствительны тли к содержанию небелкового азота, к которому относятся азот амидов кислот, свободных

аминокислот и других аминов, неорганических азотсодержащих соединений (в т.ч. нитратов), нуклеиновых кислот, нуклеотидов, витаминов, алкалоидов и др. Соединения, содержащие небелковый азот, отличаются высокой метаболической активностью и являются "резервуаром" обмена, куда возвращаются продукты распада белков и откуда используется азот для их нового синтеза.

Возможные изменения в азотном обмене растений под действием ионизирующей радиации могут оказать существенное

влияние на развитие популяций тлей.

Целью настоящей работы явилась оценка изменения качества пищевого субстрата для злаковых тлей при облучении растений яровой пшеницы сорта Саратовская 29 на разных этапах органогенеза.

В период вегетативного роста пшеницы наибольшее количество общего азота содержится в листьях в период выхода в трубку (рис. 1). Причем доли белкового и небелкового азота практически равны (рис. 1Б).

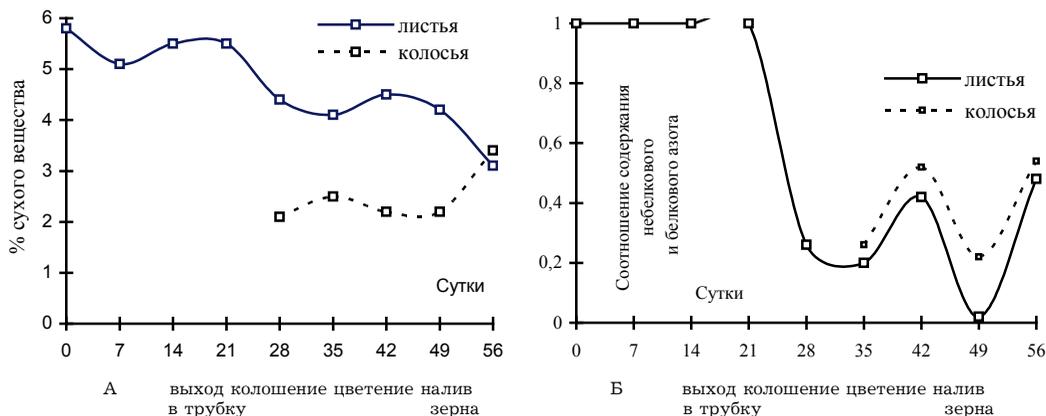


Рис. 1. Динамика содержания общего азота (А) и соотношения белкового и небелкового азота (Б) в растениях яровой пшеницы сорта Саратовская 29

Именно в этот период скорость роста популяции тлей максимальна, их численность увеличивается по экспоненциальному закону. С началом развития генеративных органов содержание общего азота в листьях значительно снижается, и особенно резко снижается доля небелкового азота. Скорость роста численности популяции в период от колосшения до молочной спелости значительно ниже, чем в фазу выхода в трубку, и имеет линейный характер. В период формирования зерна происходит активный отток азотных веществ из вегетативных органов в генеративные. Содержание общего азота в колосьях постепенно увеличивается. Количество небелкового азота в колосьях в это время также выше, чем в листьях. Одновременно с этим, в пределах одного растения наблюдается активная миграция злаковых тлей, особенно

большой злаковой, на генеративные органы, где насекомые продолжают питаться до наступления восковой спелости зерна.

Гамма-облучение пшеницы на IV этапе органогенеза существенно влияет на последующий азотный обмен в растениях. Во всех вариантах опыта наблюдалась активизация обменных процессов, в т.ч. процесса синтеза белка. Содержание общего азота в листьях через 7 суток увеличилось на 6.0-14.3% в зависимости от дозы облучения. Однако, уже через 14 суток содержание общего азота в листьях либо снижалось (дозы 15-35 Гр), либо не отличалось от контроля (доза 5 Гр). Максимальное подавление обменных процессов в облученных растениях наблюдалось через 21 день после воздействия гамма-радиации. Так, по сравнению с контролем, содержание общего азота снизилось в варианте 5 Гр на 9.8%, в ва-

рианте 15 Гр - на 17.2%, 25 Гр - на 28.8%, 35 Гр - на 24.5%.

В период генеративного развития растений (через 35 суток после облучения) в листьях наблюдается повышенное содержание азота, которое в процессе дальнейшего развития растений снизилось и через 56 суток после облучения не отличалось от контроля.

Содержание общего азота в колосьях не отличалось от контроля или незначительно превышало его. Сразу после облучения растений и в течение всего вегетативного роста доля небелкового азота в листьях была существенно ниже, чем в контроле (рис. 2). Максимальный ингибирующий эффект наблюдается в варианте 15 Гр через 14 суток после облучения - 70.9% относительно контроля. Полученные результаты позволяют предположить, что именно в период вегетативного роста в облученных растениях процессы синтеза белка происходят более интенсивно, чем в контрольных. Однако, с началом развития генеративных органов доля небелкового азота в листьях облученных растений резко возросла во всех вариантах опыта. Так, в варианте 5 Гр эффект составил 319.9%, 15 Гр - 369.3%, 25 Гр - 249.8%, 35 Гр - 198.6%.

В этот же период доля небелкового азота в развивающихся колосьях была ниже контрольного уровня в варианте 5 Гр на 49.1% (максимальный эффект), 15 Гр - на 5.1% (минимальный эффект), 25 Гр - на 36.7%. В варианте 35 Гр колосья не развивались.

Поскольку небелковый азот является основным источником питания для злаковых тлей, можно ожидать, что в результате облучения растений пшеницы на IV этапе органогенеза размножение тлей в период выхода растений в трубку будет несколько подавлено в связи со снижением пищевой ценности кормового растения. В фазы развития генеративных органов (колошение - цветение) питание тлей на облученных растениях может значительно стимулировать скорость роста их численности, особенно в случае облучения растений

дозой 15 Гр.

Облучение растений яровой пшеницы на VIII этапе органогенеза, который соответствует началу колошения, дозами 5 и 25 Гр также вызвало стимуляцию обменных процессов. Сразу после облучения содержание общего азота в листьях растений, облученных этими дозами, превышало контроль, соответственно, на 11.6 и 10.3%. В варианте 15 Гр в этот период развития растений отклонений от контроля в содержании общего азота в листьях облученных растений не наблюдалось. Анализ содержания общего азота в листьях в процессе дальнейшего развития растений во всех вариантах опыта не выявил достоверных отклонений от контроля.

Активизация обменных процессов после облучения растений на VIII этапе органогенеза характеризовалась, прежде всего, интенсивным распадом белков (рис. 2).

Доля небелкового азота в листьях облученных растений возросла через 7 суток очень значительно, особенно в варианте 15 Гр - на 228%. Активизация процессов распада белков в ходе дальнейшего развития растений сменилась его интенсивным синтезом и транспортировкой в развивающиеся колосья. Максимальный эффект снижения доли небелкового азота в листьях наблюдается в варианте 5 Гр - на 50.6%, а минимальный в варианте 15 Гр - на 6.2%. Доля белкового азота в колосе в этот период развития растений увеличилась минимально на 85.6% и максимально - на 271.8% в зависимости от дозы облучения.

С началом формирования зерна синтез белка в листьях облученных растений подавлялся, соответственно увеличивалась доля небелкового азота. Через 60 суток после облучения отклонений в азотном обмене растений не наблюдалось.

Таким образом, облучение растений яровой пшеницы дозами 5 и 15 Гр на VIII этапе органогенеза повышает их пищевую ценность для злаковых тлей и, следовательно, может способствовать более активному по сравнению с контролем росту численности их популяции.

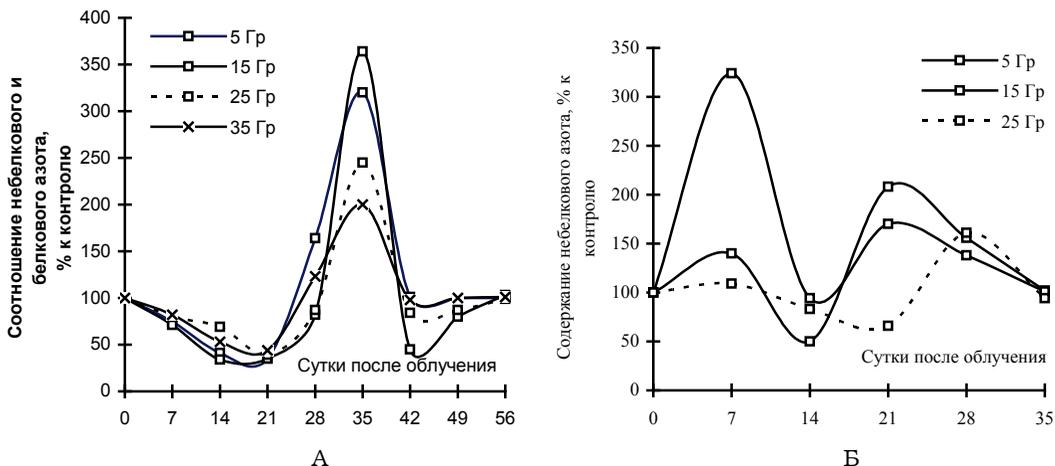


Рис. 2. Динамика соотношения небелкового и белкового азота (А, облучение на IV этапе) и содержания небелкового азота (Б, облучение на VIII этапе органогенеза) в листьях растений яровой пшеницы сорта Саратовская 29

Каких-либо нарушений азотного обмена в листьях растений, облученных на IX этапе органогенеза, не наблюдалось ни в одном варианте опыта. В колосьях облученных растений содержание общего азота через 7 суток превышало контроль на 8,2-16,6% в зависимости от дозы облучения. Однако, уже через 14 суток и в дальнейшем отклонений от контроля не наблюдалось. Увеличение содержания общего азота в колосьях сопровождалось снижением доли небелкового азота в вариантах 15 и 25 Гр и его незначительным увеличением (на 7 суток) в варианте 5 Гр.

Таким образом, можно предположить, что облучение растений в фазу цветения дозами 5, 15 и 25 Гр не окажет существенного влияния на пищевую ценность облученных растений яровой пшеницы для злаковых тлей.

Полученные результаты позволяют заключить, что ответная реакция расте-

ний на облучение зависит от этапа органогенеза, на котором проводилось воздействие, от направленности биохимических процессов, протекающих в этот момент. При облучении растений на разных этапах развития происходит изменение процессов и на более поздних этапах органогенеза. Наибольшие отклонения в содержании общего, белкового и небелкового азота наблюдаются при облучении растений яровой пшеницы на IV этапе органогенеза. Облучение растений на IV и VIII этапах дозами от 5 до 25 Гр будет способствовать увеличению скорости роста численности популяции злаковых тлей в период от конца выхода растений в трубку до начала формирования зерна, максимально при облучении растений дозой 15 Гр. Облучение растений пшеницы дозами от 5 до 25 Гр на IX этапе органогенеза существенного не влияет на пищевую ценность растений для вредителя.

УДК 632.52

АРЕАЛ И ЗОНА ВРЕДНОСТИ ОСОТА ШЕРОХОВАТОГО (ОСТРОГО) *SONCHUS ASPER* (L.) HILL. (СЕМЕЙСТВО АСТРОВЫЕ (СЛОЖНОЦВЕТНЫЕ) *ASTERACEAE* DUMORT.)

И.Н. Надточий*, И.А. Будревская**

*Всероссийский НИИ защиты растений РАСХН, Санкт-Петербург

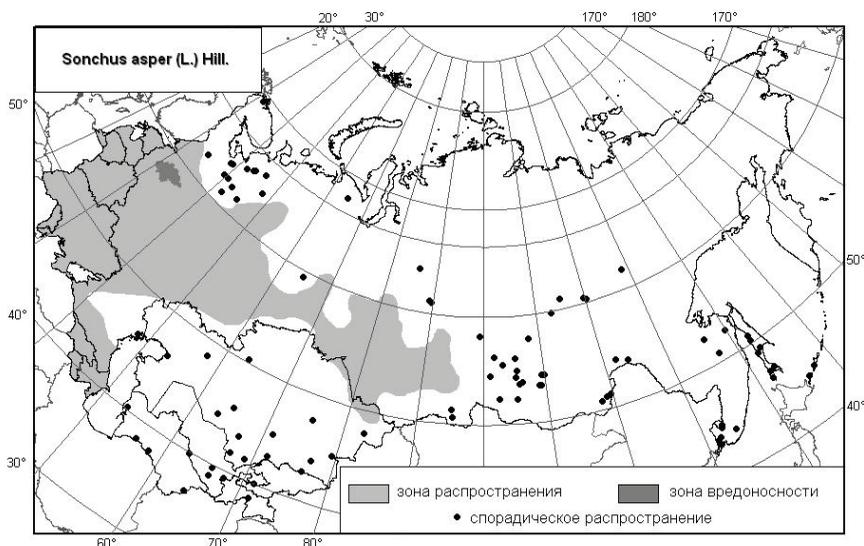
**Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, Санкт-Петербург

Осот шероховатый относится к группе однолетних растений. Размножается семенами, которые распространяются ветром. Семена сохраняют всхожесть даже после прохождения через желудочно-кишечный тракт животных, поэтому распространяются также с навозом. Одно растение осота шероховатого может дать до 5 тыс. семян, прорастающих с глубины 0.5-1 см. Всхожесть семян сорняка сохраняется в почве 4-5 лет (Мельничук, Ковалівська, 1972). Произрастает данный вид на рудеральных местах, отмечен как сорное в огородах, садах, реже в посевах пропашных культур и люцерны. Предпочитает плодородные влажные почвы (Никитин, 1983).

Распространен осот шероховатый

почти по всей Западной Европе, в Малой Азии, Иране, Афганистане, Гималаях, Монголии, Южной и Восточной Азии, Северной и Южной Америке, Австралии; на территории СНГ - почти по всей европейской части, Кавказу, Западной и Восточной Сибири, Дальнему Востоку (очень редко), Средней Азии (Флора ..., 1965).

Выделенный ареал подразделяется на зоны основного распространения, спорадического распространения и вредности. Зона вредности выделена по критериям встречаемости (50% полей, где этот вид обнаружен) и обилия, вырванного через проективное покрытие вида в посевах (свыше 15 % от общей площади посева) (Танский и др., 1998).



При составлении ареала распространения за основу была взята карта Hulthen E., Fries M. (1986). Исходный ареал расширен в европейской части на северо-восток по картографическим данным

"Флоры Северо-Востока европейской части СССР" (1977), в Сибири - на восток по данным карт Hulthen E., Fries M. (1986), "Флоры Сибири" (1997), литературным данным "Флоры Западной Сибири" (1949)

и карте пахотных земель. На Кавказе границы ареала подтверждаются А.И.Галушко (1980). Спорадическое распространение выделено по карте "Флоры Северо-Востока европейской части СССР" (1977), Hulthen E., Fries M. (1986), "Флоры Сибири" (1997), "Сосудистых растений советского Дальнего Востока" (1992), данным "Флоры Западной Сибири" (1949), "Определителя высших растений Коми" (1962), "Флоры центральной Сибири" (1979).

Зона вредоносности выделена по ли-

тературным данным. Критерием ее выделения является указание в литературе осота шероховатого, как имеющего в Новгородской области на озимых и яровых культурах обилие 3 балла (Каталог Мировой коллекции ВИР, 1982), в остальных же районах этот вид указывается как редкий в посевах, типично огородный сорняк ("Флора Западной Сибири", 1949; Попов, 1959; Мельничук, 1972; Каталог Мировой коллекции ВИР, 1989). При составлении зоны вредоносности использовалась карта пахотных земель.

Литература

- Галушко А.И. Флора Северного Кавказа, т. 4. Ростов, Ростовский университет, 1980, 352 с.
- Караваев М.Н. Конспект флоры Якутии. М.-Л., АН СССР, 1958, 192 с.
- Каталог Мировой коллекции ВИР. Сорно-полевые растения Нечерноземной зоны РСФСР, вып. 338. Ред. Коровина О.Н. Л., ВИР, 1982, 117 с.
- Каталог мировой коллекции ВИР. Сорно-полевые растения посевов хлопчатника в СССР (перечень и распространение), вып. 499. Ред. Агаев М.Г. Л., ВИР, 1989, 40 с.
- Мельничук О.С., Ковалівська Г.М. Атлас найбільш поширених бур'янів України. Київ, Урожай, 1972, 204 с.
- Определитель высших растений Коми. Ред. Толмачев А.И. М.-Л., АН СССР, Коми филиал, 1962, 360 с.
- Определитель растений Бурятии. Ред. Аненхонов О.А. и др. Улан-Удэ, Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, 2001, 672 с.
- Попов М.Г. Флора средней Сибири, т. 2. М.-Л., АН СССР, 1959, 920 с.
- Сосудистые растения советского Дальнего Востока, т. 6. Ред. Харкевич С.С. СПб., Наука, 1992, 250 с.
- Танский В.И., Левитин М.М., Ишкова Т.И., Кондратенко В.И. Фитосанитарная диагностика в интегрированной защите зерновых культур / /Сб. метод. рекомендаций по защ. раст., СПб, ВИЗР, 1998, с. 5-55.
- Флора Западной Сибири, вып. 11. Ред. Крылов П.Н. Томск, ТГУ и ботаническая секция Томского общества испытателей природы, 1949, 3094 с.
- Флора Ленинградской области, т. 4. Ред. Шишкин Б.К. Л., ЛГУ, 1965, 360 с.
- Флора Северо-Востока европейской части СССР, т. 4. Ред. Толмачев А.И. Л., Наука, Ленинградское отделение, 1977, 312 с.
- Флора Сибири, т. 13. Ред. Красноборов И.М. Новосибирск, Наука, 1997, 342 с.
- Флора центральной Сибири, т. 2. Ред. Малышев Л.И., Пешкова Г.А. Новосибирск, Наука, 1979, 1048 с.
- Hulthen E., Fries M. Atlas of North European Vascular Plants, North of the Tropik of cancer: In 3 v. Konigstein, 1986, v. 1-3, 1172 p.

Работа выполнена при поддержке гранта МНТЦ 2625.



К 75-ЛЕТИЮ МИХАИЛА СЕРГЕЕВИЧА СОКОЛОВА

В мае 2009 года исполнилось 75 лет академику Россельхозакадемии Михаилу Сергеевичу Соколову.

Окончив в 1958 году Московскую сельскохозяйственную академию им. К.А.Тимирязева, М.С.Соколов проработал три года главным агрономом колхоза. В 1961 г. поступил в аспирантуру МСХА, которую успешно закончил в 1964 году, защитив в 1965 г. диссертацию на степень кандидата наук.

В последующие 6 лет (1964-1970 гг.) он плодотворно трудился в Гос. НИИ гражданской авиации, во ВНИИ фитопатологии МСХ СССР, институте биохимии и физиологии микроорганизмов АН СССР. С 1970 по 1982 гг. руководил лабораторией миграции и метаболизма гербицидов Института агрохимии и почвоведения АН СССР.

Более 10 лет (1982-1992 гг.) он работал заместителем директора и директором Северо-Кавказского НИИ фитопатологии МСХ СССР. В этот период им выполнены значительные работы по экспериментальной фитопатологии, мониторингу и прогнозу ржавчинных болезней. При его активном участии указанный институт в 1992 году был преобразован во Всероссийский научно-исследовательский институт биологической защиты растений.

М.С.Соколов много сделал для становления этого института. В нелегкие «стартовые» годы деятельности ВНИИБЗР, когда реализовывалась задача изменения тематики исследований, М.С.Соколов оказал определяющее влияние на превращение института в один из ведущих научных центров РФ по биологической защите растений.

Несмотря на известную мозаику учреждений, в которых проходила научная деятельность М.С.Соколова, его научные интересы всегда были ориентированы на решение ведущих задач фитосанитарной науки, прежде всего на разработку ключевых проблем экологизации защиты растений.

Уже в начальный период своей научной деятельности, выполняя многолетний цикл исследований гербицидов, основное внимание он уделял всестороннему изучению вопросов, связанных с проблемой загрязнения почв остатками пестицидов, их миграции и деградации в почвах, выявлению путей предотвращения накопления токсичных ксенобиотиков в почвах, проведению экотоксикологического мониторинга в агроландшафтах, изучению возможного влияния пестицидов на полезные организмы и т.п. Получили известность его исследования по применению гербицидов в рисоводстве и в целом в плавневой зоне, использованию гербицидов при мало- и ультрамалобъемном опрыскивании и др.

При формировании направлений научного поиска во ВНИИ биологиче-

ской защиты растений по его инициативе в программе НИР были выделены приоритеты исследований по разработке биологизированной защиты растений, вскрытию механизмов природной биорегуляции в агроэкосистемах, изысканию и использованию эффективных энтомофагов, созданию новых фитосанитарных биопрепаратов и др.

В последнее десятилетие он активно продолжает развивать исследования по актуальным проблемам экотоксикологии пестицидов, содействует развитию исследований в России по экологической оценке и биобезопасности трансгенных растений. Ряд лет он участвовал в реализации Международной программы ЮНЕСКО «Человек и биосфера».

Его широкая научная эрудиция и значительный личный вклад в развитие ряда крупных научных проблем отечественной фитосанитарии были по достоинству оценены, в 1997 году он избран действительным членом Россельхозакадемии.

М.С.Соколовым опубликовано более 400 научных работ, в том числе несколько крупных монографий, создана научная школа, которую представляют подготовленные им 7 кандидатов и 3 доктора наук. Он ведет обширную научно-общественную работу, являясь заместителем главного редактора научно-производственного журнала "Агро XXI", заместителем главного редактора журнала "Агрохимия" РАН, членом редсовета журнала "Вестник защиты растений". Много лет он - неизменный активный член бюро Отделения защиты растений Россельхозакадемии, проводит очень ответственную работу по рецензированию годовых отчетов и планов исследований НИУ, в частности ВИЗР.

М.С.Соколов - участник многих международных и российских съездов, научных конференций по защите растений.

Поздравляем Михаила Сергеевича с большой юбилейной датой, желаем ему сохранения стабильного здоровья, творческих сил и оптимизма.

*В.А.Захаренко, В.А.Павлюшин,
К.В.Новожиллов, М.М.Левитин,
В.И.Долженко*



К 60-ЛЕТИЮ НАТАЛЬИ НИКОЛАЕВНЫ ЛУНЕВОЙ

Н.Н.Лунева родилась 26 августа 1949 г. в г. Баку. В 1966 г. окончила школу и поступила в Ленинградский педагогический институт им. А.И.Герцена на факультет естествознания по специальности биология и химия. После окончания института в 1971-1973 гг. работала в школе учителем биологии. Затем поступила во Всероссийский институт растениеводства им. Н.И.Вавилова на должность старшего лаборанта в отдел систематики, гербария и сорных растений. Здесь ей посчастливилось работать и перенимать опыт у выдающегося ботаника-сорняковеда В.В.Никитина. После реорганизации структуры отдела Наталью Николаевну перевели в группу, изучающую дикорастущие родичи культурных растений. В 1978 г. поступает в целевую аспирантуру в отдел высших растений Ботанического института РАН под руководство одного из ведущих ботаников России Р.В.Камелина. В 1983 г. она возвращается в ВИР младшим научным сотрудником в отдел популяционной ботаники и в 1985 г. защищает кандидатскую диссертацию.

Много сил Н.Н.Луневой отдано пополнению гербарной коллекции ВИР, в т.ч. и сорных растений. Совместно с Т.Н.Ульяновой, известным ботаником-сорняковедом, Наталья Николаевна участвовала во многих экспедициях по изучению распространения видов сорных растений: в Приморский край, на Сахалин и Чукотку, Северный Кавказ, Псковскую область. Свои ботанические знания она пополнила во время командировок в США и Шотландию. Под ее руководством была создана компьютерная база данных "Гербарий ВИР".

В 1999 г. Н.Н.Лунева поступила в ВИЗР, где она работает по настоящее время руководителем лаборатории гербологии. Ею в короткий срок обновлена методология оптимизации фитосанитарного мониторинга сорной растительности, объединившая разработанные ею методы изучения сорняков. Активная жизненная позиция, трудолюбие и организаторские способности позволили ей существенно активизировать работу коллектива лаборатории, привлечь к сотрудничеству ряд ботанических кафедр и областных станций защиты растений. Сотрудниками и аспирантами лаборатории выполнен большой объем полевых обследований засоренности посевов с.-х. культур в Северо-Западном регионе, в Центральной черноземной зоне, Южном Зауралье, Забайкалье. Упомянутая база данных существенно пополнена, в ВИЗР создана гербарная коллекция (около 5000 образцов), составлено свыше 200 карт распространения видов сорняков, разрабатывается электронный определитель сорных растений.

Н.Н.Лунева ведет активную работу по подготовке квалифицированных кадров в области гербологии. Ею опубликовано более 100 научных работ.

Желаем Вам, Наталья Николаевна, подольше сохранить жизненный задор, энтузиазм в науке, любовь к путешествиям, поэзии, пейзажному искусству. Крепкого Вам здоровья и дальнейших творческих успехов!

Коллектив ВИЗР

Содержание

АКТУАЛЬНОСТЬ РАДИКАЛЬНОГО УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПОЧВ РОССИИ <i>М.С.Соколов, Ю.Л.Дорожных, А.И.Марченко</i>	3
К ВОПРОСУ О ПОСЛЕДЕЙСТВИИ СУЛЬФОНИЛМОЧЕВИНОВЫХ ГЕРБИЦИДОВ В ПОЧВАХ РФ И ПУТИ СНИЖЕНИЯ ИХ ОТРИЦАТЕЛЬНОГО ДЕЙСТВИЯ НА КУЛЬТУРНЫЕ РАСТЕНИЯ. <i>Ю.Я.Спиридонов</i>	10
ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ОЦЕНКЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ ПЕСТИЦИДОВ ДЛЯ ПОЧВ АГРОБИОЦЕНОЗОВ <i>Н.Н.Семенова, К.В.Новожилов, С.А.Волгарев</i>	20
ИДЕНТИФИКАЦИЯ ГЕНОВ УСТОЙЧИВОСТИ К БУРОЙ РЖАВЧИНЕ У СОРТОВ ПШЕНИЦЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОЛЕКУЛЯРНЫХ МАРКЕРОВ <i>Е.И.Гультяева, Г.В.Волкова</i>	32
ФУЗАРИОЗ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР НА ВОЛОСОВСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ СОРТОУЧАСТКЕ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ <i>О.П.Гаврилова, Т.Ю.Гагжаева, А.А.Буркин, Г.П.Кононенко</i>	37
РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ КУКУРУЗЫ К СТЕБЛЕВОМУ МОТЫЛЬКУ И ГРИБНЫМ БОЛЕЗНЯМ В ПРИАМУРЬЕ <i>М.А.Макарова, А.А.Шевцова, И.Ю.Меньшенина</i>	44
НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ДИНАМИКИ СОРНОЙ ФЛОРЫ ПАШЕННЫХ СООБЩЕСТВ. <i>Т.П.Садохина, Н.А.Коротких</i>	48
МИКОБИОТА МАКА И ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МИКРОМИЦЕТОВ ДЛЯ БОРЬБЫ С НИМ <i>Е.Л.Гасич, А.О.Берестецкий, Л.Б.Хлопунова, И.В.Бильдер, А.П.Дмитриев</i>	54
ДИНАМИКА СООБЩЕСТВА СОРНЫХ РАСТЕНИЙ В ПОСЕВЕ ЯЧМЕНЯ ПОД ВЛИЯНИЕМ ДЛИТЕЛЬНОГО ПРИМЕНЕНИЯ ГЕРБИЦИДА ЛАРЕН <i>Т.Д.Соколова, Н.Н.Лулева</i>	64
ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ДИНАМИКИ ЧИСЛЕННОСТИ ИМАГО ЧЕРНОГО СЛИВОВОГО ПИЛИЛЬЩИКА (НОРЛОСАМРА MINUTA CHRIST.) В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПОГОДНЫХ ФАКТОРОВ В ЗОНЕ СЕВЕРНОЙ ЛЕСОСТЕПИ УКРАИНЫ <i>И.В.Шевчук, А.Ф.Денисюк</i>	67
<u>Краткие сообщения</u>	
ВЛИЯНИЕ ФИТОРЕГУЛЯТОРОВ, МАКРО- И МИКРОЭЛЕМЕНТОВ НА РОСТ, РАЗВИТИЕ И КАЧЕСТВО РАССАДЫ БЕЛОКОЧАННОЙ КАПУСТЫ <i>А.Д.Шишов, Ал.В.Матов</i>	72
ОСОБЕННОСТИ АЗОТНОГО ОБМЕНА ОБЛУЧЕННЫХ РАСТЕНИЙ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В СВЯЗИ С ПИТАНИЕМ ЗЛАКОВЫХ ТЛЕЙ. <i>Н.Л.Жарина</i>	73
АРЕАЛ И ЗОНА ВРЕДНОСТИ ОСОТА ШЕРОХОВАТОГО (ОСТРОГО) SONCHUS ASPER (L.) HILL. (СЕМЕЙСТВО АСТРОВЫЕ (СЛОЖНОЦВЕТНЫЕ) ASTERACEAE DUMORT.). <i>И.Н.Надточий, И.А.Будревская</i>	77
<u>Хроника</u>	
К 75-ЛЕТИЮ МИХАИЛА СЕРГЕЕВИЧА СОКОЛОВА	79
К 60-ЛЕТИЮ НАТАЛЬИ НИКОЛАЕВНЫ ЛУНЕВОЙ	81

Contents

URGENCY OF RADICAL IMPROVEMENT OF RUSSIAN SOILS QUALITY <i>M.S.Sokolov, Yu.L.Dorodnykh, A.I.Marchenko</i>	3
TO THE QUESTION ON SULFONYL-UREAL HERBICIDES AFTEREFFECT IN RUSSIAN SOILS AND THE WAY OF DECREASE OF THEIR NEGATIVE ACTION ON CULTURAL PLANTS. <i>Yu.Ya.Spiridonov</i>	10
SIMULATION MODELING FOR THE ENVIRONMENTAL RISK ASSESSMENT OF PESTICIDES FOR AGRICULTURAL SOILS <i>N.N.Semenova, K.V.Novozhilov, S.A.Volgarev</i>	20
IDENTIFICATION OF GENES OF WHEAT GRADES RESISTANCE TO THE BROWN RUST WITH USE OF MOLECULAR MARKERS. <i>E.I.Gulyaeva, G.V.Volkova</i>	32
FUSARIUM HEAD BLIGHT OF SMALL GRAIN CEREALS HARVESTED IN VOLOSOVO STATE EXPERIMENTAL STATION <i>O.P.Gavrilova, T.Yu.Gagkaeva, A.A.Burkin, G.P.Kononenko</i>	37
RESISTANCE OF THE MAIZE GENE POOL TO THE EUROPEAN CORN BORER AND OTHER HARMFUL ORGANISMS IN AMUR REGION <i>M.A.Makarova, A.A.Shevtsov, I.Yu.Menshenina</i>	44
SOME FEATURES OF WEED FLORA DYNAMICS IN AGRICULTURAL LANDS <i>T.P.Sadokhina, N.A.Korotkikh</i>	48
MYCOBIOTA OF PAPAVER SOMNIFERUM AND POSSIBILITIES OF ITS CONTROL WITH PATHOGENIC FUNGI <i>E.L.Gasich, A.O.Berestetskiy, I.V.Bilder, L.B.Khlopunova, A.P.Dmitriev</i>	54
WEED FLORA DYNAMICS IN BARLEY CROPS UNDER THE INFLUENCE OF LONG-TERM APPLICATION OF HERBICIDE LAREN. <i>T.D.Sokolova, N.N.Luneva</i>	64
SIMULATION MODEL OF POPULATION DYNAMICS OF <i>HOPLOCAMPA MINUTA</i> IMAGOS DEPENDING ON WEATHER FACTORS IN NORTHERN FOREST-STEPPE ZONE OF UKRAINE. <i>I.V.Shevchuk, A.F.Denisyuk</i>	67
<u>Brief Reports</u>	
THE INFLUENCE OF PHYTOREGULATORS, MACRO- AND MICROELEMENTS ON GROWTH, DEVELOPMENT AND QUALITY OF WHITE CABBAGE SPROUTS <i>A.D.Shishov, A.V.Matov</i>	72
FEATURES OF THE NITROGEN INTERCHANGE OF SPRING WHEAT PLANTS IRRADIATED AT DIFFERENT ORGANOGENY STAGES. <i>N.L.Zharina</i>	73
AREA AND ZONE OF HARMFULNESS OF THE SOW-THISTLE <i>SONCHUS ASPER</i> (L.) HILL. (ASTERACEAE). <i>I.N.Nadtochii, I.A.Budrevskaya</i>	77
<u>Chronicle</u>	
TO THE 75 TH BIRTHDAY ANNIVERSARY OF MIKHAIL SERGEEVICH SOKOLOV	79
TO THE 60 TH BIRTHDAY ANNIVERSARY OF NATALIA NIKOLAEVNA LUNEVA	81

ISSN 1727-1320

Научное издание. RIZO-печать
ИННОВАЦИОННЫЙ ЦЕНТР ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

Лицензия ПЛД № 69-253. Подписано к печати 20 августа 2009 г., тир. 550 экз.

Информация для авторов

В "Вестнике защиты растений" публикуются результаты оригинальных исследований, теоретические обзоры, прикладные работы, дискуссии и рецензии работ по биологическим проблемам, имеющим отношение к защите растений.

Журнал пропагандирует современные методы защиты растений, включая методы создания устойчивых сортов растений и патогенных форм биосредств борьбы с

вредными объектами; фитосанитарный мониторинг агроэкосистем, их агробиоценологическую диагностику и моделирование идущих в них процессов; технологию, экономику и экологическую безопасность применения средств защиты растений.

Фиксированные разделы журнала: 1) полные статьи, 2) краткие сообщения, 3) дискуссия, 4) хроника.

Требования к оформлению рукописи

1. Рукопись объемом до 24 страниц формата А4 представляется в виде документа Microsoft Word (версии до 2007 включительно) в качестве приложения к письму по адресу vestnik@icr.ru, либо на компьютерных носителях (дискеты, CD, устройства флеш-памяти). Одновременно редакции должен быть выслан один экземпляр распечатки рукописи, подписанный всеми ее авторами. Использовать только стиль "Обычный". Размер шрифта рукописи 12 пунктов, в таблицах, подписях к рисункам и списке литературы - 9 пунктов. Межстрочный интервал - одинарный. Ориентация страницы "книжная".

(К сведению: печатное поле страницы журнала 52 строки длиной до 80 знаков, размер шрифта 10 пунктов).

2. В 1-м абзаце должно быть указано название статьи (1-3 строки), во 2-м - инициалы и фамилии авторов, в 3-м - наименование и электронный адрес организации, город, страна, в 4-м размещается аннотация объемом до 10 строк, в 5-м - ключевые слова. В качестве таковых желательно использовать термины помимо слов заголовка статьи.

В конце рукописи дается резюме на английском языке, включающее название статьи, фамилии авторов, наименования организации, города и страны, электронный адрес, текст объемом до 10 строк, до 5 ключевых слов. (При отсутствии перевода редакция переводит текст самостоятельно).

3. Рисунки, фотографии, подписи к ним, таблицы печатают в тексте. Обычный размер черно-белого рисунка 5×7 см, таблицы - 7.1 либо 14.7 см.

4. Латинские названия видов приводят полностью при первом их упоминании в

тексте с указанием автора вида, повторно -

в сокращенной форме. Придерживаться современной номенклатуры.

5. Дробная часть числа отделяется точкой.

6. Примерный план статьи: краткое вступление, методика исследований, результаты исследований, их обсуждение или выводы, литература. В кратком сообщении выделение разделов необязательно.

7. При ссылках на литературу в тексте указывают фамилию автора статьи и год издания, например, И.И.Иванов (1995), (Иванов, Петров, 1995) или в случае более двух авторов (Иванов и др., 1995,2000), (Ivanov et al., 1995,2000).

8. В списке литературы приводят только цитируемые в статье работы в алфавитном порядке (сначала на кириллице, затем - на латинице) с указанием фамилии автора, его инициалов, названия книги или статьи, названия журнала, года, тома (арабскими

цифрами), № или выпуска, страниц (через запятые). Для книг указывается издательство. Например: Иванов И.И. Название статьи // Название журнала, 1995, 47, 5, с. 20-32; Иванов И.И. Название книги. М., Наука, 1995, 50 с.

9. После резюме приводятся ученые степень и звание авторов, должность, почтовый адрес, тел/факс (личные e-mail).

10. При необходимости прилагаются разрешительные документы организации.

11. Авторы гарантируют, что ранее рукопись не публиковалась.

12. Заверенные персональные рукописи аспирантов публикуются в первую очередь.

13. Плата за публикацию не взимается. Рукописи статей не возвращаются.

14. Первому автору высылается 5 оттисков.

Сайт журнала - <http://vestnikicr.ru>