

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ НАУК  
ВСЕРОССИЙСКИЙ ИНСТИТУТ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

ISSN 1727-1320

# ВЕСТНИК ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

---

PLANT PROTECTION NEWS

4

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,<br>Центр "Биоинженерия" РАН              |
| А.А.Макаров - к.с.-х.н., ВНИИФ            | М.С.Соколов - академик РАСХН, РВК ООО<br>"Биоформатек", зам. ген. директора |
| В.Н.Мороховец - к.б.н., ДВНИИЗР           | С.В.Сорока - к.с.-х.н., Белоруссия  |
| В.Д.Надыкта - академик РАСХН,<br>ВНИИБЗР  | Д.Шпаар - д.б.н., профессор,<br>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.Тютерев - д.б.н., проф.        |

## Редакция

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

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

E-mail: vizrspb@mail333.com

vestnik@iczr.ru

УДК 632:574

## **АГРОЭКОСИСТЕМНЫЙ ПОДХОД В РЕШЕНИИ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ПРОБЛЕМ ПО ЗАЩИТЕ РАСТЕНИЙ (К 80-летию ВИЗР)**

**В.А. Павлюшин***Всероссийский НИИ защиты растений, Санкт-Петербург*

В историческом плане изложены основные фитосанитарные концепции, разработанные учеными ВИЗР, ответственными за научное обеспечение отрасли защиты растений в СССР и современной России. Охарактеризованы традиционно развиваемые исследования по 5 классическим направлениям фитосанитарии и современная концепция, направленная на долгосрочную стабилизацию фитосанитарного состояния агроэкосистем на основе механизмов саморегуляции, мониторинга, использования малоопасных пестицидов и устойчивых сортов. На пороге 80-летия ВИЗР и предстоящего перехода к фитосанитарному проектированию агроэкосистем обозначены принципы и задачи максимального использования методов и приемов регулирования взаимодействия растений-продуцентов и консументов всех порядков в агробиоценозах, агроэкосистемах и агроландшафтных экосистемах. Комплекс указанных задач ученым ВИЗР и дружественных институтов - ВНИИФ, ВНИИБЗР, ДВНИИЗР - предстоит решать в рамках новой ОНТП РАСХН (2011-2015 гг.) по реализации современной фитосанитарной концепции.

В 2009 году Всероссийскому научно-исследовательскому институту защиты растений (ВИЗР) исполнилось 80 лет. В 1929 г. при организации Всесоюзной академии сельскохозяйственных наук ВИЗР был в числе первых ее институтов, что подчеркивает особую значимость фитосанитарии в развитии сельского хозяйства страны. Именно коллектив ВИЗР взял на себя всю ответственность за научное обеспечение защиты растений, что, в конечном счете, к 70-м годам прошлого столетия позволило создать успешно работающую производственную службу защиты сельскохозяйственных культур в СССР.

Благодаря единству фундаментальных, прикладных и технологических подходов ученым ВИЗР удалось успешно решить целый ряд фитосанитарных проблем. В 1930-1950-е годы была осуществлена инвентаризация вредоносного состава на зерновых, плодово-ягодных и овощных культурах, что дало возможность завершить фитосанитарное районирование сельскохозяйственных угодий СССР. В последующем детальное изучение ржавчинных грибов на пшенице, фитофтороза и рака картофеля, корневых гнилей зерновых, анализ фитофагов и сорных растений создали основу для формирования ассортимента средств

защиты растений и функционирования системы Государственных испытаний пестицидов. Созданная в 1960-е годы широкая географическая сеть института и сейчас играет важнейшую роль в научно-производственной апробации зональных систем защиты сельскохозяйственных культур и оценке новых препаратов.

Будучи одним из основных исполнителей Государственных программ по защите растений, коллектив ВИЗР традиционно развивает исследования по пяти классическим направлениям фитосанитарии. Это, прежде всего, анализ вредоносного состава, фитосанитарный мониторинг и прогноз особо опасных видов. Динамично продвигается работа в области фито- и энтомоиммунитета; достигнуты в создании биологических средств защиты. Определяющее экономическое значение связано с химическими методами и средствами подавления вредоносной деятельности сорняков, возбудителей болезней и фитофагов. И, наконец, направление, в котором объединяются результаты вышеобозначенных разделов, в том числе технологии интегрированной защиты сельскохозяйственных культур и другие приемы и средства фитосанитарной оптимизации агробиоценозов.

В историческом разрезе по мере накопления знаний менялись фитосанитарные концепции, что определяющим образом подпитывалось развитием работ по классическим направлениям. Так, в 40-50-е годы прошлого столетия под руководством выдающихся ученых, профессоров В.Н.Щеголева, С.М.Тупеневича, А.В.Знаменского, Г.К.Пятницкого, И.М.Поякова и др. реализовывалась концепция создания ассортимента средств защиты растений и их комплексного применения. Важно отметить, что такая многоплановая работа базировалась на госслужбе учета и прогнозов вредоносного состава, осуществляемой ВИЗР и его разветвленной географической сетью.

В 1960-е и 1970-е годы научные школы ВИЗР совместно с Отделением защиты растений ВАСХНИЛ (Ю.Н.Фадеев) отчетливо обозначили новую концепцию и предложили принципы интегрированной защиты растений (К.В.Новожилов, доклад на Всесоюзном совещании по комплексным методам борьбы, Ленинград, 1972 г.). Особенностью этой концепции было не только приоритетное разностороннее использование новейших химических средств защиты, но важное место отводилось устойчивым сортам, средствам биологической защиты растений и другим приемам биологизации фитосанитарных технологий в условиях смены систем земледелия. Благодаря полученным новым знаниям в области биоценотической регуляции, иммунологии, генетической структуры популяций фитопатогенов, эндокринологии насекомых, индукции болезнеустойчивости, фито- и экотоксикологии углубилось понимание «интегрированной защиты» в части управления структурами популяций и подходов к регулированию численности вредоносных объектов в агробиоценозах. Безусловно, это было востребовано процессами интенсификации растениеводства в нашей стране в 80-е годы прошлого столетия.

Однако активное использование химических средств защиты, минеральных удобрений, нарастание промышленного техногенного загрязнения территорий, с

одной стороны, и необходимость технологического решения проблемы управления численностью вредителей, болезней и сорняков с другой, подвинуло ведущих ученых ВИЗР разработать новую концепцию фитосанитарной оптимизации агроэкосистем, которая была принята Всероссийским съездом по защите растений (Санкт-Петербург, 1995 г.) и положена в основу ОНТП РАСХН на последующие годы. Как было подчеркнуто (К.В.Новожилов, В.А.Павлюшин, 1999), основными особенностями обозначенной концепции являются достижение долгосрочной стабилизации фитосанитарного состояния агроэкосистем, активизация механизмов саморегуляции, фитосанитарный мониторинг агроландшафтов и севооборотов, использование малоопасных селективных пестицидов, повышение плотности энтомофагов, энтомопатогенов и микробов-антагонистов в агроценозах и, наконец, интенсивное использование устойчивых сортов. Поставлена задача максимального использования приемов и методов регулирования взаимодействий растений-продуцентов и консументов всех порядков в агробиоценозах, агроэкосистемах и агроландшафтных экосистемах. Именно совокупность всех трех указанных уровней составляет агробиоценотическую систему с единым планом консортивного строения. Речь идет о трех основных ценозообразующих блоках: флористического, блока фитофагов и блока паразитов и хищников фитофагов. Взаимодействие между блоками обозначено понятием «триотроф», что является главенствующим направлением фитопаразитоценологии (И.Д.Шапиро, Н.А.Вилкова, К.В.Новожилов, К.Е.Воронин).

Коллективу ВИЗР за последние 10 лет удалось осуществить ряд разработок в развитие действующей концепции и имеющих принципиальное значение для модернизации фитосанитарного блока в РФ. Под руководством ряда ученых ВИЗР (И.Я.Гричанов, А.Н.Фролов, М.И.Саулич, Н.Н.Лунева, А.П.Дмитриев и др.) продвинуты работы по фитосанитарному районированию страны: примени-

тельно к 720 вредоносным объектам с использованием ГИС-технологий уточнены ареалы и зоны вредоносности, что является основой для фитосанитарного мониторинга (и прогноза) за такими опасными видами как колорадский жук, фитофтороз картофеля, фузариоз колоса, луговой мотылек, вирусные и грибные поражения зерновых и др.

Дальнейший прогресс в этом направлении связан с более глубоким исследованием сезонной и многолетней динамики численности важнейших вредоносных объектов, выявлением предикторов, математическим моделированием и включением всего этого в компьютеризированные технологии фитосанитарного мониторинга. Именно в таком алгоритме осуществляются работы по кукурузному и луговому мотыльку в лаборатории фитосанитарной диагностики и прогнозов ВИЗР. Многолетняя проверка электронной аппаратуры при локальных прогнозах парши, фитофтороза и вредителей сада указывает на целесообразность использования таких технологий в филиалах «Россельхозцентра» МСХ.

Цикл исследований, проведенных под руководством А.Ф.Зубкова в последнее десятилетие, позволил углубить фитосанитарный агробиоценологический анализ севооборотных экосистем и оценить комплексную вредоносность сорняков, вредителей и болезней всех полевых культур на агробиоценологических стационарах в Каменной Степи (НИИСХ ЦЧП им. В.В.Докучаева) и МОС АФИ (С-З НЗ) (А.М.Шпанев, С.В.Голубев, В.Н.Жуков, О.Г.Гусева, Н.Л.Жарина, Т.Н.Жаворонкова и др.).

В исследованиях М.М.Левитина, О.С.Афанасенко, Н.А.Вилковой, Л.А.Михайловой, А.В.Конарева, Б.П.Асякина, Н.В.Мироненко, Л.А.Гуськовой и др. получили дальнейшее развитие теоретические и методические основы иммунитета растений. В области фито- и энтомоиммунитета сельскохозяйственных культур для оптимизации селекционного процесса по признакам устойчивости к вредителям и болезням на пшенице, кукурузе, ячмене, овсе, картофеле и овощных пополнены коллекции доноров и источников устойчивости,

предложены модели устойчивости сортов к фитофагам. Успешно осуществлено картирование генов устойчивости ячменя, пшеницы и ржи к грибным заболеваниям. Полнообъемно на сегодняшний день представлено научное обеспечение селекции ячменя на устойчивость к грибным пятнистостям.

В целом накопленные сведения в области фито- и энтомоиммунитета указывают на необходимость более тесного сотрудничества с селекцентрами страны, усиления работы по изучению экспрессии генов устойчивости сельскохозяйственных культур в онтогенезе, по разработке и использованию приемов рационального размещения устойчивых сортов в агроэкосистемах. Убедительные результаты в этом направлении получены КНИИСХ в Краснодарском крае на пшенице относительно бурой ржавчины и других грибных заболеваний.

В части биологической защиты сельскохозяйственных культур от болезней в руководимой нами лаборатории разработана значительная фундаментальная база, позволяющая создавать и использовать биопрепараты с полифункциональным типом действия на защищаемые растения и почвенный микробный ценоз. На основе микробов-антагонистов создано 5 биопрепаратов, из которых алирин-Б, алирин-С, гамаир предназначены для длительной регуляции популяции фитопатогенов, а хризомал и глоберин - для быстрого (оперативного) подавления возбудителей болезней. Получены новые знания функционального характера по инфекционной патологии насекомых-фитофагов (И.В.Исси, И.И.Новикова, И.В.Бойкова, Л.Г.Данилов, Ю.Д.Шенин, В.В.Долгих).

В последние годы не прекращалась апробация систем биологической защиты в закрытом грунте в НЗ, Северо-Западном регионе, Приморье и других областях (Н.А.Белякова, К.Е.Воронин, И.А.Белоусов). Такие энтомофаги как фитосейулюс, галлица, энкарзия, лизифлебус стали неотъемлемой частью системы защиты при выращивании овощей. Дальнейшее научно-производственное их

освоение должно быть направлено на более интенсивное использование природных ресурсов энтомофагов, энтомопатогенов и микробов-антагонистов, создание опытно-промышленных биотехнологических установок и привлечение инвесторов для производства биологических средств защиты. В связи с последним крайне важно оформление интеллектуальной собственности в виде патентов, товарных знаков, технологий производства и применения и создание опытных линий. Накопленный опыт Г.А.Наседкиной и ее коллег позволяет это сделать с учетом требований электронизации документооборота.

Химическая защита сельскохозяйственных культур является приоритетным направлением с позиции гарантированного сохранения урожая и оперативного функционирования производственной службы защиты растений. Стоит задача замены традиционных пестицидов на препараты нового поколения. Повышение селективности СЗР и снижения токсикологической нагрузки целесообразно осуществлять не только за счет новых препаративных форм уже известных действующих веществ, но и новых подходов, в частности в «препаративном» управлении химической коммуникацией членистоногих, коррекции гормонального обмена фитофагов и индукции устойчивости растений к болезням и вредителям.

Под руководством проф. С.Л.Тютерева получены новые знания о роли биологически активных веществ в индукции болезнеустойчивости растений и создана группа новых препаратов на основе хитозанов (хитозар-М, хитозар-Ф, хитозар АНН и др.), эффективных для защиты картофеля от фитофтороза, пшеницы от листовых пятнистостей и других заболеваний.

Ведущими учеными ВИЗР (К.В.Новожилов, В.И.Долженко, В.И.Танский, Г.И.Сухорученко, А.К.Лысов, А.А.Петунова, Н.Р.Гончаров и др.) завершены крупные разработки в области создания современных фитосанитарных технологий и систем защиты растений, полномасштабное использование которых мо-

жет дать значительный экономический эффект (до 2.3 млрд руб.) в растениеводстве нашей страны.

Применительно к важнейшим сельскохозяйственным культурам с учетом региональных особенностей усовершенствован ассортимент средств защиты растений по параметрам экологической безопасности; за счет подбора оптимальных препаративных форм токсикологическая нагрузка на 1 га сельскохозяйственных угодий снижена в 2 раза. С учетом последнего предложена новая система противосаранчовых мероприятий (утверждена НТС МСХ РФ, протокол № 12 от 11.03.2004 г.), система защиты кормовых культур (бобовые, злаковые травы, рапс, корнеплоды) в Нечерноземной зоне РФ (Санкт-Петербург, 2005 г.), а также технологии защиты семенного и продовольственного картофеля применительно к Северо-Западному региону РФ.

ВИЗР совместно с заводами (АОЗТ ВИСХОМ, ПЭМЗ-Москва) осуществляет исследования по модернизации опрыскивающей техники (А.К.Лысов). С использованием сепарации, электроразрядки и направленного потока капель на защищаемые растения созданы опытные и промышленные образцы новых опрыскивателей (ОСК-200, ОСЭ-1 и др.), которые позволяют снизить расход рабочей жидкости до 3-20 л/га.

Решение сложнейших задач по фитосанитарному оздоровлению агроэкосистем требует срочного усовершенствования нормативно-правовой базы в защите растений, освоения нового порядка государственных регистрационных испытаний СЗР и машинных технологий, активного инновационного освоения новых фитосанитарных технологий и более слаженной совместной деятельности НИУ РАСХН, РАН, фирм-производителей СЗР, МСХ, Россельхознадзора, базовых агрофирм и других ведомств.

Решение проблем фитосанитарного оздоровления современных агроэкосистем РФ, естественно, осложнилось длительным (около 15 лет) периодом фитосанитарной дестабилизации, возникшей в результате кризисных процессов в сель-

скохозяйственном производстве, приведших к изменениям систем землепользования во всех регионах страны. Произошло нарушение севооборотов, на значительных территориях увеличилась площадь бросовых земель, изменилась обработка почвы - все это кардинально повлияло на целостность агроэкосистем и привело к фитосанитарной дестабилизации. Более отчетливо проявляются доминантные вредоносные виды, на сегодняшний день их более 45. Обозначились новые экономически значимые объекты. Так, в трех регионах (ЦЧР, Краснодарский край и Северо-Западный регион) их количество увеличилось до 24. Важно отметить, что доминантные виды способны не только к массовым размножениям, но и к территориальному расселению посредством биологических инвазий в новые места обитания, что приводит к трансформации агроэкосистем и изменению видового состава консументов. Лабораторией микологии и фитопатологии (М.М.Левитин, А.П.Дмитриев, В.Г.Иващенко, Т.Ю.Гагкаева) выявлено значительное нарастание вредоносности фузариевых грибов и альтернариозов, приводящих к повышению уровня микотоксинов в зерне. В Астраханской области в 2008 году была потеряна большая часть урожая томатов из-за вириозов, микоплазмозов и бактериозов на овощных культурах. В ряде регионов по-прежнему 70-90% сельскохозяйственных угодий засорены сорняками. Лабораториями энтомологии и иммунитета, фитотоксикологии дан глубокий анализ трансформации агроэкосистем с фитосанитарными последствиями под воздействием таких супердоминантов, как колорадский жук и вредная черепашка (Н.А.Вилкова, Г.И.Сухорученко, С.Р.Фасулати и др.). Именно с использованием таких фитофагов удалось показать, что агроэкосистемы подвергаются глубокой ускоренной антропогенной трансформации, сопровождаемой глубокими фитосанитарными последствиями. Так, представители членистоногих отличаются выраженной реактивностью на события в агроэкосистемах благодаря высокой экологической

пластичности, адаптационному полиморфизму и другим особенностям, что приводит к формированию видов-доминантов и супердоминантов. Указанные явления, безусловно, приводят к возрастанию значимости защиты растений по целому ряду аспектов гарантированного сохранения урожая и экологической безопасности. В целом, современные фитосанитарные технологии должны поддерживать достаточное биоразнообразие и полезную часть паразитоценоза в агроэкосистемах и сдерживать процессы адаптивной микроэволюции в популяциях вредоносных объектов.

Понятно, решение таких сложных проблем на основе лишь упрощенного наращивания объемов защитных мероприятий чревато резким нарастанием уровня резистентности у вредителей, болезней и сорняков и, безусловно, усилением токсикологической нагрузки на сельскохозяйственные угодья с техногенными последствиями.

Очевидно, наряду с наращиванием и развитием «препаративного» направления потребуются более целенаправленная работа по использованию агроэкосистемных подходов. Более точно это можно выразить понятием «фитосанитарного проектирования агроэкосистем», под которым следует понимать такое устройство агроэкосистемы (совокупности агробиоценозов), при котором снижаются фитосанитарные риски. Требуется более глубокий количественный анализ фитосанитарных событий в агробиоценозах, что даст возможность управлять фитосанитарным состоянием сельскохозяйственных угодий и снизить энергозатраты. В технологическом отношении агроэкосистема, представляющая собой «севооборотную» площадь, будет являться модулем фитосанитарной оптимизации.

Накопленные многолетние материалы, характеризующие вредоносный состав, локальность популяций, наличие полезных популяций энтомофагов, энтомопатогенов и микробов-антагонистов в ценозах, взаимодействие энтомонаселения отдельных полей, устойчивые сорта, системы защитных мероприятий и другие

параметры составляют основу для нормативной базы фитосанитарного проектирования, в первую очередь типовых зональных агроэкосистем.

Фитосанитарное проектирование будет базироваться на мониторинге и прогнозе вредных и полезных видов с количественной регистрацией биотических механизмов регуляции в агроэкосистеме. Огромные возможности заложены в подборе устойчивых сортов и их рациональном размещении. Потребуется расчет упреждающих выпусков энтомофагов и микробных средств защиты с фиторегуляторной активностью для создания паразитоценозов. Достижение гарантированного защитного эффекта будет также обеспечиваться интегрированными системами защиты сельскохозяйственных культур. Усиление агроэкосистемных подходов в защите растений и само фитосанитарное проектирование повышают значимость агробиоценологических стационаров.

Очевидно в рамках новой ОНТП РАСХН (2011-2015 гг.) ученым ВИЗР

вместе с коллегами из ВНИИФ, ВНИИБЗР и ДВНИИЗР удастся реализовать современную фитосанитарную концепцию.

ВИЗР осуществляет также широкую и многогранную международную деятельность, активно занимается подготовкой кадров через аспирантуру и докторантуру института, ведет плодотворную работу по публикации научных материалов, издает подписной журнал "Вестник защиты растений" (четыре выпуска ежегодно), в целом более 20 наименований печатной продукции: книги, брошюры, методические рекомендации и др. по различным аспектам защиты растений.

Таким образом, вектор дальнейшего развития коллектива ВИЗР, находящегося на 80-летнем рубеже, определяется необходимостью осуществления глубоких фундаментальных исследований по защите растений с созданием технологий управления фитосанитарным состоянием агроэкосистем. Для этого созданы значительные заделы и имеются талантливые исследователи.

## AGROECOSYSTEM APPROACH IN THE PLANT PROTECTION MAIN PROBLEMS SOLVING

(To the 80<sup>th</sup> anniversary of the All-Russian Institute of Plant Protection, VIZR)

V.A.Pavlyushin

The basic phytosanitary concepts developed by VIZR scientists responsible for scientific maintenance of plant protection in the USSR and modern Russia are historically reviewed. Traditionally developed researches in five classical directions of phytosanitary are characterised, such as mechanisms of self-control, monitoring, use of low-hazard pesticides and resistant varieties, based on the modern concept directed on long-term stabilisation of phytosanitary situation in agroecosystems. On a threshold of 80<sup>th</sup> anniversary of the Institute and forthcoming transition to phytosanitary designing of agroecosystems (2011-2015) the principles and problems are designated for maximum use of regulation methods in interaction between plants and consuments in agrobiocenoses, agroecosystems and agrolandscape ecosystems.

УДК 632.913:574

## **ЭКОТОКСИКОЛОГИЯ В ФИТОСАНИТАРНОМ УПРАВЛЕНИИ АГРОЭКОСИСТЕМАМИ**

**В.А. Захаренко**

*Россельхозакадемия, Москва*

В статье рассмотрено развитие химической защиты растений в мире и России, роль отечественных ученых в становлении экотоксикологического направления в фитосанитарном управлении агроэкосистемами; особенности решения прикладных вопросов экотоксикологии за длительный период на уровне страны и в региональном аспекте. Обсуждено современное состояние экотоксикологии, ее организационные и законодательные аспекты.

В фитосанитарной науке развитие экотоксикологии связано, прежде всего, с освоением производства и широким использованием пестицидов начиная со середины прошлого столетия. Синтезируемые пестициды, применяемые с 1945 г., открыли новую эру защиты урожая от вредных организмов (вредители, возбудители болезней, сорные растения), новое направление интенсификации сельскохозяйственного производства. Этому способствовала высокая эффективность синтезированных хлорорганических инсектицидов (ДДТ, ГХЦГ и других), используемых в защите растений от вредителей, и гербицидов группы 2,4-Д и 2М-4Х - в защите посевов культурных растений от сорняков. Высокоэффективное подавление вредных организмов в результате применения химических средств защиты растений обеспечивало сокращение потерь урожая как минимум на 30%, существенную окупаемость затрат сельских товаропроизводителей на защитные мероприятия.

Открывалась большая перспектива для химической промышленности в производстве пестицидов, а для аграрного сектора - широкого использования. Химическое подавление вредных организмов относится к более чем 70 тыс. видов, из которых около 10% вызывают серьезные, экономически значимые потери (более трети потенциального урожая) (Pimentel, 1997). Привлекательность использования пестицидов непосредственно для фермеров была связана с экономической химического метода защиты растений, с относительно низкими ценами на

пестициды по сравнению с ценами на сохраняемую продукцию растениеводства, с высокой его рентабельностью. Каждый затраченный доллар обеспечивал доход в виде сохраняемого урожая на сумму 4.4 долл. в США, (Pimentel et al., 1993). На первом этапе эйфория успеха затенила опасность пестицидов, их токсичность для человека и объектов природы.

Экономические стимулы (значительная рентабельность и потенциал использования пестицидов) обусловили высокие темпы роста производства и интенсивного применения пестицидов в мире, особенно в высокоразвитых странах (США, Западной Европы, Японии). Динамика объемов применения пестицидов в мире (по существу с 1960-х годов) выражалась следующими данными в стоимостной оценке: в 1945 г. на сумму 0.1 млрд долл., в 1960 - 0.5; 1970 -2.4; 1980 -11.6; 1990 - 18.4; 2000 - 30.7 и 2008 г. - 52 млрд долл.

Однако, уже в первые годы практического освоения пестицидов было выявлено, что при недостаточной изученности влияния их на человека, полезную фауну и флору, отсутствии научно обоснованных регламентов использования химических средств защиты растений, общество несет большие и возрастающие с увеличением производства и использования пестицидов потери, вызванные опасностью проявления нежелательных эффектов по отношению к человеку и объектам природы.

Интенсивное использование пестицидов часто приводило к потере их эффективности. При подавлении целевых организмов ранее экономически незначимые

виды занимали в агроэкосистемах ниши подавленных видов вредных организмов и вызывали не меньшие потери. Возникла необходимость увеличения норм и кратности использования пестицидов. В результате возросла опасность пестицидов для человека, полезной фауны и флоры, а также загрязнения почвы, водных источников и т.д. Чувствительные виды при многократном воздействии одних и тех же пестицидов приобретали устойчивость. Требовалось сокращать объемы применения устаревших пестицидов, заменять их препаратами, обладающими новым механизмом действия и более высокой эффективностью.

Увеличение общих объемов применения пестицидов, связанного с расширением числа защищаемых культур и перечня вредных организмов, приводило к повышению пестицидной нагрузки в агроэкосистемах и др. Учащались чрезвычайные ситуации, связанные с отравлением работников на химических предприятиях, на транспорте и в сельском хозяйстве. Усилились риски косвенного отрицательного влияния на урожай (загрязнение его пестицидами), на потребителей продукции растениеводства, на полезную фауну и флору и на объекты окружающей среды (почва, вода и воздух).

Толчком к более глубокому изучению пестицидов в связи с возможными отрицательными эффектами, к пересмотру формирующейся идеологии массированного применения пестицидов послужило появление в США в 1962 г. книги Рэйчел Карсон "Безмолвная весна". В этой книге автор журналист-фармаколог описала пагубные последствия научно не обоснованного применения пестицидов. Публикации об опасности пестицидов появлялись и в России.

Следствием публикации явилось более глубокое осмысление проблем защиты растений мировым сообществом. Сложившиеся объективные условия для более разностороннего изучения пестицидов не только с позиций позитивного влияния на производство продукции растениеводства, но одновременно для вы-

явления возможных побочных отрицательных эффектов на человека, полезные организмы и среду их обитания. Создались предпосылки развития новых научных разделов в экотоксикологической науке, ориентированных на проведение мониторинга загрязнения пестицидами и другими средствами, используемыми в защите растений, а также на разработку мер упреждения и ликвидации нежелательных последствий, связанных с пестицидами. В нашей стране, как и за рубежом, потребовалось развитие исследований, направленных на многостороннее изучение свойств химикатов в связи с воздействием пестицидов с двумя взаимосвязанными ветвями: влияния на человека (санитарно-гигиеническая токсикология) и на экосистемы (экотоксикология). Для определения рациональных направлений и уровней химической защиты растений требовалась объективная оценка соотношения экономической выгоды и реальной опасности, связанной с пестицидами.

Указанные глобального масштаба проблемы химии пестицидов, изучение нежелательных побочных эффектов их использования в России получили развитие уже в первые годы практического применения пестицидов. Развитие отечественной экотоксикологии было связано с работами ведущих ученых нашей страны: член-корр. РАН Н.Н.Мельникова (ВНИИХСЗР) - в области изыскания и разработки технологий промышленного производства пестицидов; академика РАМН - Медведя (ВНИИГИНТОКС) - по вопросам гигиенической токсикологии пестицидов и академика ВАСХНИЛ (в настоящее время академик РАСХН) К.В.Новожилова (ВИЗР) - по аграрному направлению экотоксикологии.

По вопросам экотоксикологии в фитосанитарии академик К.В.Новожилов одним из первых на основе собственных исследований разработал теоретическое обоснование направлениям развития экологической энтомотоксикологии в СССР (в докторской диссертации, 1986 г.). Экотоксикологическое направление начало развиваться и в области фитопа-

тологии в части фунгицидов; в области гербологии - применительно к гербицидам.

Научные решения отечественных ученых нашли многостороннее приложение при обосновании и создании государственной системы экотоксикологического мониторинга. Учитывалась оценка последствий применения пестицидов в стране также при формировании их федерального ассортимента с учетом экотоксикологических параметров, в системе испытаний, проведении контроля эффективного и безопасного использования пестицидов, при разработке фундаментальных и приоритетных научных программ, координации проблематики пестицидов с зарубежными странами.

В организации фундаментальных и приоритетных прикладных исследований по научному обеспечению аграрного сектора СССР до 1992 г. важная роль принадлежала Отделению защиты растений ВАСХНИЛ, а после - Отделению защиты растений Россельхозакадемии в составе подведомственных научно-исследовательских институтов - ВИЗР, ВНИИФ, ВНИИБЗР и ДВНИИЗР.

В ВИЗР - головной организации в системе ВАСХНИЛ по защите растений в СССР, а затем и в системе РАСХН Российской Федерации, К.В.Новожилов, возглавляя институт как его руководитель и непосредственный исполнитель, уделял большое внимание развитию научных исследований в области экотоксикологии.

Одним из важных этапов научно обоснованного решения вопросов эффективного и безопасного использования пестицидов в системе защиты растений был выпуск коллективной монографии "Интегрированная защита растений" (под научной редакцией академика ВАСХНИЛ Ю.Н.Фадеева и академика К.В.Новожилова). Изложенные в книге принципы рационального (экономически эффективного и экологически минимально опасного) применения пестицидов являются основополагающими. Они и в настоящее время используются при разработке прогрессивных систем управления фитосанитарным состоянием агроценозов. Книга была переведена на разные

языки и издавалась за рубежом.

Результаты научных исследований в области экотоксикологии позволили обосновать объективные оценки фитосанитарных рисков и необходимые мероприятия по их управлению. Обоснованно в стране была создана система Госхимкомиссии, обеспечивающая порядок регистрации пестицидов, формирование эффективного и минимально опасного их ассортимента в стране, разработку методов контроля остатков пестицидов в окружающей среде, оценки степени опасности побочных эффектов и их упреждения. Идеология интегрированной защиты растений была принята при организации и развитии государственной службы защиты растений, при создании сети токсикологических лабораторий системы ВИЗР, а также КТЛ и ПКТЛ - в системе СТАЗР и ПИСХ.

Следует отметить, что созданная в СССР и функционировавшая долгие годы государственная служба защиты растений в России, до реформирования ее, по структуре и комплексному охвату решаемых вопросов фитосанитарии не имела аналогов в мире. В государственной службе совмещались производственно-организационные, контрольные, научные и образовательные функции в защите растений. Развернутая в СССР сеть государственной службы включала 2000 районных (межрайонных), областных (краевых), республиканских СТАЗР, 1550 пунктов сигнализации и прогноза вредителей, 175 механизированных хозрасчетных отрядов по борьбе с саранчовыми, сусликами и мышевидными грызунами; 700 биологических лабораторий, 102 КТЛ с общей численностью 30 тыс. человек, в т.ч. 16 тыс. дипломированных специалистов. Она обеспечивала надежную защиту страны на огромной территории от массовых нашествий вредителей и эпифитотий болезней.

Следует констатировать, что развитие химии пестицидов прежде всего в странах с интенсивным земледелием произошло в прошлом и происходит в настоящее время при высоких уровнях продуктивности сельского хозяйства, в условиях освоения новых достижений науки в области биотехнологии и генной инженерии.

рии (на площадях свыше 100 млн га посевов трансгенных растений, устойчивых к вредным организмам), а также на значительных площадях устойчивых сортов, полученных методами традиционной селекции. Расширяется использование достижений информационных технологий в системах защиты растений. Однако при этом сохраняются высокие объемы использования пестицидов. Это связано с совершенствованием системы химической защиты растений (качество и безопасность пестицидов), с увязкой ее с новыми научными достижениями. Проявляющаяся тенденция роста использования пестицидов в стоимостной оценке происходит в результате опережающего роста цен на улучшенный ассортимент пестицидов при сокращающихся темпах роста объемов применяемых пестицидов по тоннажу.

В России, в отличие от других стран мира, не только не произошел рост объемов применения пестицидов, а даже проявлялся процесс существенного падения, связанный с реформированием экономики страны и аграрного сектора после 1992 г. В результате наша страна существенно отстает по показателям развития защиты растений от среднего мирового уровня, а также от стран с интенсивным земледелием с сопоставимыми площадями пашни (США, Китай), (табл. 1).

Таблица 1. Объемы применения пестицидов\* 2001-2005 гг.

Показатели	Мир	США	РФ
Объемы применения: тыс. т д.в	2500	860	14 (35)*
кг/га	1.63	(1.85)	(0.3)*
Площадь пашни и многолетних насаждений, млн га	1534	173	125

\*В препаративной форме.

Низкий уровень защиты растений, в частности применения пестицидов, не позволяет сдерживать развитие вредных организмов и обуславливает неблагоприятное фитосанитарное состояние агроэкосистем: зарастание посевов сорными растениями, заселение вредителями и поражение растений возбудителями болезней, перевод земель в разряд бросовых, в связи с чем усугубляется общее

неблагоприятное фитосанитарное состояние агроэкосистем. Бросовые (не засеваемые площади) к 2007 г. превысили 40 млн га.

В складывающихся условиях проблема применения пестицидов становится особо актуальной для России, хотя остается таковой в целом для мирового земледелия, если учесть, что при достигнутом уровне защиты растений в мировом аграрном секторе сохраняется высокий процент потерь урожая, порядка 40% от потенциально производимой продукции растениеводства (Ouerke et al, 1994). При этом потери урожая в период вегетации оцениваются в среднем ежегодно 15% от вредителей, 13% - от болезней и 12% от сорняков, потери в период хранения убранной продукции превышают 20%.

Анализ потенциальных потерь урожая от вредных организмов в высоко развитых странах свидетельствует о том, что с ростом интенсификации земледелия потенциальные потери в относительных показателях не снижаются. В течение почти столетней истории земледелия в США потенциальные потери урожая превышают 35%, в настоящее время составляют 37% (от вредителей-13%, от возбудителей болезней-12 и от сорняков -12%) несмотря на то, что в стране ежегодно в среднем на каждый гектар вносится 3 кг пестицидов. Сохраняющийся высокий уровень потерь при больших объемах использования пестицидов связан с возникновением новых рас традиционных видов вредных организмов, с происходящим процессом появления новых (вторичных) видов и с распространением карантинных объектов.

Химическая защита растений и в настоящее время остается экономически важным направлением интенсификации земледелия. Определено, что в США на химическую защиту растений затрачивается 8 млрд долл., а в результате предотвращаются потери продукции растениеводства на сумму 32 млрд долл. В случае неприменения пестицидов, биологических средств защиты растений, устойчивых сортов и других методов защиты растений потери урожая от вредных организмов выросли бы с 37 до 67% и

достигли бы 100 млрд долл. в год.

При высоких объемах использования пестицидов повышается актуальность проблемы побочных эффектов, связанных с отрицательным влиянием пестицидов на здоровье населения не только в сфере аграрного сектора, но и в других отраслях экономики. В современном мире в среднем ежегодно регистрируется 26 млн случаев отравления людей, связанных с пестицидами, в т.ч. 3 млн серьезных отравлений и около 220 тыс. со смертельным исходом (UNEP, 1997).

Особо острая ситуация в отношении проявления рисков опасности пестицидов сохраняется в развивающихся странах. В ряде стран при относительно менее интенсивном использовании пестицидов (20% от общего объема используемых в мире) в результате нарушения регламентов их использования и недостаточного законодательного регулирования, а также при низком уровне знаний, техники безопасности в аграрном секторе часто проявляются нежелательные побочные эффекты пестицидов.

Сложная ситуация с опасностью использования пестицидов проявляется и в России при относительно невысоких уровнях интенсивности их использования в условиях реформирования сельского хозяйства. Реформирование социалистического сектора экономики в многоукладное капиталистическое (рыночное) производство привело к потере не только государственной службы защиты растений, но и к разрушению фитосанитарных внутрихозяйственных служб, к резкому уменьшению численности специалистов по защите растений, занятых в сельскохозяйственных предприятиях. Отрицательно сказывается на безопасности защиты растений отсутствие ее законодательной базы, прежде всего на федеральном уровне, отсутствие должной законодательной базы и в федеральных округах. Такое положение сдерживает осуществление общегосударственной политики в области фитосанитарного и отраслевого экотоксикологического мониторинга, освоения комплексных систем за-

щиты растений, ориентированных на упорядоченное применение пестицидов на основе сочетания химических методов защиты растений с биологическими и другими нехимическими методами.

Прогрессивное развитие экотоксикологического направления в защите растений в новых условиях научнотехнического прогресса возможно на основе использования новейших достижений в области биотехнологии, генной инженерии, новых информационных технологий ГИС и ГПС, дистанционного зондирования экосистем, сетевых технологий и сети Интернет. В химии создания более эффективных и менее опасных пестицидов создаются предпосылки развития новых направлений в области комбинаторной химии, создания действующих веществ на основе естественных молекул пестицидов и их аналогов и новых технологий применения химических средств в сельскохозяйственном производстве. Перспективным является совершенствование организационно-экономических принципов построения службы защиты растений, что в сочетании с прогрессом в научном обеспечении позволит развивать эффективную и безопасную систему защиты растений в стране.

При оценке перспектив развития экотоксикологического направления в защите растений важным этапом является мониторинг и оценка объективного состояния агроэкосистем в России, учитывая более чем пятидесятилетний период применения пестицидов в стране.

Мониторинг экотоксикологического состояния агроэкосистем свидетельствует о существенных отрицательных эффектах высоко опасных для человека пестицидов на первых этапах их применения в земледелии. Последствия использования стойких пестицидов в агроэкосистемах на территории страны в течение 30-50 лет прошлого столетия без должного научного и законодательного обеспечения защиты растений привели к накоплению токсикантов в объектах окружающей среды в количествах, создающих проблемы опасности и в настоящее время.

### Общая экологическая ситуация загрязнения пестицидами окружающей среды

Общая экотоксикологическая ситуация в агроэкосистемах страны определяется в связи с социально-экономическими особенностями развития ее на этапе интенсивного применения пестицидов в агроценозах России в составе СССР за период с 1945 г. по 1992 г. и последующего этапа, в условиях резкого спада производства и использования пестицидов в 1992-2009 гг. в реформированной Российской Федерации (табл. 2).

При решении вопросов рационального использования пестицидов в сложившейся ситуации следует учитывать природно-экономические условия страны. Российская Федерация несмотря на распад СССР и вычленение бывших социалистических республик остается самой большой державой в мире с территорией земли (17.1 млн км<sup>2</sup>), 1/3 - в европейской части и 2/3 - Сибирь и Дальний Восток - азиатской части. Продуктивные сельскохозяйственные земли (пашня, сенокосы и пастбища) составляют 13% общей земельной площади (в т.ч. пашня - 128 млн га или 8% земельных ресурсов страны). В России значительные запасы пресных вод. Россия по численности населения (144 млн чел.) занимает шестое место в мире (Глобальный экологический фонд, 2007).

Таблица 2. Динамика объемов применения пестицидов

Показатели	1986-	1991-	1996-	2001-	2008
	1990	1995	2000	2005	
Поставка пестицидов, тыс. т	216.6	51.7	29.6	34.4	40.0*
Проведено защитных мероприятий, млн га					
В т.ч.	69.0	34.2	28.4	36.0	56
гербицидами	32.4	16.3	16.0	21.0	34
инсектицидами	23.4	12.0	9.3	12.4	12
фунгицидами	13.2	5.8	2.9	3.1	10
Обработано, % от площади пашни и многолетних насаждений	52.6	26.5	23.3	30.0	47.5
Внесено пестицидов на гектар пашни и многолетних насаждений, кг	1.62	0.4	0.24	0.29	0.34

\*Предварительные данные.

Благодаря обширным территориям,

занятым различными природными экосистемами, природно-ресурсному, интеллектуально-трудовому потенциалу Россия может играть ключевую роль в рациональном использовании природных ресурсов, в поддержании региональных (в стране) и глобальных функций биосферы.

Устойчивое развитие Российской Федерации, высокое качество жизни и здоровья ее населения, а также национальная безопасность, декларируемые правительственными документами, могут быть обеспечены только при условии сохранения природных систем и поддержания соответствующего качества окружающей среды (Экологическая доктрина Российской Федерации. М., 2003, 32 с.).

Основными задачами в свете реализации идеологии высокого качества жизни населения страны и практического приложения экотоксикологии в решении поставленных вопросов является разработка и осуществление мероприятий по сокращению отрицательного влияния опасности пестицидов на территориях, ранее загрязненных пестицидами. Важным также представляется упреждение загрязнения новых территорий в результате использования пестицидов с длительным периодом сохранения активности в объектах окружающей среды.

Превышение предельно допустимых концентраций пестицидов в почве, связанных с использованием пестицидов в России в дореформенный период (до 1992 г.), отмечается в настоящее время при относительно низкой интенсивности использования пестицидов в стране, в частности на территории Белгородской, Брянской, Московской, Оренбургской, Пензенской областей, Ставропольского края, республик Марий Эл, Удмуртия и Чувашия. Проблема реабилитации загрязненных почв - одна из актуальных экотоксикологических проблем, прежде всего для указанных территорий.

Второй сложной, требующей решения, является проблема запасов устаревших и запрещенных к использованию пестицидов на территории России, которые по

предварительным данным составляют 24 тыс. т. (в т.ч. 10-15% составляет ДДТ, до 50% неизвестные препараты и их смеси). Пока не завершена полная комплексная инвентаризация устаревших и запрещенных к применению пестицидов и условий их захоронения. Значительные запасы таких пестицидов не захоронены или находятся на свалках.

Третьей проблемой является предотвращение загрязнения земель новыми пестицидами, опасность использования контрафактной продукции, составляющей на мировом рынке 7-9%, а на российском рынке пестицидов - около 20% всех продаж.

Во всех случаях для организации мероприятий по очищению и сохранению чистой окружающей среды первичными являются мероприятия мониторинга загрязнения среды и продукции сельскохозяйственного производства при проведении защитных мероприятий и производстве продукции на загрязненных землях.

Степень загрязнения территории страны в целом и в региональном аспекте связана с поставками и использованием пестицидов для защиты растений от сорных растений, вредителей и возбудителей болезней в дореформенный период (1986-1990 гг.). Процесс загрязнения агроэкосистем в дореформенный период при интенсивном использовании пестицидов был выше, чем в период реформирования аграрного сектора России, что связано с сокращением объемов химического метода защиты растений. Так, в 1988 г. при максимальных за всю историю объемах применения пестицидов (по данным ЦИНАО) в СССР при выборочном анализе 66126 проб почв в 34.1% были выявлены остатки, в т.ч. в 4.4% выше максимально допустимых уровней (МДУ). В 36038 пробах растительных образцов выявлено, соответственно, 26.2 и 5.7%; в РСФСР в 33712 почвенных пробах 38.4 и 3.6% соответственно; в 5567 растительных пробах 19.7 и 5.4%.

Сокращение уровня загрязнения почв после 1992 г. (по данным 2005 г.) связано с уменьшением объемов использования пестицидов (табл. 3).

Таблица 3. Региональный аспект динамики применения пестицидов

Федеральные округа	Поставки пестицидов, т		Обработано пестицидами, тыс. га	
	1986-1990	2005	1986-1990	2005
Центральный	52291	5898	16617	8522
Северо-Западный	3569	611	1218	484
Южный	81610	10221	23307	17710
Приволжский	38542	5412	16084	9710
Уральский	9126	2183	2737	2183
Сибирский	23997	2157	7930	5978
Дальневосточный	6223		1609	735
РФ	215556	25932	68949	45321

В среднем ежегодно в 1986-1990 гг. для защиты растений поставлялось на гектар обрабатываемой площади: в Центральном федеральном округе 2.3 кг пестицидов в препаративной форме, обработано 73% посевов; в Северо-Западном, соответственно, - 0.35 и 34%; в Южном - 1.16 и 116%; в Приволжском - 0.45 и 45.3%; в Уральском - 0.32 и 32.3%; в целом по России - 1.83 кг/га и 58.6% из общей посевной площади 117705 тыс. га. Россия по интенсивности использования приближалась к среднему мировому уровню.

Загрязнение пестицидами в современном земледелии характеризуется показателем, в значительной степени сложившимся в первый период интенсивного использования стойких хлорорганических соединений (прежде всего ДДТ) и, в меньшей степени, используемых в послереформенный период.

Контроль уровней загрязнения агроэкосистем, осуществляемый службами экотоксикологического мониторинга УГМС (управления гидрометеорологической службы) Росгидромета, а также службами защиты и агрохимической службой Министерства сельского хозяйства страны, показывает особенности пестицидного загрязнения почв в региональном аспекте в связи с объемами использования пестицидов (табл. 3). Данные этих организаций используются в настоящей публикации.

По состоянию на 2005 г. сетевыми подразделениями Росгидромета были выборочно обследованы и оценены земли различного типа на территории 36 субъектов Российской Федерации. В почвах определены остатки пестицидов 25 на-

именований: хлорорганических- ДДТ, ГХЦГ и дилор и их метаболитов; фосфорорганических - паратион-метил (метафос), фозалон и диметоат (фосфамид), пиретроидов - дельтаметрин (децис), фенвалерат (сумицидин), альфа циперметрин (фастак); гербицидов группы триазинов - атразин, симазин, прометрин, пропазин, семерон, симазин; трифлуралина (трефлан), трихлорацетата натрия (ТХАН), далапона и пиклорама.

На основании выполненных работ выявлено, что наиболее сложной остается проблема загрязнения агроценозов ДДТ. Производство и использование ДДТ в сельском хозяйстве началось в СССР в 1946-1947 гг. В 1969-1970 гг. ДДТ был исключен из списка пестицидов, используемых в СССР. Однако в течение последующих 16 лет (до 1986 г.) сохранялось производство 10 тыс. т в год, а до конца 80-х годов препарат использовался в порядке исключения. В результате около 20% плодородных земель СССР были в разной степени загрязнены ДДТ. При санитарной норме его содержания в почве 0.5-1 мг/кг во многих местах количество ДДТ превышало в 5-10 раз.

В 2005 г. суммарная площадь, загрязненная пестицидами на выборочно обследуемых угодьях, составляла весной 1.21 тыс. га и осенью 0.94 тыс. га соответственно 6.7 и 5.55%, от общей площади 35 тыс. га (6%). При этом загрязнение почв 2,4-Д отмечено на 13.5% обследованной площади весной и 12.6% (от обследованной 5.6 тыс. га) осенью; ДДТ - 2% от обследованной площади 31.7 тыс.га и трифторалина - 1.5% весной и 0.55% осенью от обследованных площадей 9.5 тыс. га. Загрязнение почвы на посевах не превышало 3 ПДК, но значительно превышало в местах захоронения пестицидов (Глобальный экологический фонд, 2007).

Приведенные данные свидетельствуют о том, что в России сохраняется высокая опасность от ранее применявшихся пестицидов, обладающих длительным периодом сохранения активности и возможного отрицательного последствия на чувствительные культуры, прежде всего в связи с опасностью ухудшения

качества урожая. Существенным остается загрязнение почв ДДТ, а также остатками применяемых в настоящее время новых препаратов, в частности гербицидов группы 2,4-Д и трифлуралина.

Четкое определение загрязненных полей и участков с географической их привязкой позволит применять научно обоснованные мероприятия по сдерживанию отрицательного влияния загрязнителей на продуктивность растений и по реабилитации загрязненных площадей.

Обобщенные данные подразделений агрохимической службы, проводящих определение содержания остаточных количеств пестицидов в почвах, подтверждают данные Росгидромета по доле площадей сельскохозяйственных угодий, загрязненных пестицидами. Данные также свидетельствуют об уменьшении загрязненных площадей в годы реформирования аграрного сектора (табл. 4).

Таблица 4. Содержание остаточных количеств пестицидов в почвах сельхозугодий

Группа пестицидов	Число анализируемых проб	Доля проб от числа проанализированных, %	
		С обнаруженными остатками	С остатками выше ПДК
Конец 1980-х годов			
Инсектициды	20489	25.4	4.5
в т.ч ХОП	17661	26.2	11.7
ФОП	2863	20.8	0.4
Пиретроиды	145	16.5	10.0
Гербициды	25842	34.7	4.9
в т.ч триазины	16449	34.3	7.1
Группы 2,4-Д	5370	35.4	2.5
Прочие	4023	36.2	2.3
Фунгициды и протравители	562	20.6	2.9
Середина 1990-х годов			
Инсектициды	5378	12.7	0.3
в т.ч ХОП	3227	12.2	0.3
ФОП	1370	12.3	0.15
Пиретроиды	775	14.5	0.3
Гербициды	7079	22.6	0.7
в т.ч триазины	1284	8.6	1
Группы 2,4-Д	3398	11.3	1
Прочие	2397	39.2	0.13
Фунгициды и протравители	139	0	0

Данные оценки суммарного загрязнения среды, представленные Госэпидемнадзором России, свидетельствуют о большей

опасности загрязнения пестицидами почв, которые являются резервуарами пестицидов, и в свою очередь загрязняют воды, воздух и урожай выращиваемых культур (табл. 5). С уменьшением в ассортименте пестицидов с длительным периодом сохранения активности проявляется общая тенденция сокращения загрязнения почв. Остатки токсикантов групп ДДТ и ГХЦГ среди указанных проб с превышением МДУ, составляют 22% от общих остатков загрязнителей.

Таблица 5. Содержание остаточных количеств в объектах окружающей среды и пищевых продуктах

Наименование объекта	Количество проб, не отвечающих нормативам, %				
	1996	1997	1998	1999	2000
Почва	3.06	2.73	2.10	1.20	1.79
Питьевая вода	0.89	1.06	0.3	0.35	0.38
Атмосферный воздух	0	0	0	0	0
Пищевые продукты	2.37	0.4	0.19	0.17	0.22

По данным контроля, 9.1 млн т растительной продукции, выращенной в 2001 г. на площади 4.7 млн га (12.3% от площади посева, обработанной пестицидами), выявлено 0.38% продукции, загрязненной выше ПДК.

Практическая значимость работ, связанных с экотоксикологической оценкой опасности пестицидов-загрязнителей, определяется экономическими показателями. Для принятия решений по сокращению опасности загрязнителей важными являются стоимостные показатели потерь, связанных с загрязнением объектов окружающей среды, растений и урожая.

Наиболее разработанной является методология и непосредственная оценка экотоксикологической опасности пестицидов в США, где на сельскохозяйствен-

ных культурах используется 3 кг/га пестицидов. На проведение защитных мероприятий на всей площади расходуется 8 млрд долл., а стоимость сохраняемой продукции растениеводства составляет 32 млрд долл. В США остатки пестицидов обнаруживаются в 35% пищевых продуктов, при этом в 1-3% - выше предельных допустимых уровней (остатки определяются для 1/3 веществ из 800 веществ, используемых в стране. По результатам обследований, проведенных медицинскими учреждениями, выявлено, что 1% раковых заболеваний связан с применением пестицидов. Отрицательное влияние на птиц в результате прямого действия и поедания отравленных насекомых оценивается суммой 2 млрд долл (гибель 67 млн птиц, или 10% от общей численности популяций ежегодно). Учетная дополнительная потребность в пестицидах для подавления вредных организмов, развивших устойчивость, которая оценивается суммой 520 млн долл., а также токсичность инсектицидов для теплокровных, рыб и пчел в результате загрязнения поверхностных и грунтовых вод, почвы, воздуха и пищевых продуктов. Суммарные потери от пестицидов в результате отрицательного влияния на человека, полезные организмы и среду обитания оцениваются в США суммой 9 млрд долл. (Pioletti, Pimentel, 2005. По существу, указанная сумма отражает потенциал реализации мероприятий по сдерживанию отрицательных экотоксикологических последствий применения пестицидов и одновременно служит показателем сокращения их эффективности для общества. Если учесть, что в США используется 40% мирового объема пестицидов, то можно предположить, что общемировая опасность пестицидов оценивается суммой 22.2 млрд долл, при положительном эффекте в виде сохраняемого урожая на сумму 80 млрд долл.

новании государственных программ.

В Российской Федерации обеспечение экологической безопасности в аграрном секторе страны регламентируется "Основными государственной политики в области обеспечения химической и биологиче-

### Программа обеспечения безопасности использования пестицидов

В мире проблема снижения опасности химических средств защиты растений - одна из актуальных, решаемая на основе комплексных систем безопасного обращения с пестицидами. Обычно эти системы разрабатываются и реализуются на ос-

ской безопасности Российской Федерации на период до 2010 г. и на дальнейшую перспективу", утвержденными Президентом Российской Федерации в декабре 2003 г. Документ определяет цель, основные принципы, приоритетные направления, задачи и меры государственной поддержки в области обеспечения химической и биологической безопасности личности, общества и государства, а также механизмы реализации политики в этой области.

Государственный мониторинг загрязнения окружающей среды, как обязательный элемент в обеспечении научно обоснованных мероприятий обеспечения экологической и биологической безопасности, осуществляет Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. Однако, непосредственное Государственное управление в области обращения с химическими веществами и обеспечения экотоксикологической безопасности Российской Федерации осуществляется Министерством сельского хозяйства в соответствии с положением о министерстве, которое самостоятельно принимает планы проведения агротехнических, агрохимических, мелиоративных, фитосанитарных и противозерозионных мероприятий в области обеспечения плодородия земель сельскохозяйственного назначения.

В плане научного обеспечения ведущая роль в разработке и реализации экотоксикологических программ принадлежит Россельхозакадемии, специализированному ее подразделению - Отделению защиты растений, которое реализует программы фундаментальных и приоритетных исследований по научному обеспечению агропромышленного комплекса страны и аналогичные координационные программы.

В современном ассортименте пестицидов в сельскохозяйственном производстве практически отсутствуют пестициды группы длительно сохраняющих активность в объектах окружающей среды. Однако, это не означает полной безопасности использования пестицидов. Реально существует опасность токсического

последствия в севообороте гербицидов классов сульфонилмочевин и имидазалинонов. При нарушении регламентов обращения с пестицидами (сроки, нормы, техника, технология внесения пестицидов) реальна опасность их накопления и загрязнения биотических и абиотических элементов агроэкосистем. Соответственно, важным элементом является мониторинг и проведение на его основе мероприятий по взаимоувязанному управлению рисками опасности пестицидов на основе научно обоснованных систем их применения на всех этапах сельскохозяйственного производства.

В системе сельскохозяйственного производства вопросами применения пестицидов занималось и в настоящее время занимается Министерство сельского хозяйства. В МСХ СССР указанные функции были возложены на Управление растениеводства, химизации и защиты растений. Регистрацией пестицидов занималась межведомственная Государственная комиссия по химическим средствам борьбы с вредителями, болезнями растений и сорняками. Подобная структура действовала в МСХ РФ после 1991 г. В МСХ РФ функционировал Департамент растениеводства, химизации и защиты растений, в состав которого входил Отдел химизации и защиты растений и Рабочая группа по организации проведения регистрационных испытаний, экспертизы результатов регистрационных испытаний пестицидов и агрохимикатов (группа выполняла функции Госхимкомиссии, которая в ходе реформирования была упразднена). Отдел надзора решает общие вопросы по химической защите растений, курирует работу службы защиты растений.

Вторым подразделением, связанным с вопросами практического безопасного применения пестицидов в сельском хозяйстве, является Отдел контроля за безопасным использованием пестицидов и агрохимикатов в структуре Федеральной службы по ветеринарному и фитосанитарному надзору. В функции Отдела входят вопросы научного обеспечения регистрации пестицидов и решение проблемы утилизации и уничтожения уста-

ревших пестицидов, реабилитации загрязненных почв.

Процедура регистрации играет важную роль в формировании эффективного экотоксикологического и медикотоксикологического безопасного ассортимента пестицидов и регламентов их применения. В ходе регистрации нового пестицида специалисты-эксперты оценивают досье на действующее вещество и препарат (регламенты применения, эффективность, поведение в окружающей среде, токсичность для человека и тестовых организмов). При формировании досье обязательными являются данные лабораторных и полевых испытаний по оценке эффективного действия на целевые организмы, избирательности к культурному растению, по определению длительности сохранения активности, миграционной способности и накопления в объектах окружающей среды.

При регистрации пестицидов учитываются экотоксикологические показатели, характеризующие опасность отрицательного влияния их на биотические и абиотические элементы агроэкосистем (табл. 6).

Регистрация препарата гарантирует его безопасность для человека, полезной фауны и флоры при соблюдении рекомендуемых регламентов. Государственная регистрация пестицидов и агрохимикатов осуществляется МСХ РФ и Россельхознадзором с привлечением других министерств и ведомств в соответствии с Федеральным законом от 19.07.1977 г. №109-ФЗ «О безопасном обращении с пестицидами и агрохимикатами», Приказом МСХ РФ от 21.02.2005 г. №22 «Об утверждении Порядка государственной регистрации пестицидов и агрохимикатов» и приказом Минздрава РФ от 31.01.2002 г. №24 «О токсиколого-гигиенической экспертизы пестицидов и агрохимикатов».

Перечень пестицидов и агрохимикатов, прошедших процедуры регистрации и перерегистрации, сводится в "Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных для применения на территории Российской Федерации".

Таблица 6. Показатели влияния пестицидов на биотические (нецелевые организмы) и абиотические элементы агроэкосистем (Горбатов и др., 2008)

Среды	Процесс (организм)	Показатель
Почва	Разложение	Период полураспада ( $DT_{50}$ )
	Сорбция	Коэффициент сорбции ( $K_d$ , $K_{oc}$ )
Вода	Разложение	Период полураспада ( $DT_{50}$ )
	Сорбция донными осадками	Коэффициент сорбции ( $K_d$ , $K_{oc}$ )
	Растворение	Растворимость в воде ( $S$ )
Воздух	Испарение	Константа Генри ( $H$ )
	Разложение	Разложение ( $DT_{50}$ )
Живые организмы	Биоаккумуляция	Коэффициент биоаккумуляции (BCF)
	Млекопитающие (крысы)	$LD_{50}$ NOEL
Земля	Птицы (один вид наземных и один вид водоплавающих птиц)	$LC_{50}$ NOEL $LD_{50}$ NOEL
	Насекомые (мелконосные пчелы)	$LD_{50}$
	Почвенные организмы (дождевые черви)	$LC_{50}$ NOEL
Вода	Почвенные организмы (почвенные микроорганизмы)	Показатели трансформации углерода и азота, % к контролю
	Рыбы (один вид рыб, обитающих в холодных водоемах, и один - в теплых водоемах)	$LC_{50}$ NOEL
	Зоопланктон (дафнии)	$LC_{50}$ NOEL
	Водоросли (пресноводные зеленые и диатомовые водоросли; цианобактерии (сине-зеленые водоросли))	$EC_x$ NOEL

Вопросами научного обеспечения эффективного и экологически безопасного применения пестицидов занимается Россельхозакадемия - Отделение защиты растений с подведомственными научно-исследовательскими и координируемыми институтами.

Практическими вопросами примене-

ния пестицидов в хозяйствах занимаются агрономы по защите растений и специалисты станций защиты растений, а также специалисты общего профиля и сельские товаропроизводители.

Специалисты станций защиты растений контролируют соблюдение технологий применения пестицидов, качество пестицидов, накопление остаточных количеств в растительной продукции и в объектах окружающей среды.

Контроль за экотоксикологическими последствиями применения пестицидов возложен на токсикологические подразделения службы защиты растений, агрохимических и ветеринарной служб, находящихся в подчинении Минсельхоза РФ. Кроме того, вопросами обнаружения остатков в объектах окружающей среды и продуктах питания занимаются ведомственные службы Минздрава РФ (санэпидемслужба) и Федеральная служба России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды.

Схема научного обеспечения защиты растений в России представлена вертикалью организаций. Эти организации обеспечивают этапы исследований, освоения результатов, доведение информации до пользователей (специалисты, сельские товаропроизводители).

Научные работы по государственному программам фундаментальных и приоритетных прикладных исследований по научному обеспечению развития агропромышленного комплекса Российской Федерации, а также координация работ по аналогичной тематике осуществляются Отделением защиты растений Россельхозакадемии в составе ВИЗР, ВНИИФ, ВНИИБЗР и ДВНИИЗР, а также подразделениями по защите растений НИИ Россельхозакадемии других отделений, РАН, РАМН и ВУЗов.

Отделением определен перечень НИИ, имеющих структурные подразделения по защите растений с высоким уровнем квалификации кадров и материально-технической базой, отвечающих требованиям квалифицированного проведения регистрационных испытаний. Перечень утвержден Министерством сельского хозяйства Российской Федерации

(Управлением растениеводства, химизации и защиты растений) для проведения испытаний биологической эффективности пестицидов и разработки регламентов их применения. В перечне 61 научное учреждение, из которых 52 из системы Россельхозакадемии (29 - отделения растениеводства, 12 - земледелия, 4 - защиты растений, 2 - мелиорации, водного и лесного хозяйства). Утвержденный перечень учреждений представлен на сайте Минсельхоза Российской Федерации в разделе документов Управления растениеводства, химизации и защиты растений. Научно-методическое обеспечение регистрационных полевых испытаний для указанных учреждений осуществляется Отделением защиты через головное учреждение ВИЗР.

В текущем году начато формирование пакета документов нормативной базы для новой структуры регистрационной службы (ранее Госхимкомиссии с целью научного обеспечения регистрационных испытаний). В 2008 г. подготовлены, обсуждены Научно-техническим советом Минсельхоза России "Методические указания по регистрационным испытаниям инсектицидов, акарицидов, моллюскоцидов и родентицидов в сельском хозяйстве", завершена редакция соответствующих методических указаний по группам фунгицидов, гербицидов и индукторам устойчивости растений для обсуждения в Минсельхозе России.

Освоение результатов возложено на пользователей федерального уровня и специалистов регионального уровня соответствующих служб - Федеральные и региональные органы, связанные с защитой растений ФГУ "Россельхозцентра" - Отдел защиты растений, районные и межрайонные отделы; Федеральная служба по ветеринарному и фитосанитарному надзору, ФГУ "Всероссийский центр карантина растений", региональные референтные центры.

Информационно-консультативная служба и СМИ включают издания: ежемесячный журнал "Защита и карантин растений" для специалистов, ученых и практиков; научно-теоретический журнал "Вестник защиты растений" (Россельхозакадемия,

ВИЗР); газета "Защита растений" (издатель: ООО "Издательство Агрорус"); сайты в Интернете - Минсельхоза России и НИИ Отделения защиты растений.

Пользователями информации являются ученые, руководители, специалисты и непосредственные сельские товаропроизводители.

Основными направлениями развития новых знаний об экотоксикологических основах устойчивого развития сельскохозяйственного производства, связанными с защитой растений, являются:

- исследование экосистем и их средообразующих функций, пределов устойчивости и экотоксикологической емкости;
- разработка экотоксикологически эффективных технологий производства продукции растениеводства;
- разработка принципов использования средств защиты растений в целях сохранения абиотических и биотических элементов экосистем; методов сохранения биологического разнообразия;
- анализ распространения экотоксикантов и разработка методов контроля и снижения негативных последствий этих процессов;
- разработка методологии и методов эколого-экономической оценки экотоксикологических последствий защитных мероприятий для использования при принятии решений в области управления фитосанитарным состоянием агроэкосистем;
- разработка экотоксикологических кри-

териев рисков в целях создания системы управления качеством агроэкосистем;

- разработка средств и методов предупреждения и ликвидации загрязнений, реабилитации элементов окружающей среды и утилизации опасных отходов;
- разработка и развитие современных методов экотоксикологического мониторинга, а также информационных технологий в целях управления в области охраны экосистем и окружающей среды.

Отделением защиты растений в составе подведомственных НИИ осуществляется законотворческая деятельность. Придавая важное значение законодательному обеспечению службы защиты растений, Отделение защиты растений осуществляет разработку технических регламентов - "О требованиях фитосанитарной безопасности на территории Российской Федерации"(2008 г.); участвует в разработке проекта федерального закона "О внесении изменений в Федеральный закон "О безопасном обращении с пестицидами и агрохимикатами". В 2008 г. внесло предложение в Минсельхоз России о включении в его положения вопросов, регламентирующих деятельность государственных функций службы, обоснование целесообразности разработки проекта Федерального закона "Защита культурных растений".

#### Литература

Глобальный экологический фонд. Проект заключительного отчета по проекту PDF-В. Подпрограмма СОЗ PDF-В. Российская Федерация: Создание в Российской Федерации потенциала для внедрения Стокгольмской Конвенции о СОЗ и разработки Национального плана выполнения. Министерство природных ресурсов Российской Федерации. М, 2007, 235 с.

Экологическая доктрина РФ. М., 2003., 32 с.

Pioletti M. and Pimentel D. Environmental Risks of pesticide versus genetic engineering for agricultural pest control // J. of Agricultural Environmental Ethics. 2005, 12, 3. p. 279-303.

Горбатов В.С., Матвеев Ю.М., Кононова Т.В. Экологическая оценка пестицидов: источники информации. Нива Татарстана, 2008, 6, с. 30-32

#### ECOTOXICOLOGY IN THE PHYTOSANITARY MANAGEMENT OF AGROECOSYSTEMS

V.A.Zakharenko

The article discusses the development of chemical plant protection in the World and in the Russian Federation, the role of local scientists in establishment of ecotoxicological concept in phytosanitary management of agroecosystems, the peculiarities of solution of the practical questions in ecotoxicology during the long period on a country level and in regional aspect. A modern state of ecotoxicology and its scientific, organizational and legislative support are discussed.

УДК 632.51:633.11(571.11)

## ВИДОВОЙ СОСТАВ СОРНЫХ РАСТЕНИЙ В ПОСЕВАХ ПШЕНИЦЫ ЯРОВОЙ В КУРГАНСКОЙ ОБЛАСТИ (ЮЖНОЕ ЗАУРАЛЬЕ)

Н.Н. Лунева, М.В. Тарунин

Всероссийский НИИ защиты растений, Санкт-Петербург

Засоренность посевов пшеницы яровой в Южном Зауралье определяется как почвенно-климатическими условиями региона, так и особенностями региональной системы земледелия, базирующейся на минимализации обработки почвы. Уровень увлажнения, а также показатели плодородия и засоренности почв Южного Зауралья являются оптимальными для произрастания целого ряда видов сорных растений, представляющих собой вредоносный потенциал для посевов пшеницы яровой. Однако, большая часть однолетних видов из группы потенциальных вредоносных объектов успешно подавляется как действием гербицидов, так и широко распространенным в регионе долговременным применением прямого посева, приводящего к уплотнению пахотного горизонта. Для довольно большой группы видов почвенно-климатические условия региона не являются оптимальными, поэтому, засоряя регулярно посева пшеницы яровой, эти виды не являются в них вредоносными объектами.

Зерновое производство на территории Курганской области традиционно является основой всего продовольственного комплекса и наиболее крупной отраслью сельского хозяйства. В структуре посевных площадей пшеница яровая занимает 60%, что составляет 80% от площади посевов всех зерновых культур в области (Немченко и др., 2003). В конце 90-х годов прошлого столетия посевная площадь под этой культурой составляла около 1 млн га, но к настоящему времени она сократилась до 600 тыс. га. Это явление есть часть общей тенденции в экономике Зауралья начала XXI века: сокращение пахотных площадей с формированием на месте пашни максимально обедненных рудеральных сообществ и зарастание залежных земель степью и мелколиственным лесом (Науменко, 2008).

Засоренность посевов пшеницы яровой в Курганской области во многом определяется региональной системой земледелия, отличающейся высокой насыщенностью севооборотов зерновыми культурами, возделываемыми в условиях минимализации обработки почвы. Значительное засорение посевов видами щетинников, овсюгом, особенно на солонцеватых почвах и во влажные годы, объясняется широким внедрением в регионе плоскорезной обработки почвы, а также "прямого посева" по стерне (Глухих и др., 1980; Холмов, 1981). Систематическое применение безотвальной обработки поч-

вы привело к увеличению засорения пахотного горизонта на 40-45% выше, чем это было при вспашке (Глухих и др., 1984).

По данным ботаников Курганского ГУ в области произрастает около 300 видов сорных растений, из них около 60 видов являются сеgetальными (полевыми) сорняками (Науменко, Суханов, 1999). По данным Курганского НИИ сельского хозяйства в посевах сельскохозяйственных культур Курганской области произрастает более 100 видов сорных растений, причем 15-25% из них являются повсеместно распространенными и обильными. Самые распространенные из них - виды из группы корнеотпрысковых - бодяк щетинистый (*Cirsium setosum* (Willd.) Bess.), осот полевой (*Sonchus arvensis* L.), латук татарский (*Lactuca tatarica* (L.) С.А.Мей.), вьюнок полевой (*Convolvulus arvensis* L.) (Немченко, Рыбина, 2005).

По данным Курганской областной станции защиты растений посева в области более чем на половине площадей засорены в сильной и средней степени, из-за чего в регионе систематически недобирается 20-30% и более потенциального урожая (Современные средства..., 2006).

В настоящее время возникла необходимость уточнения видового состава, а также выявления тенденций в динамике распространения (пространственной и количественной) сорных растений в посевах пшеницы яровой в Южном Зауралье.

## Методика исследований

Материалами послужили данные Курганской СТАЗР по засоренности пшеницы яровой за период с 1997 г. по 2006 г., а также данные собственных исследований в 2007-2008 гг. Для обеспечения сравнения между собой материалов СТАЗР разных лет данные о засоренности, выраженные в тысячах га, были переведены в проценты. После этого были составлены и проанализированы сводные таблицы по засоренности пшеницы яровой за период с 1997 по 2006 гг. и проведен анализ участия доминирующих видов сорных растений в засоренности ее посевов.

## Видовой состав сорных растений в посевах пшеницы яровой

Анализ видового состава сорных растений в посевах пшеницы яровой, указанного в материалах СТАЗР, показал, что идентификация ряда видов вызывает сомнение. Так, ни в наших обследованиях посевов пшеницы яровой, ни в ботанических исследованиях на территории Курганской области (Науменко, Суханов, 1999; Науменко, 2008), не обнаружено просо волосовидное, но часто встречалось просо сорное (*Panicum miliaceum* L. subsp. *ruderale* (Kitag.) Tzvel.).

Указываемые в материалах СТАЗР "сурепки" не были обнаружены нами при обследовании посевов пшеницы яровой в 2007-2008 гг. Упомянутые "сурепки" не могут быть представителями рода Сурепка (*Barbarea*), поскольку из двух, произрастающих на территории Курганской области видов сурепок, сурепка дуговидная (*Barbarea arcuata* (Opiz ex J. et C. Presl) Reichenb.) является рудеральным видом, а сурепка прямая (*Barbarea stricta* Andr.) - опушечно-луговым видом. Экологические предпочтения обоих видов не позволяют предполагать их встречаемость на полях в таких количествах, чтобы попасть в поле зрения сотрудников СТАЗР. Оба вида распространены спорадически. Вместе с тем на полях трех обследованных нами зон области в посевах пшеницы яровой зарегистрирован вид *Brassica campestris* L. - капуста полевая и *Raphanus raphanistrum* L. - редька дикая, которая, вероятно, ошибочно идентифицируется как сурепка.

Нами зарегистрирован в посевах пшеницы яровой в северо-западной и центрально-юго-западной зонах еще один вид,

Прерывистость отдельных диаграмм объясняется отсутствием данных в отдельные годы. Обследование засоренности посевов пшеницы яровой проводилось нами по традиционно используемой лабораторией гербологии методике (Лунева, 2002). Маршрутные обследования были проведены на сегетальных и рудеральных местообитаниях в северо-западной, центрально-юго-западной и восточной зонах области. Обследовано более 80 местообитаний, в каждом из которых для каждого зарегистрированного вида сорного растения указывалось его обилие.

*Galium vaillantii* DC - подмаренник Вайланта, произрастание которого на территории Курганской области подтверждается данными ботанических исследований (Науменко, Суханов, 1999; Науменко, 2008). В отдельных публикациях (Научные основы..., 2001; Немченко, Рыбина, 2005) указано засорение посевов пшеницы яровой подмаренником цепким - *Galium aparine* L., однако ботаники не подтверждают произрастание подмаренника цепкого на территории Курганской области (Науменко, Суханов, 1999; Науменко, 2008).

По многолетним данным СТАЗР Курганской области посевы пшеницы яровой на протяжении последних десяти лет засорены следующими видами сорных растений. Многолетние виды: бодяк щетинистый, осот полевой, вьюнок полевой, молочай лозный (*Euphorbia virgata* Waldst. et Kit.), пырей ползучий (*Elytrigia repens* (L.) Nevski.). Однолетние виды: овсюг пустой (*Avena fatua* L.), щетинник сизый (*Setaria pumila* (Poir.) Schult), щетинник зеленый (*Setaria viridis* (L.) Beauv.), мелколестник канадский (*Conyza canadensis* (L.) Crong.), щирица запрокинутая (*Amaranthus retroflexus* L.), марь белая (*Chenopodium album* L.), марь многосемянная (*Chenopodium polyspermum* L.), марь остистая (*Teloxys aristata* (L.) Moq.), гречишка вьюнковая (*Fallopia convolvulus* (L.) A. Love), капуста полевая (*Brassica campestris* L.), редька дикая (*Raphanus raphanistrum* L.), ежовник петушье просо (*Echinochloa crusgalli* (L.) Beauv.), просо сорное (*Panicum miliaceum* L. subsp. *ruderale* (Kitag.) Tzvel.), трехреберник непатучий (*Tripleurospermum perforatum*

(Merat) M. Lainz).

В наших обследованиях были встречены чина клубневая (*Lathyrus tuberosus* L.), горец птичий (*Polygonum aviculare* L.), горошек мышиный (*Vicia cracca* L.), подмаренник Вайланта (*Galium vaillantii* DC), латук татарский, латук компасный (*Lactuca serriola* L.), полынь обыкновенная (*Artemisia vulgaris* L.), ярутка полевая (*Thlaspi arvense* L.), лопух паутинистый (*Arctium tomentosum* Mill.), чистец болотный (*Stachys palustris* L.), аистник цикутовый (*Erodium cicutarium* (L.) L'Her.), дымянка лекарственная (*Fumaria officinalis* L.), noneя русская (*Nonea rossica* Stev.), мать-и-мачеха обыкновенная (*Tussilago farfara* L.).

Изредка в материалах Курганского ФГУ

Россельхозцентра отмечались такие виды, как одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale* Wigg.) щирца белая (*Amaranthus albus* L.), щирца жминдовидная (*Amaranthus blitoides* S. Wats.), смолевка вильчатая (*Silene dichotoma* Ehrh.), пикульник двунадрезанный (*Galeopsis bifida* Boenn.), пикульник красивый (*G. speciosa* Mill.), василек синий (*Centaurea cyanus* L.), пастушья сумка обыкновенная (*Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik.), лапчатка оттопыренная (*Lappula squarrosa* (Retz.) Dumort.), марь сизая (*Chenopodium glaucum* L.), горец развесистый (*Persicaria lapathifolia* (L.) S.F.Gray), гречиха татарская (*Fagopyrum tataricum* (L.) Gaertn.), конопля сорная (*Cannabis ruderalis* Janisch.).

### Динамика обилия сорных растений, доминирующих в посевах пшеницы яровой

На протяжении последнего десятилетия самыми распространенными среди сорных растений были виды из группы многолетних корнеотпрысковых и корневищных видов: бодяк щетинистый, осот полевой, вьюнок полевой и пырей ползучий (рис. 1).

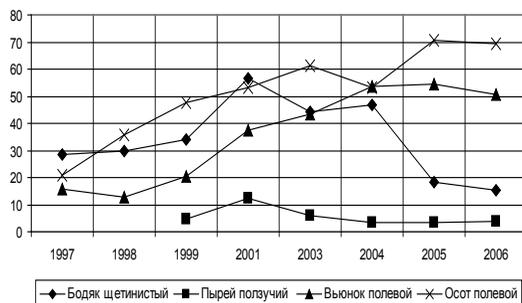


Рис. 1. Площади посевов яровой пшеницы (%), засоренные многолетними видами сорных растений

Десять лет назад бодяком щетинистым было засорено всего 30% территории полей пшеницей яровой, а в 2001 г. уже 60%. Начиная с 2003 г. произошло уменьшение посевной площади, и в 2006 г. всего 15% площади под пшеницей были засорены этим видом. Аналогичная тен-

денция наблюдается и в динамике показателей плотности бодяка щетинистого в посевах пшеницы: к середине исследуемого периода она возрастает, а к окончанию - падает (рис. 2).

Размер посевной площади, засоренной вьюнком полевым, за анализируемый период увеличился, и в настоящее время он засоряет половину посевов пшеницы (рис. 1), что согласуется с данными литературы (Немченко и др., 2004). Показатель плотности вьюнка полевого в посевах пшеницы к окончанию исследуемого периода также возрос (рис. 2).

Засоренность пшеничных полей осотом полевым составляют в настоящее время 70% (в 1997 - 20%) (рис. 1). В течение исследуемого периода возросла не только площадь, но и плотность засорения этим видом (рис. 2).

Из-за сильного уплотнения почвы, вызванного минимализацией ее обработки, не получает сильного развития в посевах пшеницы яровой в этом регионе пырей ползучий, плохо переносящий уплотнение почвы. За исследуемый период не более 10% посевной площади под пшеницей яровой было засорено этим видом (рис. 1).

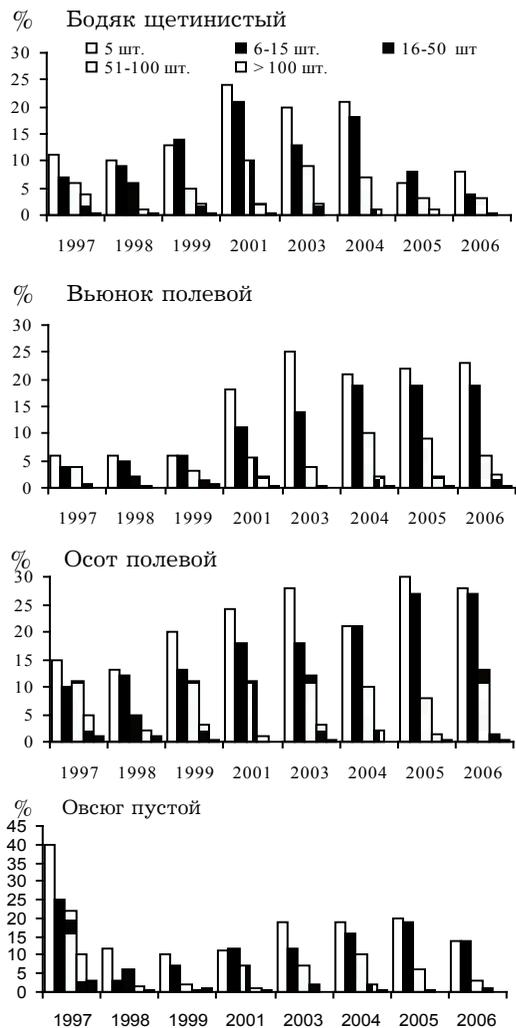


Рис. 2. Показатели долей (%) плотности сорных растений в посевах пшеницы яровой

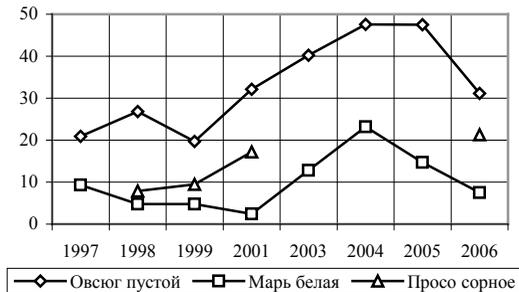


Рис. 3. Площади посевов яровой пшеницы (%), засоренные однолетними видами сорных растений

Из однолетних видов сорных растений, регулярно засоряющих посеvy пшеницы яровой, в материалах Курганской СТАЗР приводится три: овсюг пустой, марь белая и просо сорное (рис. 3).

Овсюг пустой является одним из самых вредоносных видов в этом регионе. Размер засоренной им посевной площади увеличивался с 20% в 1997 до 48% в 2004 г., после чего отмечен спад до 32% (рис. 3) при снижении плотности стояния (рис. 2).

Марь белая регулярно засоряет посеvy пшеницы, но роль этого вида в настоящее время невелика: всего около 7% посевов пшеницы засорены этим видом. Из однолетников в материалах Курганского филиала Россельхозцентра часто упоминается просо сорное. В целом за период исследований посевные площади, засоренные этим видом, увеличились с 7.5% в 1998 г до 20% в настоящее время.

Начиная с 1997 г. по 2004 г. наблюдалось увеличение посевных площадей, засоренных указанными однолетними видами сорных растений, затем показатели стали снижаться и в настоящее время приближаются к исходному уровню, наблюдаемому в конце 1990-х годов.

В целом процесс засорения посевов пшеницы яровой по материалам Курганского ФГУ Россельхозцентра всеми видами сорных растений происходил следующим образом.

В конце 1990-х гг. большая часть (36%) посевных площадей под пшеницей яровой была засорена с обилием до 5 экз/м<sup>2</sup> сорных растений, 23% площади - 6-15 экз/м<sup>2</sup>, 20% площади - 16-50 экз/м<sup>2</sup>, 9% площади - 51-100 экз/м<sup>2</sup> и всего 1% территории полей - с обилием более 100 экз/м<sup>2</sup>. В 1999-2003 гг. около 10% посевной площади под пшеницей яровой было засорено очень сильно - более 100 экз/м<sup>2</sup>.

Ко времени наших обследований посевов пшеницы яровой в Курганской области большая часть посевной площади оказалась засорена с обилием 6-15 экз/м<sup>2</sup>, а 18% посевной площади с обилием 16-50 экз/м<sup>2</sup>. Их общее обилие практически оставалось в эти годы на одном уровне (рис. 4).

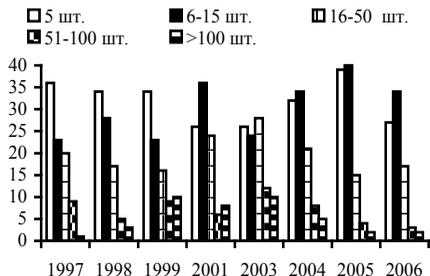


Рис. 4. Динамика общего обилия сорных растений в посевах пшеницы яровой (%)

Мы предприняли попытку объяснить особенности распространения видов сорных растений в агроценозах Курганской области их приуроченностью к почвенно-климатическим условиям Южного Зауралья. Для выявления оптимальных условий произрастания сорных растений были использованы экологические формулы, разработанные для ряда видов (Раменский и др., 1956). В основе формул лежат амплитуды ступеней шкал определенных факторов для основных классов обилия растений. Эти формулы характеризуют экологическую приуроченность растений сенокосов и пастбищ, то есть экологию растений при совместном их существовании в растительных группировках. Поскольку эти формулы разрабатывались для растений на территориях с антропогенно нарушаемым растительным покровом (как и в агроценозе) и для совместно существующих в растительных группировках растений (как и в агроценозе), мы сочли возможным их использование для выявления экологической приуроченности видов сорных растений по факторам увлажнения, плодородия (богатства) и засоленности почвы.

Анализ показал, что в условиях увлажнения лесостепи Южного Зауралья бодяк щетинистый может встречаться в умеренном количестве, в условиях средне-степного увлажнения - в малом, а в сухих степях - единично (Раменский и др., 1956). Бодяк щетинистый предпочитает плодородные почвы (Раменский и др., 1956), к которым относятся обыкновенные и южные черноземы, с показателем кислотности  $pH=7.0-7.5$ . На террито-

рии Курганской области почвы с таким уровнем кислотности расположены, в основном, в южной и юго-западной частях области. В значительном обилии бодяк щетинистый может произрастать также на слабосолончаковых и среднесолончаковых почвах, широко представленных по низинам и поймам рек степных зон, с уровнем  $pH=7.5-8.3$ . Такие почвы на территории Курганской области распространены в юго-восточной ее части, где уровень увлажнения ниже, чем в других зонах области. В центрально-юго-западной части области почвы довольно плодородные, с уровнем  $pH=6.0-7.5$ , что обуславливает умеренный уровень обилия бодяка щетинистого. На неплодородных почвах с  $pH=5.5-6.5$ , расположенных участками преимущественно в северо-западной зоне области, обилие бодяка щетинистого могло бы снижаться (Раменский и др., 1956), но, поскольку здесь более высокий уровень увлажнения, сочетание обоих факторов способствует созданию условий, благоприятствующих произрастанию растений этого вида.

Вьюнок полевой более приурочен к малоувлажненным местообитаниям, чем бодяк щетинистый: он может обильно произрастать в условиях средне-степного увлажнения, характерного для местообитаний лесостепной зоны, покрывающей большую часть Курганской области, чем и объясняется высокая частота встречаемости вьюнка полевого на изучаемой территории. Вьюнок полевой, как и бодяк щетинистый, предпочитает довольно плодородные ( $pH=6.0-7.5$ ) и плодородные почвы ( $pH=7.0-7.5$ ), расположенные в северо-западной, центральной и юго-западной частях области. В умеренном количестве может произрастать на слабо- и среднесолончаковых ( $pH=7.5-8.3$ ) почвах, расположенных в юго-восточной части Курганской области (Раменский и др., 1956). Таким образом, сочетание уровней увлажнения, плодородия и засоленности почв благоприятствует произрастанию как бодяка щетинистого, так и вьюнка полевого на всей территории Курганской области. Оба эти вида регулярно приводятся в материалах Курган-

ской СТАЗР в числе вредоносных для сельскохозяйственных культур сорных растений, что согласуется с данными "Агроатласа" (Афонин и др., 2008) и результатами наших обследований посевов пшеницы яровой в Курганской области.

Осот полевой по сравнению с бодяком щетинистым и вьюнком полевым тяготеет к более увлажненным местообитаниям, чем объясняются более низкие показатели встречаемости, выявленные нами при маршрутном обследовании области. Этим можно объяснить и то, что зона вредоносности осота полевого не захватывает малоувлажненные степные территории юга Курганской области с довольно плодородными почвами (рН=6.0-7.5), которые не предпочитает осот полевой (Афонин и др., 2008). Этот вид хорошо растет на слабо- и среднесолончаковых почвах (Раменский и др., 1956). В целом вся территория Курганской области, за исключением небольшой части крайнего степного юга, представляет собой довольно благоприятную зону для произрастания осота полевого по показателям увлажнения, а также плодородия и засоленности почвы. По данным наших исследований, осот полевой засоряет посевы пшеницы яровой во всех обследованных зонах области и является одним из основных вредоносных объектов.

Овсюг пустой тяготеет к местообитаниям с типом увлажнения, характерным для степной и лесостепной зон. В таежной и сухостепной зонах этот вид встречается значительно реже, а угрозу для земледелия представляет в черноземной полосе: в Поволжье, Зауралье, Северном Казахстане, Западной Сибири. Предпочитает местообитания с сухим жарким летом и незначительными осадками, достаточно высоким плодородием почвы (Афонин и др., 2008). Не только произрастает на всей территории Курганской области (Науменко, 2003), но и вредоносный здесь вид (Немченко и др., 2005; Афонин и др., 2008), регулярно регистрируемый в материалах Курганской СТАЗР. Нами этот вид был отмечен в посевах пшеницы яровой на всех обследованных полях во всех обследованных

зонах области, хотя не всегда в значительном обилии, поскольку с ним ведется борьба. На территории Курганской области овсюг пустой входит в состав вредоносных в посевах пшеницы яровой видов сорняков.

Просо сорное - рудерально-сегетальный вид, не только широко распространено по территории Курганской области (Науменко, 2008), но вредоносен в посевах (Вершинина, Фадеева, 2002; Афонин и др., 2008). В маршрутных обследованиях области отмечен во всех районах. По краям полей пшеницы яровой произрастает часто и обильно. Иногда на всей территории посева с большим процентом проективного покрытия. Для посевов пшеницы яровой представляет опасность как вредоносный сорняк.

Щетинник зеленый тяготеет к местообитаниям свлажно-степным увлажнением, где обычно произрастает в значительном обилии. На местообитаниях со средне степным увлажнением щетинник зеленый может произрастать в умеренном количестве. (Раменский и др., 1956). Щетинник зеленый может массово произрастать на довольно плодородных почвах при рН=7.0-7.5. Такие почвы распространены в юго-западной части области. В материалах Курганской СТАЗР щетинник зеленый указан в числе обычных в посевах видов сорных растений и считается вредоносным на всей территории Южного Зауралья (Афонин и др., 2008). В посевах пшеницы щетинник зеленый может представлять значительную проблему, поскольку является поздним яровым сорняком и не попадает под химическую прополку.

Выделяется значительная группа видов, считающихся по данным научных публикаций вредоносными в посевах на территории Курганской области (Афонин и др., 2008), но не показавшими себя таковыми ни в материалах СТАЗР, ни в наших исследованиях. Один из них - пырей ползучий произрастает на всей территории Курганской области и отнесен курганскими ботаниками к группе опушечно-луговых и рудеральных видов (Науменко, 2008). Этот вид тяготеет к

местообитаниям с влажно-луговым и сыро-луговым увлажнением, где его произрастание может быть массовым. В условиях увлажнения сухих и свежих лугов, также как сырых лугов, его произрастание может быть обильным (Раменский и др., 1956). Таким образом, увлажнение естественных местообитаний лесостепной зоны Курганской области не является оптимальным для произрастания пырея ползучего. Казалось бы, вспаханные территории более увлажненные по сравнению с естественными местообитаниями лесостепи должны благоприятствовать произрастанию пырея ползучего в посевах. Но, с другой стороны, этот вид не переносит уплотнения почвы, которым сопровождается повсеместное применение прямого посева (по стерне) в Южном Зауралье. Несмотря на то что в материалах Курганской СТАЗР этот вид регулярно упоминался в числе сорных растений, однако засорял в течение последнего десятилетия не более 10% посевной площади под пшеницей яровой. В наших обследованиях посевов пшеницы яровой пырей ползучий был отмечен только в северо-западной зоне в небольшом количестве. Вероятно, указанная в "Агроатласе" (Афонин и др., 2008) вредоносность этого вида в Курганской области проявляется в других культурах, скорее всего, в пропашных.

Чина клубневая, горец птичий, горошек мышиный являются обычными для территории Курганской области растениями (Науменко, 2008). Виды тяготеют к местообитаниям с влажно-степным и лугово-степным увлажнением, поэтому в Южном Зауралье встречаются в понижениях рельефа. В целом, условия увлажнения естественных местообитаний Курганской области не являются оптимальными для произрастания здесь этих видов. Поскольку эти виды предпочитают довольно плодородные почвы при  $pH=6.0-7.5$  (9.1) (Раменский и др., 1956), почвенные условия Курганской области благоприятствуют их произрастанию. Несмотря на то что виды признаны вредоносными в Курганской области (Афонин и др., 2008), а в материалах Курган-

ской СТАЗР указаны как сорняки посевов сельскохозяйственных культур, ни по нашим данным, ни по многолетним данным СТАЗР они не представляют опасности для посевов пшеницы яровой.

Подмаренник Вайланта встречается нечасто, преимущественно по долинам рек и тяготеет к западной части Курганской области (Науменко, 2008). Поскольку, как было уже сказано, этот вид обычно идентифицируется работниками сельского хозяйства как подмаренник цепкий, можно считать, что отмеченная для Курганской области зона вредоносности подмаренника цепкого, охватывающая западную часть области (Афонин и др., 2008), относится на самом деле к подмареннику Вайланта. Однако, в материалах Курганской СТАЗР ни один из указанных видов подмаренника не упоминается в числе видов, засоряющих посевы сельскохозяйственных культур часто или обильно. По данным наших исследований, в посевах пшеницы яровой встречается нечасто и в небольшом количестве.

Марь белая, распространенная по территории Курганской области (Науменко, 2003), - рудерально-сегетальный вид с достаточно широкой амплитудой распространения относительно типа увлажнения почвы. Массово может произрастать в условиях сухостепного, средне-степного, влажно-степного увлажнения, на сухих и свежих лугах, обильно - в условиях влажно-лугового увлажнения. В умеренном количестве может встречаться в условиях как сыро-лугового, так и пустынно-степного увлажнения. Марь белая также является видом с очень широкой амплитудой распространения относительно плодородия и засоления почвы. Массово может произрастать на слабосолончаковатых почвах с  $pH=7.5-8.3$ , обильно - на богатых почвах с  $pH=7.0-7.5$ , умеренно - на довольно богатых почвах с  $pH=6.0-7.5$ , мало - на небогатых почвах с  $pH=5.5-6.5$  и единично на бедных кислых почвах с  $pH=5.0-5.6$  (Раменский и др., 1956). Таким образом, на территории Курганской области расположено достаточное количество местообитаний, подходящих по условиям увлажне-

ния, плодородия и засоления почв для произрастания мари белой. По данным Курганской СТАЗР, этот вид засоряет не более 20% территории посевных площадей в Курганской области. И хотя, по данным "Агроатласа", марь белая является вредоносным объектом на территории пахотных земель области (Афонин и др., 2008), вредоносность этого вида не проявляется в культурах сплошного сева, к которым относится пшеница яровая. В этих посевах марь белая является обычным сорным растением, встречается нечасто и в небольшом обилии.

Щирица запрокинутая распространена на территории курганской области (науменко, 2003) и является вредоносным растением (за исключением подтаежной зоны на севере области) (Афонин и др., 2008). Однако, по нашим данным, в посевах пшеницы яровой этот вид встречается нечасто и в небольшом количестве. Скорее всего, вредоносность щирицы запрокинутой на территории Курганской области проявляется в пропашных культурах.

Мелколепестник канадский встречается на территории всей Курганской области (Науменко, 2003). Тяготеет к неплодородным почвам с рН=5.5-6.5 и к местообитаниям с сухостепным, средне-степным, влажно-степным и лугово-степным увлажнением, где может произрастать в умеренных количествах (Раменский и др., 1956). Регулярно отмечается в материалах Курганской СТАЗР как сорняк сельскохозяйственных культур. Отмечено, что в условиях "прямого посева" по стерне на 3-4 год происходит нарастание массы зимующего мелколепестника канадского (Немченко и др., 2004). По данным "Агроатласа" вид считается вредоносным на всей площади пахотных земель в Курганской области (Афонин и др., 2008) и, видимо, может проявить себя таковым при снижении существующего уровня мер борьбы с сорняками в посевах пшеницы яровой.

Капуста полевая и редька дикая встречаются на всей территории Курганской области (Науменко, 2008) и являются здесь вредоносными сорняками в посевах (Афонин и др., 2008), что свиде-

тельствует о том, что почвенно-климатические условия Южного Зауралья способствуют их произрастанию. В наших обследованиях эти виды были зарегистрированы в посевах пшеницы яровой во всех обследованных районах, но не на всех полях и в незначительном количестве, что обусловлено применением различных мер борьбы с однолетними сорняками. По нашим данным, это обычные, равномерно распределенные по области виды, но при регулярном применении химической прополки, успешно подавляемые сорняки в посевах пшеницы яровой.

Марь остистая распространена на территории Курганской области (Науменко, 2008) и, судя по литературным данным, является вредоносным видом (Афонин и др., 2008). Однако, по данным наших исследований, марь остистая в посевах пшеницы яровой присутствует изредка и в небольшом количестве, а также редко приводится в материалах Курганского филиала Россельхозцентра.

Латук татарский тяготеет к местообитаниям со слабосолончаковыми почвами при рН=7.5-8.3, на неплодородных почвах с рН=5.5-6.5 его обилие падает. Вид предпочитает местообитания с сухостепным и средне-степным увлажнением, где может произрастать в заметном обилии (Раменский и др., 1956). Следовательно, на территории Курганской области условия для произрастания этого вида - подходящие. Однако, по данным Курганской СТАЗР, латук татарский в числе обычных видов, засоряющих посева, не упоминается. По нашим данным латук татарский в очень незначительном количестве засоряет посева пшеницы яровой и поэтому для подтверждения данных "Агроатласа" о вредоносности этого вида в Курганской области (Афонин и др., 2008), нужны данные о засорении этим видом других культур.

Латук компасный распространен на территории области (Науменко, 2008), тяготеет к местообитаниям с сухостепным и средне-степным увлажнением, где может произрастать в значительном обилии (Раменский и др., 1956). Следовательно, по условиям увлажнения терри-

тория Курганской области имеет подходящие условия для произрастания этого вида. Латук компасный, как по нашим данным, так и по данным Курганского НИИСХ (Современные средства..., 2006), входит в число обычных видов сорных растений в посевах сельскохозяйственных культур области. По данным "Агроатласа" вид является вредоносным на большей части Курганской области (за исключением ее северной части) (Афонин и др., 2008), однако это касается, по всей видимости, других культур, поскольку в посевах пшеницы яровой латук компасный встречается изредка и с небольшим проективным покрытием.

Польнь обыкновенная распространена по территории всей области (Науменко, 2008) и считается здесь вредоносным видом (Афонин и др., 2008). Может произрастать в умеренном количестве на довольно богатых и богатых почвах с  $pH=6.0-7.5$  и  $pH=7.0-7.5$  и в малом количестве - на небогатых почвах с  $pH=5.5-6.5$  (Раменский и др., 1956). Однако, ни по данным Курганской СТАЗР, ни по данным наших обследований польнь обыкновенная среди обычных видов, засоряющих посевы, не числится. Ботаники относят этот вид в Курганской области к группе опушечно-луговых и рудеральных (Науменко, 2008), что, по нашему мнению, соответствует действительности.

Для ряда видов, приведенных ниже, Курганская область входит в состав зон их основного распространения, но они не являются вредоносными в посевах на ее территории (Науменко, 2008; Афонин и др., 2008). Это щетинник сизый, молочай лозный, ежевник обыкновенный (просо пегушье), трехреберник непахучий (ромашка непахучая), марь многосемянная, марь сизая, горец развесистый, чистец болотный, мать-и-мачеха, - для которых условия местообитаний со средне-степным увлажнением не являются оптимальными для произрастания (Раменский и др., 1956). Эти широко распространенные по региону виды являются обычными видами сорняков в посевах пшеницы яровой, не вредоносными в ней в настоящее время, но в условиях очень

влажного полевого сезона потенциально способными стать объектами, требующими борьбы.

Для таких видов как гречишка вьюнковая, гречиха татарская, ярутка полевая, тяготеющих к местообитаниям с разными уровнями степного увлажнения, территория Курганской области является благоприятной для произрастания. По данным Курганской СТАЗР и наших обследований, эти виды не входят в доминирующую группу поскольку являются ранними яровыми сорняками, хорошо подавляются агротехническими приемами борьбы и не наносят большого вреда (Немченко, 2005). Еще три вида, для которых Курганская область входит в зону основного распространения - василек синий, пастушья сумка обыкновенная, липучка оттопыренная (Афонин и др., 2008). Помимо того, что как ранние яровые эти виды подпадают под действие гербицидов, они предпочитают легкую, рыхлую почву, поэтому не достигают высоких показателей встречаемости и обилия в условиях уплотненного пахотного слоя в прямых посевах по стерне, применяемых на черноземах в Южном Зауралье.

Лопух паутинистый распространен повсеместно по всей Курганской области (Науменко, 2008). Тяготеет к богатым почвам с  $pH=7.0-7.5$  и к местообитаниям с влажно-луговым увлажнением (Раменский и др., 1956), поэтому приурочен к рудеральным местообитаниям в понижениях рельефа и для посевов пшеницы яровой этот вид как сорное растение не актуален.

Одуванчик лекарственный находит на территории Курганской области подходящие условия для произрастания: довольно обилён при увлажнении от сухостепного до сырлугового, а также на небогатых, богатых и солончаковых почвах (Раменский и др., 1956; Афонин и др., 2008). Этот сорняк обычно засоряет многолетние культуры (посевы кормовых многолетних трав) или озимые, а в однолетних культурах не успевает получить достаточного развития. Но при длительном применении на одном поле прямого посева и несоблюдении севооборота создаются благоприятные условия для раз-

вития одуванчика лекарственного.

Нижеприведенные виды встречаются на территории Курганской области спорадически: щирца белая, щирца жминдовидная,

аистник цикutowый, пикульник двунадрезанный и пикульник красивый, дымянка лекарственная, ноннея русская (Науменко, 2008; Афонин и др., 2008).

### **Выводы**

Уровень увлажнения, а также показатели плодородия и засоленности почв благоприятствуют произрастанию бодяка щетиногого, вьюнка полевого, осота полевого, овсяга пустого, проса сорного и щетинника зеленого на всей территории Курганской области, которая является частью зоны вредоносности каждого из этих видов. В посевах пшеницы яровой являются доминирующими видами сорных растений, требующими применения мер борьбы с ними.

Почвенно-климатические условия Курганской области не являются оптимальными для произрастания таких видов как пырей ползучий, чина клубневая, горец птичий, горошек мышиный, подмаренник Вайланта. В поисках влаги, которой им здесь недостает, они тяготеют к местообитаниям в понижениях рельефа (канавам, балкам, поймам рек) и входят в Южном Зауралье в группу опушечно-луговых, лугово-степных и рудеральных видов. В посевах пшеницы яровой либо не встречаются, либо встречаются редко и в небольшом количестве, что можно объяснить повсеместным применением прямого посева (по стерне), не способствующего сохранению необходимого для этих видов количества воды на территории поля (по сравнению со вспашкой).

Для довольно большой группы видов (марь белая, щирца запрокинутая, мелкопестник канадский, капуста полевая, редька дикая, марь остистая, гречишка вьюнковая, василек синий, пастушья сумка обыкновенная, липучка оттопыренная, марь сизая, горец развесистый, гречишка татарская и ярутка полевая) почвенно-климатические условия Южного Зауралья подходят для их успешного произрастания. Все эти виды относятся к группе рудерально-сегетальных, способных с успехом произрастать и на полях, и на сорных местах. Они регулярно засоряют посева пшеницы яровой, но на протяжении последнего десятилетия не

вошли в число доминирующих видов. С одной стороны, это можно объяснить тем, что это - однолетние ранние яровые сорные растения, успешно подавляемые гербицидами, что снижает их обилие и встречаемость в посевах пшеницы яровой. С другой стороны, однолетние виды сорных растений эволюционно приспособлены к оптимальным для них условиям ежегодной вспашки почвы, поэтому широкое применение в последнее десятилетие прямого посева (по стерне), почти не нарушающего пахотного горизонта почвы, также способствует снижению обилия однолетних видов. Эти виды не являются вредоносными в современных сложившихся условиях выращивания пшеницы яровой в Южном Зауралье, но при изменении режима обработки почвы (например, в пропашных культурах) и нарушении системы химической защиты можно прогнозировать выход этих видов в число доминирующих сорных растений. Для подавления этой группы видов сорных растений можно рекомендовать тщательную очистку семенного материала, севообороты с пропашными культурами, а на пропашных культурах - своевременную междурядную обработку почвы.

Многолетние латук татарский, полынь обыкновенная, одуванчик лекарственный, молочай лозный, а также однолетний (иногда - двулетний) латук компасный изредка встречаются на полях пшеницы яровой. Несмотря на то, что почвенно-климатические условия для произрастания этих видов в Курганской области являются благоприятными, ни один из этих видов в течение последнего десятилетия по данным Курганской СТАЗР не вошел в группу доминирующих в посевах пшеницы яровой видов. Эти виды предпочитают более уплотненные рудеральные местообитания, поэтому в значительном обилии произрастают по окраинам полей и обочинам полевых дорог. На более плотных посе-

вах (по стерне) молочай лозный может расселяться очагами по всей территории поля. Успешно подавить развитие этих видов можно, соблюдая севооборот.

Многолетним видам - чистецу болотному и мать-и-мачехе обыкновенной не достает влаги, эти виды расселяются по понижениям рельефа и редки на полях, поэтому не представляют на территории Южного Зауралья никакой проблемы в посевах пшеницы яровой.

Для таких видов, как щетинник сизый, ежовник обыкновенный, трехреберник западный и марь многосемянная почвенно-климатические условия Кур-

ганской области не являются оптимальными, поэтому, хотя Курганская область и входит в зону основного распространения этих видов, они не входят в группу доминирующих в посевах сорняков.

Щирица белая, щирица жминдовидная, аистник цикutowый, noneя русская, дьямянка лекарственная, пикульники двунадрезанный и красивый распространены на территории Курганской области спорадически, почвенно-климатические условия области не являются оптимальными для их произрастания, поэтому в посевах пшеницы яровой встречаются нечасто и в небольшом обилии.

#### Литература

Агроклиматические ресурсы Курганской области. Л., Гидрометеиздат, 1977, 138 с.

Афонин А.Н., Грин С.Л., Дзюбенко Н.И., Фролов А.Н. Агроэкологический атлас России и сопредельных государств: сельскохозяйственные растения, их вредители, болезни и сорняки [Интернет-версия 2.0]. 2008 <http://www.agroatlas.ru>.

Глухих М.А. Обработка почв в Курганской области // Глухих М.А., Калетин Г.А., Попов А.А., Попов А.П. Новосибирск, 1980, 20 с.

Глухих М.А., Апетенок Г.Л., Попов А.П. Влияние способов основной обработки почвы на засоренность посевов // Приемы обработки почвы и влагонакопления в Западной Сибири и Зауралье, СибНИИХоз, 1984, 1, с. 36-40.

Лунева Н.Н. Геоботанический учет засоренности посевов сельскохозяйственных культур // Методы мониторинга и прогноза развития вредных организмов. М.-СПб, 2002, с. 82-88.

Науменко Н.И. Флора и растительность Южного Зауралья. Курганский ГУ, 2008, 512 с.

Науменко Н.И., Суханов Д.В. Список растений южного Зауралья (Курганская область и сопредельные территории России и Казахстана). Методическое пособие. Курганский ГУ, 1999, 36 с.

Научные основы систем земледелия Курганской области: рекомендации // Курганский НИИСХ, Кур-

ган, 2001, 296 с.

Немченко В.В., Рыбина Л.Д. Применение гербицидов в борьбе с сорной растительностью зоны Зауралья // Научно обоснованные системы применения гербицидов для борьбы с сорняками в практике растениеводства. Матер. Третьего международного научно-производственного совещания (Голицыно, ВНИИФ, 20-22 июля 2005 г.). Голицыно, ВНИИФ, 2005, 581 с.

Немченко В.В., Рыбина Л.Д., Иванова Н.П. Применение гербицидов на яровой пшенице в Курганской области // Наука - сельскому хозяйству. Матер. Всероссийской научно-практической конференции. Курган, ГИПП "Зауралье", 2003, с. 198-200.

Немченко В.В., Рыбина Л.Д., Иванова Н.П. Для защиты зерновых культур // Защита и карантин растений, 2004, 10, с. 30-31.

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

Современные средства защиты растений и технологии их применения. Курган, 2006, 348 с.

Холмов В.Г. Минимальная обработка под зерновые культуры в черноземной лесостепи Западной Сибири и Зауралья // Мат. Всерос. семинара по минимализации обработки почвы в почвозащитном земледелии. Омск, 1981, с. 14-19.

### WEED SPECIES COMPOSITION IN SPRING WHEAT CROPS IN THE KURGAN REGION (SOUTHERN TRANS-URALS)

N.N.Luneva, M.V.Tarunin

Spring wheat crop weediness in Southern Trans-Urals depends on regional soil-climatic conditions and features of agricultural system based on the minimal level of soil treatment. Humidification, fertility and soil salinity in Southern Trans-Urals are optimal for growing of many weed species that are harmful for spring wheat crops. However, major annual weed species are depressed because of long-term widespread in the region application of stubbling-in sowing in addition to herbicide effect; that application leads to compaction of arable layer. The soil-climatic conditions of the region are not optimal for many species; therefore, populating spring wheat crops, these species are not harmful.

УДК 632.4:633.11(470)

## ВИРУЛЕНТНОСТЬ И СТРУКТУРА ПОПУЛЯЦИЙ *PUSCINIA TRITICINA* В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ В 2007 ГОДУ

Е.И. Гультяева, О.А. Баранова, А.П. Дмитриев

Всероссийский НИИ защиты растений, Санкт-Петербург

Проведен анализ вирулентности популяций возбудителя бурой ржавчины пшеницы, собранных в РФ в 2007 году, и оценена устойчивость *Lr*-линий в полевых условиях. Выявлено, что гены *Lr9*, *Lr25*, *Lr28*, *Lr29*, *Lr41* сохраняли свою эффективность на протяжении всего периода онтогенеза пшеницы. С использованием международного набора линий-дифференциаторов среди изученных 468 монопустульных изолятов гриба идентифицировано 29 фенотипов вирулентности, среди которых повсеместно доминировали ТНТТ и ТГТТ. Согласно критерию идентичности определены существенные отличия популяций Западно-Сибирского региона от Северо-Кавказского, Центрально-Черноземного и Центрального, а также популяций Северо-Западного региона от всех изученных. В целом, анализ популяций не выявил существенных различий в структуре по сравнению с предыдущими годами, но подтвердил первостепенную значимость влияния выращиваемых сортов на состав популяций гриба и возможную миграцию клонов.

Бурая ржавчина (*Puccinia triticina* Erikss. et Henn.) составляет основу патогенного комплекса пшеницы во всех регионах возделывания. Эпифитотии болезни наблюдаются в Центральном и Поволжских регионах 5-7 раз за десятилетний период, в Северо-Кавказском, Центрально-Черноземном и Волго-Вятском - 2-4 раза. (Sanin et al., 2004). Возделывание болезнестойчивых сортов является наиболее рациональным и экологически безопасным способом защиты. Необходимым условием успеха селекции на устойчивость являются популяционные исследования возбудителя. В результате этих

экспериментов выявляют эффективные гены устойчивости, механизмы изменчивости популяций (в т.ч. обусловленные возделыванием новых сортов пшеницы), уточняются ареалы популяций патогена и пути миграции спор. Результаты многолетнего мониторинга позволяют скоординировать селекцию на устойчивость в различных географических районах.

Цель нашей работы - характеристика популяций бурой ржавчины, собранных в РФ в 2007 г., по вирулентности и фенотипическому составу и оценка эффективности известных *Lr*-генов в полевых условиях.

### Методика исследований

Инфекционный материал, представленный листьями пшеницы с урединепустулами, получен методом почтовых сборов из 29 географических точек следующих регионов РФ: Северо-Западного (Псковская, Новгородская, Ленинградская области, Ярославская области), Центрального (Брянская, Тульская), Центрально-Черноземного (Курская, Липецкая области), Волго-Вятского (Чувашия), Нижневолжского (Саратовская область), Северо-Кавказского (Краснодарский, Ставропольский края, Дагестан), Уральского (Курганская, Оренбургская, Челябинская области) и Западно-Сибирского (Алтайский край, Кемеровская, Томская области). Популяции бурой ржавчины были собраны на производственных посевах и ГСУ с сортов пшеницы Московская 39, Инна, Крепыш, Тризо, Амир, Волжская 15, Святая Кадриль, Иргина, Приокская, Заря, тритикале - в Северо-Западном регионе; Мильтрум, Эстер, тритикале - в Центральном; Московская 39, Безенчукская 380 - в

Центрально-Черноземном; Московская 39 в Волго-Вятском; Жемчужина Поволжья, Саратовская остистая - в Нижневолжском; Таня, Станичная, Победа - Северо-Кавказском; Жигулевская, Терция, Саратовская 90, Л-503, Тулевская, Эритроспермум 59, Ирень - в Уральском; Алтайская 50, Алтайская 325, Новосибирская 29, Ирень - в Западно-Сибирском.

Для тестирования вирулентности использовали набор почти моногенных линий пшеницы, включающий гены *Lr1*, 2a, 2b, 2c, 3a, 3bg, 3ka, 9, 10, 11, 14a, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 24, 25, 26, 28, 29, 30, 44, В, W, 27+31, 41, 42. Для получения монопустульных изолятов и изучения структуры популяций *P. triticina* использованы методы лабораторного культивирования патогена (Михайлова и др., 2000). Тип реакции определяли по шкале E.V.Mains, H.S.Jackson (1926). Всего было изолировано и изучено 468 монопустульных изолятов.

Для обозначения фенотипов использовали буквенную северо-американскую номенклатуру,

основанную на определении вирулентности к 4 наборам изогенных линий, включающих гены: *Lr1*, *Lr2a*, *Lr2c*, *Lr3* - 1 набор; *Lr9*, *Lr16*, *Lr24*, *Lr26* - 2 набор; *Lr3ka*, *Lr11*, *Lr17*, *Lr30* - 3 набор; *LrB*, *Lr10*, *Lr14a*, *Lr18* - 4 набор (Long, Kolmer, 1989).

Для определения сходства популяций использован показатель идентичности, основанный на критерии  $\chi^2$  (Животовский, 1982).

Устойчивость в фазе взрослых растений изучали на опытном поле ВИР (Санкт-Петербург, Пушкин) на фоне искусственного заражения. В исследованиях

использовали полный набор изогенных линий, включающий 50 *Lr*-генов. Степень поражения бурой ржавчиной оценивали по шкале Петерсона (Методы..., 1988). В течение вегетационного сезона проводили три учета интенсивности поражения: первый - при появлении первых симптомов заболевания, последующие - через каждые семь дней. В качестве основного показателя устойчивости использовали данные последнего учета, когда наблюдалось максимальное проявление болезни.

### Результаты исследований

Высокую эффективность по отношению ко всем популяциям и клонам гриба, как и в предыдущие годы исследований, имели гены *Lr9*, *Lr28*, *Lr29*, *Lr41*, *Lr42* (табл. 1).

Изоляты, вирулентные к гену *Lr19*, отмечены в популяциях, собранных в Уральском регионе, их частота составляла 7%. Эффективность гена *Lr19* была утрачена в конце 1990-х годов в регионах Поволжья из-за массового выращивания сортов, защищенных этим геном. Расширение зон районирования сортов с геном *Lr19* и миграционные процессы привели к появлению вирулентных клонов в других регионах. В наших исследованиях клоны, вирулентные к *Lr19*, были выявлены в 2003 г. в Уральском, Средневолжском, Волго-Вятском и Центрально-Черноземном регионах, а в последующие годы - Западно-Сибирском, Нижневолжском и Северо-Кавказском.

В 2007 г. впервые были идентифицированы изоляты, вирулентные к гену *Lr24*. В западно-сибирских популяциях их доля составляла 4%, в популяциях из Центрально-Черноземного и Центрально-го регионов - 2% и 3% соответственно.

Показатели вирулентности к генам *Lr2a*, *Lr15*, *Lr20*, *Lr23*, *Lr44*, *LrW*, *Lr27+31*, как и в предыдущие годы, варьировали в зависимости от региона, но оставалась приблизительно на одинаковом уровне.

В текущем году прослеживается увеличение частоты изолятов, вирулентных к гену *Lr1*, что наблюдается уже с начала 2000-х годов. Этот ген используется во всех дифференцирующих наборах, как в России, так и за рубежом. По результа-

там изучения популяций бурой ржавчины в 1980-1995 гг., проведенного Л.А.Михайловой (2006), были показаны четкие различия по вирулентности к гену *Lr1* между регионами РФ. Вирулентность к этому гену была значительно ниже в европейской части России и на Северном Кавказе, и выше - в Западно-Сибирском. Тенденция увеличения, на наш взгляд, в первую очередь обусловлена массовым возделыванием в Европейских регионах России сортов защищенного геном *Lr1*. По информации, присланной из регионов, сорт Московская 39 является одним из доминирующих в составе выращиваемых сортов и часто служит источником присланного инфекционного материала. Молекулярная идентификация, проведенная нами с использованием SNP-маркера, показала что сорт Московская 39 защищен геном *Lr1*.

Для гена *Lr26* выявлены различия между регионами; наибольшее количество вирулентных изолятов (100%) выявлено в Центральном регионе и наименьшее (27%) - в Центрально-Черноземном. Частота вирулентных к *Lr26* изолятов оставалась на уровне предыдущих лет исследований в Северо-Западном, Северо-Кавказском и Западно-Сибирском регионах и изменялась в других регионах. Молекулярный скрининг российских районированных сортов мягкой пшеницы показал, что более 10% их являются носителями гена *Lr26* (Гультяева и др., 2008). Согласно Госреестру селекционных достижений эти сорта имеют непрерывную зону выращивания в РФ, но наибольшее их количество приурочено к Се-

веро-Кавказскому, Уральскому и Западно-Сибирскому регионам, чем, вероятно,

и обусловлен более высокий показатель вирулентности при анализе популяций.

Таблица 1. Вирулентность популяций *P. triticina* по регионам РФ в 2007 (%)

Lr-гены	Западно-Сибирский	Уральский	Северо-Кавказский	ЦЧР	Центральный	Нижне-волжский	Волго-Вятский	Северо-Западный
<i>Lr1</i>	96	97	78	96	52	100	100	85
<i>Lr2a</i>	98	98	76	96	96	100	100	71
<i>Lr2b</i>	89	95	89	100	97	100	100	89
<i>Lr2c</i>	98	99	100	100	100	100	100	98
<i>Lr3</i>	98	99	93	100	100	100	100	100
<i>Lr3bg</i>	98	100	87	96	97	100	100	100
<i>Lr3ka</i>	96	99	91	93	96	100	100	100
<i>Lr9</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lr10</i>	96	100	100	100	100	100	100	100
<i>Lr11</i>	100	100	100	100	100	100	100	100
<i>Lr14a</i>	100	98	100	100	99	100	100	100
<i>Lr14b</i>	96	99	98	98	88	100	100	100
<i>Lr15</i>	80	92	100	84	80	100	100	76
<i>Lr16</i>	96	98	98	95	97	90	100	94
<i>Lr17</i>	98	99	98	100	100	100	100	100
<i>Lr18</i>	96	97	100	100	97	100	100	96
<i>Lr19</i>	0	7	0	0	0	0	0	0
<i>Lr20</i>	87	93	73	87	99	100	100	89
<i>Lr21</i>	98	97	100	100	99	100	100	100
<i>Lr23</i>	46	51	73	58	84	65	0	65
<i>Lr24</i>	4	0	0	2	3	0	0	4
<i>Lr25</i>	11	1	0	7	1.4	0	0	13
<i>Lr26</i>	72	64	89	27	100	80	0	55
<i>Lr28</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lr29</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lr30</i>	93	100	100	100	100	100	100	100
<i>Lr44</i>	50	86	89	91	94	80	100	96
<i>LrB</i>	87	100	96	100	97	100	100	100
<i>LrW</i>	80	80	80	89	91	90	100	92
<i>Lr27+31</i>	40	42	52	65	56	50	100	87
<i>Lr41</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lr42</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>n</b>	46	92	45	55	69	20	2	139

Частота других аллелей вирулентности была высокой во всех изученных образцах популяций и, как и в предыдущие годы исследований, составляла 80-100%. Объяснить высокую встречаемость вирулентности к ряду генов позволил молекулярно-генетический скрининг. С использованием ДНК-маркеров было показано, что около 45% российских сортов защищены геном *Lr10* (Гультияева и др., 2008). Ген *Lr10* одним из первых начали использовать в селекционных учреждениях России. Первыми его носителями были районированные в середине 50-х годов яровые сорта Скала и Саратовская

29. В дальнейшем этот список ежегодно пополнялся. Широкое распространение сортов с геном *Lr10*, естественно, повлекло накопление в популяции патогена вирулентных клонов, в результате чего ген утратил свою эффективность.

Изучение эффективности в полевых условиях показало, что линии с генами *Lr9*, *Lr24*, *Lr25*, *Lr28*, *Lr29*, *Lr41*, *Lr49* оставались свободными от инфекции на протяжении всего периода вегетации. Линии *Lr27+31*, *Lr48*, *Lr50* имели степень поражения до 5% и относились к группе среднеустойчивых. Поражение линий *TcLr17*, *Lr21*, *Lr23*, *LrW*, *Lr46*

варьировало от 15 до 30%, что позволяет отнести их к группе умеренно восприимчивых. Линии TcLr44 и Lr14b имели поражение от 30 до 50%. Все остальные линии были поражены на уровне восприимчивого контрольного сорта Thatcher (80-100%).

Таким образом, в результате экспериментов выявлено, что гены *Lr9*, *Lr25*, *Lr28*, *Lr29*, *Lr41* являлись высокоэффективными в РФ на протяжении всего периода онтогенеза пшеницы. Остальные изученные гены имели ограниченную эффективность.

Определение степени сходства по фенотипическому составу споровых образцов популяций, собранных в различных географических точках, позволяет судить о принадлежности их к одной или разным

генеральным популяциям, и в результате определить ареалы популяций. Появление в популяции фенотипов, характерных для другой популяции, может явиться результатом миграции спор. С использованием международного набора линий-дифференциаторов среди изученных 468 монопустульных изолятов гриба выявили 29 фенотипов вирулентности (табл. 2). Определено, что как и в предыдущие годы доминирующими являлись фенотипы ТНТТ и ТГТТ, различающиеся между собой по вирулентности к гену *Lr26*. По сравнению с предыдущими годами исследований во всех регионах существенно снизилась доля фенотипов FGТТ и FНТТ, которые до 2003 г. доминировали во всех популяциях из европейской части России.

Таблица 2. Фенотипический состав популяций *P. triticina* по регионам РФ в 2007 г. (%)

Фенотип вирулентности	Западно-Сибирский	Уральский	Северо-Кавказский	ЦЧР	Центральный	Нижне-волжский	Волго-Вятский	Северо-Западный
FGТТ				2				10
FНТТ		1	27	2	4			1
GGJP	2							
JGТТ		1						1
JHKT					1			
KGST	2							2
KGТТ		1						
KНТТ		1			42			
MGTS								1
MGТТ								1
PGTS								2
PGТТ								11
PHRD	2							
PНТТ			2					
STKT			2					
STТТ			2					
TBТТ		2						
TCST	2							
TCTT	2							
TGKT				2				
TGRT		1						
TGТТ	24	28	7	62		25	100	21
THKT	2			5	1			
THSK	2							
THТJ	2							
THTK	2							
THTR		12						
THTS		2						
THТТ	57	62	60	27	52	75		48
n	46	92	45	55	69	20	2	139

n- количество проанализированных изолятов гриба.

В 2007 г. в Северо-Западном регионе впервые отмечены фенотипы PGTS, MGTS, JGTT, Центральном - ТНКТ, ТНКТ, TGKT, Северо-Кавказском - STTT, STKT, Центральном - КНТТ, JHKT, FHKT, Уральском - TGRT, ТВТТ, КНТТ, KGTT, JGTT, Западно-Сибирском - ТНКТ, ТНТJ, ТНСК.

Согласно показателю идентичности выявлены отличия в популяционном составе по регионам (табл. 3). Как и в предыдущие годы, обнаружены существенные различия популяций Западно-Сибирского региона от Северо-Кавказских, ЦЧР и Центрального региона, а также популяций Северо-Западного региона от других изученных популяций. Не отмечено значимых различий между

популяциями Западно-Сибирского региона и Уральского, а также популяций из ЦЧР с уральскими, северо-кавказскими и нижневолжскими. Отмеченные резкие отличия популяций из Центрального региона от таковых в других изучаемых в 2007 г. регионах и от предыдущих лет исследований, на наш взгляд, обусловлены, в первую очередь ограниченным количеством анализируемого инфекционного материала, полученного в основном на тритикале. Таким образом, границы популяций возбудителя бурой ржавчины в РФ в целом соответствуют градации, предложенной Л.А.Михайловой (2006), которая по результатам исследований 1980-2000 гг. выделила на территории СНГ кавказскую, европейскую и западно-азиатскую популяции.

Таблица 3. Сходство популяций *P. triticina*, собранных в регионах РФ в 2007 г.

Регионы	2	3	4	5	6	7	8
1. Уральский	14						
2. Северо-Кавказский	43*	59*					
3. ЦЧР	27*	7	88				
4. Центральный	54*	68*	73*	73*			
5. Нижневолжский	7	35*	16	14	25*		
6. Волго-Вятский	4	4	2	5	3	1	
7. Северо-Западный	37*	32*	112*	61*	92*	14	3

\*Различия существенны по критерию  $\chi^2$  при  $P \geq 0.95$ .

В целом, анализ популяций бурой ржавчины, собранных в 2007 г. в РФ, не выявил существенных различий по сравнению с 2006 г. и подтвердил первостепенную значимость влияния сортов на состав популяций и возможную миграцию клонов. Данный факт особенно корректен для клонов, вирулентных к гену *Lr19*. Как известно, защищенные этим геном сорта преимущественно выращиваются в Поволжском и Уральском регионах, где вирулентность к гену *Lr19* стабильно нарастает. Однако в течение последних лет аналогичные изоляты отмечаются в других зонах, где сорта с геном *Lr19* отсутствуют. Поскольку зона возделывания пшеницы на территории

РФ является практически непрерывной, то динамика фенологии пшеницы в пространстве может обеспечить беспрепятственное продвижение инфекции в направлении с запада на восток.

В результате анализа вирулентности выявлена отчетливая зависимость полученных результатов от используемого инфекционного материала. Доминирование в изучаемом материале каких-либо нерепрезентативных источников инфекции приводит к некорректности результатов анализа популяций, как это выявлено в 2007 г. в Центральном регионе. В связи с этим особую значимость имеет информация о *Lr*-генах у сортов-источников инфекции.

#### Литература

Гулятьева Е.И. и др. Молекулярная идентификация генов устойчивости к бурой ржавчине у сортов мягкой пшеницы, районированных в Российской Федерации // Вторая Всероссийская конфе-

ренция "Современные проблемы иммунитета растений к вредным организмам", Санкт-Петербург, 29 сентября - 2 октября 2008 г., СПб, 2008, с. 122-125.

Животовский Л.А. Показатели популяционной

изменчивости по полиморфным признакам // Фенетика популяций, М., Наука, 1982, с. 38-39.

Методы селекции и оценки устойчивости пшеницы и ячменя к основным болезням в странах-членах СЭВ. Прага, 1988, 322 с.

Михайлова Л.А. Генетика взаимоотношений возбудителя бурой ржавчины и пшеницы. СПб, ВНИИЗР, 2006, 80 с.

Михайлова Л.А. и др. Методы исследования структуры популяций возбудителя бурой ржавчины пшеницы *Puccinia recondita* Rob.ex Desm.f.sp.tritici // Иммуногенетические методы создания устойчивых к вредным организмам сортов (Методические рекомендации). ВИЗР, 2000, 26 с.

Kolomiets T.M et al. Postulated resistance genes in cultivars and lines with alien genes to wheat leaf rust //

Proceeding of 11<sup>th</sup> International Cereal Rusts and Powdery Mildews Conference, John Innes Centre, Norwich, England : 22<sup>nd</sup> to 27<sup>th</sup> August 2004. Abstract №2.32.

Long D.L., Kolmer J.J. A North American system of nomenclature for *Puccinia recondita* f. sp. tritici // Phytopathology, 1989, 79, p. 525-529.

Mains E.B., Jackson H.S. Physiological specialization in leaf rust of wheat, *Puccinia triticina* Erikss // Phytopathology, 1926, 16, p. 89-120.

Sanin S.S., Nazarova L.N., Ibragimov T.Z. The modern epidemiological situation of cereal rusts in European Russia // Proceeding of 11<sup>th</sup> International Cereal Rusts and Powdery Mildews Conference, John Innes Centre, Norwich, England : 22<sup>nd</sup> to 27<sup>th</sup> August 2004. Abstract №2.25.

Работа выполнена при частичной поддержке гранта РФФИ 07-04-01455-а.

## VIRULENCE AND POPULATION STRUCTURE OF PUCCINIA TRITICINA IN RUSSIAN FEDERATION IN 2007

E.I.Gulyaeva, O.A.Baranova, A.P.Dmitriev

The population virulence of wheat brown rust agent collected in the Russian Federation in 2007 has been analyzed, and resistance of Lr-lines in field conditions has been estimated. It has been detected, that the genes Lr9, Lr25, Lr28, Lr29, Lr41 maintained their efficiency during the whole period of wheat ontogenesis. Using an international set of differentiator lines, 29 phenotypes of virulence have been identified in studied 468 monopustular isolates of the fungus with predomination of THTT and TGTT. According to criterion of identity, important differences have been detected between the West-Siberian population and North-Caucasian, Central-Chernozem and Central regional populations, and also between North-Western population and all other studied ones. Generally, the population analysis has not detected considerable differences in structure in comparison with previous years, but it confirmed the primary influence of cultivated varieties on population structure of the fungus and on possible clone migration.

УДК 633.11:595.754

## МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОРАСТАНИЯ ЗЕРНОВОК ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ПРИ ИХ ПОВРЕЖДЕНИИ ВРЕДНОЙ ЧЕРЕПАШКОЙ

А.В. Капусткина

Всероссийский НИИ защиты растений, Санкт - Петербург

Проведено изучение влияния различных типов повреждений зерновок пшеницы клопами вредной черепашки на рост и развитие проростков. Установлено, что при прорастании поврежденных вредной черепашкой зерновок пшеницы наблюдаются нарушения сложного комплекса физиолого-биохимических и морфо-физиологических процессов. Показаны изменения в рациональном потреблении запасных биополимеров поврежденных зерновок, необходимых для нормального роста и развития проростков, в период их гетеротрофного и мезотрофного питания. Такого рода патологические нарушения оказывают существенное влияние на посевные качества семян и продуктивность растений.

Пшеницу повреждают около 130 видов насекомых. Наиболее существенный вред пшенице наносит вредная черепашка (*Eurygaster integriceps* Put.). Вредят как имаго, так и личинки, причем повреждения очень разнообразны как по своему характеру, так и последствиям. Основным «инструментом» процесса питания и пищеварения вредной черепашки и одним из главных факторов воздействия на растение являются ферменты, вырабатываемые секреторными центрами пищеварительного тракта. Гидролазы вредителя способны расщеплять все основные биополимеры растений - белки, углеводы, липиды (Вилкова, 1968,1979; Шапиро, 1985).

Семена являются важнейшим, а зачастую - единственным средством размножения растений. В семени закодирован весь объем наследственной информации и запрограммированы закономерности онтогенеза растений. Для осуществления функции размножения в семенах формируются значительные фонды запасных метаболитов, служащих единственным источником органических веществ на ранних стадиях прорастания (Мокроносов, Холодова, 1990; Николаева, 2001).

Прорастание семян, рост и развитие проростков связаны со сложным комплексом протекающих в организме физиолого-биохимических процессов (Овчаров, 1969,1973; Реймерс, Илли, 1973; Ржанова, 1975). Обмен веществ, его интенсивность и направленность рассматриваются как основной ведущий фактор,

определяющий общий характер развития растений, прохождение ими отдельных этапов органогенеза. В ходе индивидуального развития имеют место не только количественные, но и глубокие качественные изменения в общем характере метаболических реакций организма. С ними непосредственно связана способность растений к непрерывному образованию качественно новых клеток, тканей и органов. Любые изменения в ходе отдельных физиолого-биохимических процессов обусловлены соответствующими сдвигами в деятельности ферментативного аппарата. При повышении активности покоящихся тканей происходит мобилизация запасных веществ семян, которые преобразуются в осмотически активные соединения. Эти сложные процессы сопровождаются поглощением воды, усилением дыхания, делением и ростом клеток зародышевых меристем, дифференциацией тканей и органов растения. Увеличение активности ферментов отмечается немедленно вслед за набуханием семян, еще до появления каких-либо видимых признаков роста.

Метаболизм веществ, связанный с превращением одних соединений в другие и с передвижением транспортных форм биополимеров из запасяющей ткани в развивающийся проросток, обеспечивается энергетическими процессами (Рубин и др., 1975). При этом энергия, освобожденная в процессе дыхания зерновок, используется на передвижение веществ, находящихся в

легко усвояемой форме, в проростки.

Выявлено, что процессы распада запасных биополимеров и синтез жизненно необходимых соединений и их рациональное использование для новообразований тканей зародыша могут изменяться при воздействии различных факторов. Исследованиями К.Т.Сухорукова (1957), Е.И.Ржановой (1975) и др. показано, что воздействие физиологически активных соединений и прочих неблагоприятных факторов на ход прорастания семян вызывает угнетение синтетических процессов и выключение окислительных процессов из общего цикла превращения веществ.

Многочисленными исследованиями (Кретович и др., 1943; Виноградова, Покровская, 1967; Вилкова, 1968,1973; Вилкова, Шапиро, 1968,1970; Вилкова, Экман, 1970; Вилкова и др., 1970,1971; Покровская и др., 1971; Чиликина и др. 1974; Шапиро, Вилкова, 1976) установлено, что повреждения, наносимые вредной черепашкой в результате внекишечного пищеварения, существенно изменяют состав и физико-химические свойства белков, углеводов и липидов зерновок пшеницы. По мнению З.Г.Тома, К.В.Морару (1993), наблюдается идентичность действия на клейковинные белки в прорастающих семенах как эндогенных протеолитических ферментов зерновки, так и экзогенных пищеварительных ферментов, введенных вредной черепашкой.

Если в отношении изучения воздействия вредной черепашки на хлебопекарные качества зерна пшеницы проведена большая работа, то вопросы влияния различной степени поврежденности зерновок клопами на посевные качества семян, рост и развитие растений на ранних

этапах органогенеза недостаточно затронуты исследователями.

Ряд авторов (Кириченко, 1951; Скребцова, 2007) констатируют, что зерновки пшеницы, поврежденные вредной черепашкой, снижают энергию прорастания и лабораторную всхожесть. Имеется ряд ориентировочных исследований о неодонозначном влиянии поврежденности зерна пшеницы хлебными клопами (*Eurygaster integriceps*, *E. maura*, *Aelia acuminata*, *A. rostrata*) на его всхожесть при посеве. Установлено, что поврежденные зерновки злаков менее стойки при хранении и сильнее заражаются различными патогенами (Мишустин, Трисвятский, 1963; Чазов, 1973; Черкасов, Квасов, 2005).

Очень важным обстоятельством является то, что вредная черепашка при питании на зерновках злаков способна вызывать не только количественные потери, используя часть основных биополимеров эндосперма для поддержания своей жизнедеятельности, но и глубокие качественные изменения состава и физико-химических свойств запасных веществ семян, возникающих под воздействием вводимых ею гидролаз, активность которых сохраняется в зерновках длительное время. Это, на наш взгляд, может являться одной из существенных причин нарушения процесса прорастания зерновок.

В связи с недостаточностью сведений об изменении урожайных качеств зерновок, поврежденных вредной черепашкой, морфофизиологических особенностей их прорастания было проведено изучение влияния различных типов повреждений зерновок пшеницы клопами на рост и развитие проростков в период их гетеротрофного и мезотрофного питания.

#### Методика исследований

Объектом исследований служили сорта озимой мягкой пшеницы, имеющие Государственную регистрацию в реестре селекционных достижений для использования в Северо-Кавказском регионе РФ, различающиеся по степени поврежденности зерновок вредной черепашкой.

Оценку посевных качеств зерна определяли в соответствии с ГОСТом 12038-66 «Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести».

Отбор образцов зерна для анализа на повреж-

денность вредной черепашкой проводили в соответствии с ГОСТом 13586.4-83 «Зерно. Методы определения зараженности и поврежденности вредителями». Для определения количественных и качественных параметров поврежденности зерна по каждому сорту анализировали 500 зерен (5 проб по 100 зерен). Степень поврежденности зерновок определяли в соответствии с разработанными в лаборатории энтомологии и иммунитета растений к вредителям ВИЗР методами инфракрасной микроскопии

и компьютерного сканирования по 5-балльной шкале (Вилкова и др., 1976; Вилкова, Нефедова, патент №2278502 РФ, 2006):

**1 балл** - на зерновке одно небольшое пятно, его видимая площадь под микроскопом (окуляр 4<sup>x</sup>, объектив 3,5<sup>x</sup>) составляет 0,75-1,5 мм<sup>2</sup>;

**2 балл** - на зерновке одно или два пятна, занимающих в 1/4 - 1/5 часть зерновки. Общая площадь пятен 2 - 3 мм<sup>2</sup>;

**3 балл** - пятна занимают около 1/3 зерновки, общая площадь пятен 4-6 мм<sup>2</sup>;

**4 балл** - зерновка слабо деформирована. Пятна занимают более 1/3 зерновки, их площадь составляет 7-10 мм<sup>2</sup>;

**5 балл** - зерновка полностью деформирована. Для сравнительной характеристики развития основных структур проростков, выросших из зерновок, поврежденных вредной черепашкой, использовали методы определения «силы роста» семян

(Хорошайлов, Лихачев, 1975; Лихачев, 1990). Для биологической и хозяйственной оценки исследуемых образцов зерна рассчитывали коэффициент эффективности использования запасных питательных веществ зерновок в процессе их прорастания и в начальный период роста и развития проростков (Ржанова, 1975).

Коэффициент эффективности использования запасных питательных веществ зерновок (КЭФ) определяли как отношение количества синтезированного вещества в процессе роста зародыша и начального роста растения к количеству затраченных запасных веществ эндосперма за определенный отрезок времени по массе проростков и линейному росту их структур (длина coleoptиле, первого зародышевого листа, количество зародышевых корней). Для анализа патологических процессов структур проростков пшеницы в процессе их роста и развития использовали методику П.Веллингтона (1973).

### Результаты исследований

Для оценки качества посевного материала в мировой семеноводческой практике используют показатели всхожести, энергии прорастания и жизнеспособности семян. Согласно ГОСТу всхожесть - это способность зерновок формировать нормальные проростки за определенный срок при оптимальных условиях их проращивания. Всхожесть определяется отношением числа нормально проросших зерновок к их количеству, взятому для анализа, выраженным в процентах. Б.С.Лихачев (1990) основным критерием нормального прорастания семян считает

жизнедеятельное состояние клеток зародыша, определяющее целостность его структур и их метаболическую активность. При этом жизнеспособные зерновки могут иметь различное состояние или различную степень жизнеспособности, что определяет разнокачественность появления всходов в полевых условиях.

В результате проведенных нами исследований было установлено значительное снижение лабораторной всхожести зерновок пшеницы, поврежденных вредной черепашкой, по сравнению с неповрежденными зерновками (табл. 1).

Таблица 1. Посевные качества зерновок озимой пшеницы, в различной степени поврежденных вредной черепашкой

Сорта	Энергия прорастания, %			Лабораторная всхожесть, %		
	Неповрежденные зерновки	Поврежденные		Неповрежденные зерновки	Поврежденные	
		1-2 балл	3-4 балл		1-2 балл	3-4 балл
Актер	100	97	100	95	91	86
Грация	100	80	100	100	80	60
Девиз	100	75	100	90	60	33
Донской маяк	100	80	60	85	45	30

При этом были отмечены высокие показатели энергии прорастания зерновок сортов пшеницы Актер, Грация и Девиз, поврежденных по 3-4 баллу. По-видимому, такое дружное прорастание в период набухания зерновок и начального роста структур зародыша связано с ускорением проходящих в них физиолого-биохимических процессов в результате усиления активности как ферментатив-

ного комплекса зерновок, так и в результате воздействия гидролаз, введенных вредной черепашкой.

Лабораторная всхожесть неповрежденных зерновок разных сортов пшеницы находилась в пределах 85-100%. Особенно существенное снижение лабораторной всхожести (до 30-60%) было отмечено при сильном (3-4 балла) повреждении клопами зерновок сортов Грация,

Девиз и Донской маяк. Зерновки этих же сортов пшеницы, поврежденные вредителем по 1-2 баллу, также имели довольно низкие (от 80 до 45%) показатели лабораторной всхожести, не соответствующие требованиям общепринятых стандартов посевных качеств семян. Согласно требованиям ГОСТа показатель лабораторной всхожести семян пшеницы I класса должен быть не ниже 95%, II класса - не ниже 92% и 90% для III класса. Посев некондиционными семенами, как это имеет место при повреждении пшеницы вредной черепашкой, для получения оптимальной густоты стояния растений на единице площади сопровождается значительными непроизводительными затратами.

Работами М.И.Княгиничева (1951), Ф.М.Куперман (1963), П.А.Генкеля (1969), В.К.Андреева (1993) установлена существенная зависимость возникновения нарушений в ходе прорастания зерновок пшеницы в связи с особенностями локализации запасных биополимеров в эндосперме (призародышевая часть спинки, зона верхушки) и алейронового слоя. Так, удаление части спинки вблизи за-

родыша при прорастании зерновок вызывает различного рода физиолого-биохимические и морфологические аномалии проростков.

Оценка морфофизиологического состояния проростков является обязательным компонентом изучения особенностей прорастания семян. Определение энергии прорастания и всхожести по стандартным методам не дает полной информации о морфологических и физиологических различиях состояния проростков, отражающих особенности органообразовательных процессов и степень их развития.

В результате проведенных нами исследований установлено, что питание вредной черепашки на зерновках пшеницы и вызываемые ею различные типы повреждений оказывают существенное влияние на интенсивность роста и развития проростков и приводят к различного типа патологическим нарушениям их структур (табл. 2, рис. 1, 2, 3).

Выявлено, что проростки, выросшие из поврежденных зерновок, отстают в росте и развитии по сравнению с проростками, выросшими из неповрежденных зерновок.

Таблица 2. Влияние различной степени поврежденности зерновок озимой пшеницы вредной черепашкой на рост и развитие морфологических структур осевой части проростков

Сорта	Средняя длина, см						Количество зародышевых корней, шт.			
	Колеоптиле		Первый лист							
	Неповрежденные зерновки	Поврежденные	Неповрежденные зерновки	Поврежденные	Неповрежденные зерновки	Поврежденные	Неповрежденные зерновки	Поврежденные	Неповрежденные зерновки	
	1-2 балл	3-4 балл	1-2 балл	3-4 балл	1-2 балл	3-4 балл	1-2 балл	3-4 балл	1-2 балл	3-4 балл
Актер	4.5	4.2	4.2	12.6	11.7	11.7	5	5	5	5
Девиз	3.4	3.4	3.2	14.2	9.8	10.0	4	3	3	3
Донской маяк	3.0	2.1	1.5	9.1	5.5	3.3	4	3	2	2

Неповрежденные зерновки в процессе прорастания на 7 сутки формируют проростки, основные структуры которых развиваются нормально. Основная часть таких зерновок в зависимости от сорта пшеницы образует от 4 до 6 зародышевых корней, средняя длина колеоптиле при этом составляет от 3 до 4.5 см, средняя длина первого листа - от 9 до 12.6 см.

Наши наблюдения показывают, что повреждение зерновок клопами, особенно

по 3-4 баллам, оказывает существенное влияние на рост надземных органов растений - колеоптиле и первого листа, имеющих важное значение в появлении полноценных всходов в полевых условиях. Так, зерновки пшеницы сорта Донской маяк, поврежденные по 3-4 баллам, образуют очень короткое колеоптиле длиной всего 1.5 см (в 2 раза короче по сравнению с неповрежденными зерновками), длина первого листа у таких проростков в среднем составляет 3.3 см (в 3

раза короче, чем у контрольных растений). Проростки при этом характеризуются также слабым (в среднем образуется 2 зародышевых корня при норме 5-6 корней) развитием зародышевой корневой системы. Известно, что проростки, формирующие короткое колеоптиле и короткий первый лист, в полевых условиях оказываются нежизнеспособными и часто погибают, особенно при глубокой заделке семян в почву.

Анализ морфофизиологического состояния проростков, выросших из зерновок, поврежденных вредной черепашкой в разной степени, позволил определить степень аномальности их развития. Патологические изменения, возникающие на начальных этапах развития проростков, оказывают существенное влияние на их жизнеспособность и потенциальную продуктивность. Об этом свидетельствуют и данные других исследователей, показавших, что большая часть аномально прорастающих семян погибает в полевых условиях, а из

остальных развиваются неполноценные растения с низкой семенной продуктивностью (Ермилов, 1964; Лихачев, 1990).

Патологические нарушения в архитектонике проростков начинают проявляться уже на 3 сутки после начала прорастивания, но особенно четкими эти изменения становятся на 7 сутки. В результате нарушения механизмов общей регуляции совокупности процессов прорастания семян возникают различного типа аномалии. Детальный анализ развития патологических нарушений структур проростков у поврежденных вредной черепашкой зерновок в процессе их прорастания позволил выявить 3 типа аномалий:

**1 тип** характеризуется нарушениями развития зародышевой корневой системы, что проявляется в отсутствии зародышевых корней; развитии 1-2 нитевидных зародышевых корней; повреждении апикальной зоны роста корней; образовании на корнях «перехватов», достигающих проводящих тканей (рис. 1).



Рис. 1. Аномалии развития зародышевой корневой системы

1- отсутствие корней, 2- развивается короткий корень, 3- нитевидные корни с "перехватами" без четко выраженной апикальной зоны роста

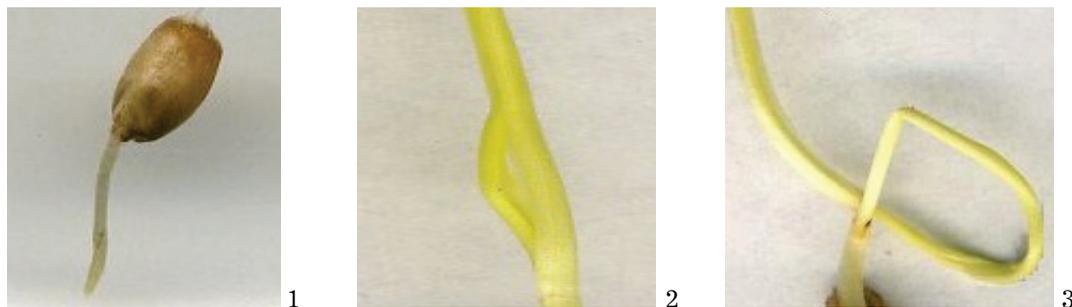


Рис. 2. Аномальное развитие зародышевого побега

1 - отсутствие побега, 2,3- различного рода деформации побега при выходе из колеоптиле



Рис. 3. Комбинированное anomальное развитие проростка.

1 - отсутствие зародышевых корней и побега; 2- слабое развитие зародышевой корневой системы и побега; 3- нитевидные корни без четко выраженной зоны апикального роста; деформированный, короткий побег

**2 тип** характеризуется нарушениями развития зародышевого побега, что проявляется в отсутствии побега, его слабом развитии, различного рода деформации coleoptиле и первого зародышевого листа («перехваты», расщепление, петлеобразный изгиб и др.), нарушение фототропической реакции у побега (рис. 2);

**3 тип** характеризуется комбинированным anomальным развитием всего проростка, включающим anomalies развития зародышевой корневой системы и побега (рис. 3).

Анализ патологических нарушений, проведенный на проростках разных сортов пшеницы (более 200 шт.), показал, что количество anomальных проростков зависит от генотипа и степени поврежденности зерновок вредной черепашкой и колеблется в пределах от 31 до 63% (рис. 4).

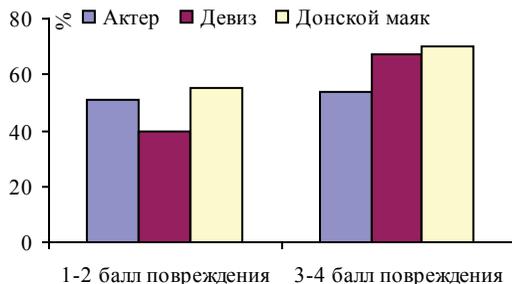


Рис. 4. Проявление патологических нарушений структур проростков пшеницы в зависимости от степени повреждения зерновок вредной черепашкой

В результате работы было выявлено, что наибольшее количество anomальных проростков с комбинированной патологией развития зародышевой корневой системы и побега (3 тип) формируется из зерновок, имеющих 3-4 балла повреждения.

Сильно повреждаемые вредной черепашкой сорта озимой пшеницы Актер и Донской маяк характеризуются формированием наибольшего числа anomальных проростков.

Так, у сорта Актер при повреждении зерновок по 1-2 баллам количество anomальных проростков достигает 51%, по 3-4 баллам - 54%, из которых 18% в первом случае и 22% во втором имеют комбинированную патологию. Зерновки сорта Донской маяк при их повреждении клопами по 1-2 баллам формируют 55% anomальных проростков, а при повреждении по 3-4 баллам число проростков с такой патологией достигает 70%. У проростков, выросших из зерновок, поврежденных по 1-2 баллам, преимущественно наблюдается anomальное развитие зародышевой корневой системы (1 тип).

Запасные биополимеры (белки, углеводы, липиды), содержащиеся в эндосперме зерновок, являются основным строительным и энергетическим материалом для формирования проростков. Рост и развитие проростка зависят от количества запасных веществ в зерновке, скорости их распада под воздействием ферментов и скорости транспорти-

ровки продуктов гидролиза.

В результате исследований выявлены значительные различия в эффективности использования запасных биополимеров зерновок озимой пшеницы, имеющих различные типы повреждений клопами, в процессе их прорастания и начального периода роста (рис. 5, 6).

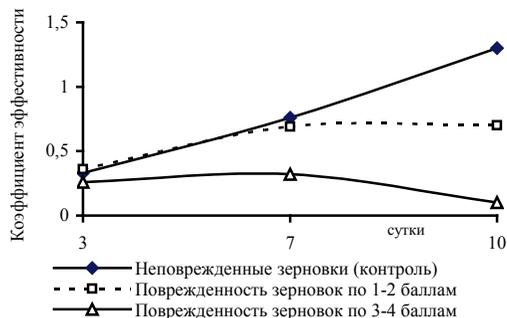


Рис. 5. Коэффициент эффективности использования запасных биополимеров зерновок пшеницы (КЭФ), поврежденных вредной черепашкой, в процессе прорастания и начального периода роста и развития проростков (сорт Донской маяк, Азовский район Ростовской области, 2008 г.)

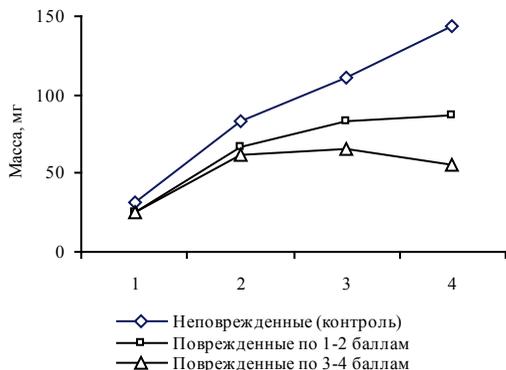


Рис. 6. Динамика роста осевой части проростков пшеницы в зависимости от степени поврежденности зерновок вредной черепашкой (сорт Донской маяк, Ростовская область, 2008)

Фазы развития проростков: 1- воздушно-сухие зерновки, 2- набухание зерновок, 3- рост и развитие осевых органов, 4- становление проростка

В процессе роста и развития проростков, выросших из зерновок, не имеющих повреждений вредной черепашки, наблюдается увеличение (от 0,33 на тре-

тью сутки до 1,28 на десятые сутки) коэффициента использования запасных биополимеров эндосперма, расходуемых на синтетические процессы. Среднее значение КЭФ по этому варианту составляет 0,79. При повреждении зерновок по 1-2 баллам среднее значение КЭФ снижается до 0,6. При сильном (3-4 балла) повреждении зерновок пшеницы вредной черепашкой происходит резкое снижение расхода запасных биополимеров на рост осевых органов проростка и его нормальное развитие. Показатель КЭФ на седьмые сутки в сравнении с другими вариантами снижается в 2 раза и более, а на 10 сутки резко падает до 0,11. Прирост массы осевой части проростков, сформировавшихся из зерновок, имеющих повреждения по 1-2 баллам, составляет 2,7 мг, что более чем в 10 раз ниже по сравнению с приростом массы проростков, выросших из неповрежденных зерновок. При повреждении зерновок клопами по 3-4 баллам масса осевой части проростка не увеличивается.

Значительные различия в эффективности использования запасных биополимеров зерновки, особенно в сильной степени поврежденных клопами (3-4 балла), свидетельствуют о существенном снижении процессов обмена веществ в прорастающих зерновках, что вызывает угнетение проростков. Вероятно, это происходит в результате нарушения метаболизма веществ и энергии, связанных с превращением одних соединений в другие, и передвижением транспортных форм биополимеров из запасяющей ткани в развивающийся проросток. При этом энергия, освобожденная при окислении, не расходуется на синтетические реакции, а выделяется при дыхании в виде тепла, что делает этот процесс малопродуктивным.

Таким образом, описанные выше морфологические и патологические нарушения, возникающие в процессе прорастания зерновок пшеницы, поврежденных вредной черепашкой, преимущественно возникают в результате нарушения синхронности процессов гидролиза и синтеза необходимых мобильных соединений и их рационального использования.

## Заключение

На качество семенного материала большое влияние оказывают абиотические и биотические факторы. Среди биотических факторов, оказывающих отрицательное влияние на посевные качества зерна пшеницы, можно выделить вредную черепашку. В результате проведенных нами исследований установлено, что при воздействии вредной черепашки на зерновки наблюдается значительное снижение лабораторной всхожести, что сопровождается различного рода морфофизиологическими нарушениями растений на ранних этапах органогенеза пшеницы. В ходе прорастания зерновок, поврежденных вредной черепашкой, установлено 3 основных типа патологии развития проростков. Наиболее вредоносны-

ми являются аномалии комбинированного типа, включающие патологию развития как зародышевой корневой системы, так и зародышевого побега. Такой тип патологии проростков преимущественно характерен для генотипов пшеницы, в сильной степени повреждаемых клопами.

В период гетеротрофного и мезотрофного питания проростков выявлены значительные различия в потреблении запасных биополимеров эндосперма зерновок, поврежденных вредной черепашкой, по сравнению с неповрежденными зерновками. Патологические нарушения проростков, возникающие при повреждении зерновок пшеницы хлебными клопами, отрицательно сказываются на посевных качествах семян.

## Литература

- Андреев В.К. Оценка жизнеспособности семян пшеницы по их биоэлектрическим характеристикам // МСХА, 1993, 2, с. 214-126.
- Веллингтон П. Методика оценки прорастания семян. М., Колос, 1973, 175 с.
- Вилкова Н.А. К физиологии питания вредной черепашки *Eurygaster integriceps* Put. (Heteroptera, Scutellaridae) // Энтомолог. обозр., 1968, 47, 4, с. 701-710.
- Вилкова Н.А. К физиологии питания вредной черепашки *Eurygaster integriceps* Put. (Heteroptera, Scutellaridae) // Энтомолог. обозр., 1968, 47, 4, с. 701-710.
- Вилкова Н.А. Питание личинок вредной черепашки (*Eurygaster integriceps* Put.) на пшенице разных сортов // Труды ВИЗР, 1973, 37, с. 59-75.
- Вилкова Н.А. Иммуниет растений к вредителям и его связь с пищевой специализацией насекомых-фитофагов // Чтения памяти Н.А.Холодковского. Л., 1979, 31, с. 68-103.
- Вилкова Н.А., Нефедова Л.И. Способы диагностики поврежденности зерна сосущими вредителями. Патент на изобретение №2278502 (РФ). СПб, 2006.
- Вилкова Н.А., Семенова А.Я., Шапиро И.Д., Экман Н.В. Технологическая оценка зерна пшеницы, поврежденного вредной черепашкой // Докл. ВАСХНИЛ. М., Колос, 1971, 5, с. 5-7.
- Вилкова Н.А., Шапиро И.Д. К вопросу о пищевой специализации фитофагов в связи с устойчивостью к ним растений // Труды XIII Междунар. энт. конгр., Л., 1968, 2, с. 412-413.
- Вилкова Н.А., Шапиро И.Д. Значение пищевого фактора в проблеме вредной черепашки // Аннот. докл. VI съезда ВЭО АН СССР. Воронеж, 1970, с. 196.
- Вилкова Н.А., Шапиро И.Д., Экман Н.В. Биохимические аспекты вредоносности вредной черепашки на зерне пшеницы // Там же, с. 204-205.
- Вилкова Н.А., Экман Н.В. К физиологии питания и особенности вредоносности вредной черепашки на разных сортах пшеницы // Там же, с. 36-37.
- Виноградова Н.М., Покровская Н.Ф. Оценка зерна пшеницы, поврежденного вредной черепашкой и остроголовыми клопами // Вестник с.-х. наук, 1967, 1, 1, с. 33-39.
- Генкель П.А. Физиология сельскохозяйственных растений. Т. IV. Физиология пшеницы. М., Изд-во Московского Университета, 1969, 450 с.
- ГОСТ 13586.4-83 «Зерно. Методы определения зараженности и поврежденности вредителями».
- Ермилов Г.Б. Некоторые особенности периода прорастания семян сельскохозяйственных культур и возможности прогнозирования полевой всхожести. Автореф. докт. дисс. Харьков, 1964, 40 с.
- Кириченко А.Н. Настоящие полужесткокрылые европейской части СССР. М.-Л., Изд-во АН СССР, 1951, с. 40-45.
- Княгиничев, М.И. Биохимия пшеницы. Качество зерна в зависимости от сорта и условий возделывания. М.-Л., Сельхозгиз, 1951, 415 с.
- Кретович В.Л., Пшенова К.В., Бундень А.А. Протеолиз в зерне, пораженном клопами-черепашками // Докл. Академии наук СССР. М.-Л., 1943, 40, 1, с. 35-38.
- Куперман Ф.М. Морфофизиологическая изменчивость растений в онтогенезе. М., 1963, 64 с.
- Лихачев Б.С. Жизнеспособность семян, ее структура и выражение // Сб. Физиология семян: формирование, прорастание, прикладные аспекты. Душанбе, Дониш, 1990, с. 100-107.
- Мишустин Е.Н., Трисвятский Л.А. Микробы и зерно. М., 1963, 292 с.
- Мокроносков А.Т., Холодова В.П. Донорно-акцепторные системы и формирование семян // Сб. Физиология семян: формирование, прорастание, прикладные аспекты. Душанбе, Дониш, 1990, с. 3.
- Николаева М.Г. Эколого-физиологические особенности покоя и прорастания семян (итоги исследований за истекшее столетие) // Ботанический журнал. СПб, Наука, 2001, 86, с. 1-14.

Овчаров К.Е. Физиология прорастания семян // Сб. Физиолого-биохимические проблемы семеноведения и семеноводства. Иркутск, 1973, с. 5-15.

Овчаров К.Е. Физиологические основы всхожести семян. М., Наука, 1969, 280 с.

Покровская Н.Ф., Морозова Г.И., Виноградова Н.М. Белки зерна пшеницы, поврежденного вредной черепашкой (*Eurygaster integriceps* Put.) // Прикладная биохимия и микробиология, 1971, 7, 2, с. 112-127.

Реймерс Ф.Э., Илли И.Э. Прорастание семян яровой пшеницы в зависимости от содержания в них белка. Сб. Физиолого-биохимические проблемы семеноведения и семеноводства. Иркутск, 1973, с. 54-59.

Ржанова Е.И. Морфологическая характеристика культур видов трибы виковых. Автореф. докт. дисс. М., 1975, 39 с.

Рубин Б.А., Арциховская Е.В., Аксенова В.А. Биохимия и физиология иммунитета растений. М., Высшая школа, 1975, 320 с.

Скребцова Т.И. Эффективность новых инсектицидов в борьбе с вредной черепашкой (*Eurygaster integriceps* Put.) // Труды Ставропольского отделения русского энтомо. общества. Ставрополь, АГРУС, 2007, 3, с. 98-102.

Сухоруков К.Т. О действии ядов на плазму и физиологические процессы растений. Бюлл. Глав. ботан. сада, 1957, 28, с. 54-56.

Тома З.Г., Морару К.В. Состав белков в прорастающем зерне разных сортов мягкой озимой пшеницы // Известия АН Р. Молдова. Биологические и химические науки. Кишинев, 1993, 1 (262), с. 14-17.

Хорошайлов Н.Г., Лихачев Б.С. Методические указания определения силы роста семян зерновых культур морфофизиологической оценки проростков. Л., 1975, 15 с.

Чазов С.А. Биологические свойства травмированных семян и приемы их улучшения / Физиолого-биохимические проблемы семеноведения и семеноводства. Иркутск, 1973, с. 116-124.

Черкасов А.Я., Квасов Н.А. Биология, технология, урожай озимой пшеницы в Ставропольском крае. Ставрополь, 2005, 118 с.

Чиликина В.А., Соседов Н.А., Вакар А.Б. Зависимость измерений фракционного состава белка пшеницы от повреждения ее клопом-черепашкой в разные фазы созревания зерна // Известия Академия наук СССР. Серия биология, 1974, 1, с. 104 - 110.

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

Шапиро И.Д., Вилкова Н.А. Значение пищевого фактора в проблеме вредной черепашки (*Eurygaster integriceps* Put.) // Труды ВИЗР. Л., 1976, 48, с. 14-29.

## MORPHOPHYSIOLOGICAL FEATURES OF GERMINATING WHEAT CARYOPSIDES INJURED BY THE SUNN PEST

A.V.Kapustkina

The influence of the sunn pest bugs injuring wheat caryopsides on the growth and plantlet development has been studied. Abnormalities in complex physiological, biochemical and morphophysiological processes have been found during germination of wheat caryopsides injured by the pest. Rational use of reserved biopolymers has been changed in injured caryopsides; the biopolymers are necessary for normal plantlet growth and development at heterotrophic and mesotrophic nutrition. Such pathological abnormalities considerably influence on seed sowing qualities and plant productivity.

УДК 632.913:633.11

## ВЛИЯНИЕ ФИТОСАНИТАРНЫХ СРЕДСТВ НА ФОРМИРОВАНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ СРЕДНЕРАННИХ СОРТОВ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

Н.Г. Власенко, А.А. Слободчиков

*Сибирский НИИ земледелия и химизации сельского хозяйства,  
Новосибирская обл., пос. Краснообск*

Показаны особенности формирования фитосанитарной ситуации в посевах среднеранних сортов яровой пшеницы сибирской селекции, выращиваемых по пару. Установлено влияние химических средств защиты растений на урожайность и элементы ее структуры, а также их эффективность в зависимости от сортовых особенностей пшеницы.

Известно, что для получения стабильных урожаев с высоким качеством зерна необходимо выращивать сорта, которые обладают не только высокой продуктивностью, но и устойчивостью к стрессовым условиям (Пшеницы мира, 1976; Фадеев, Новожилов, 1981). До настоящего времени не существует сортов, устойчивость которых могла бы полностью исключить ущерб, причиняемый вредными организмами, поэтому отказаться от применения химических средств защиты растений не представляется возможным. Однако благодаря изучению особенностей реакции сортов на поражение их вредителями и возбудителями болезней, а также на внесение инсектицидов и фунгицидов появляется возможность оптимизировать фитосанитарную ситуацию в посевах яровой пшеницы при минимальном использовании пестицидов, что позволит улучшить экологическую обстановку в агроценозах, сократить издержки производства, повысить производительность тру-

да, в большей мере реализовать продуктивный потенциал растений и получить информацию для создания новых, более урожайных и устойчивых сортов.

Продуктивность и устойчивость сорта являются интегральными показателями. Они формируются в результате взаимодействия многих процессов и систем в популяции растений, показатели которых на различных этапах онтогенеза могут в разной степени коррелировать с конечной продуктивностью и устойчивостью, отражать их количественные и качественные характеристики (Морфологические показатели..., 1980). Поэтому цель исследований заключалась в изучении особенностей формирования фитосанитарной обстановки в посевах среднеранних сортов яровой пшеницы сибирской селекции, а также влияния средств защиты растений на урожайность и элементы ее структуры с тем, чтобы оптимизировать системы защиты этих сортов.

### Методика исследований

Исследования проводили в 2006-2008 гг. на опытном поле СибНИИЗХим, расположенном в центрально-лесостепном Приобском агроландшафтном районе Новосибирской области. Почвенный покров - выщелоченный среднесуглинистый чернозем с содержанием гумуса в слое 0-30 см около 5%, общего азота - 0.34%, подвижного фосфора и калия по Чирикову, соответственно, 29 и 13 мг/100 г почвы. Основные элементы технологии возделывания соответствовали общепринятым для данного района (Адаптивно-ландшафтные системы..., 2002).

Изучено 6 среднеранних сортов мягкой яровой пшеницы: Новосибирская 29, Памяти Вавенкова, Памяти Азиева, Омская 32, Омская 34, Омская 36 (Рутц, 2005; Сорта селекцентра..., 2005; Реестр..., 2007). Опыт размещали по пару в 4-кратном повторении, площадь делянки каждого сорта 26.4 м<sup>2</sup>. По-

сев осуществляли 17 мая сеялкой СН-16, норма высева семян 6 млн всхожих зерен/га. Использовали метод расщепленных делянок с наложением двух вариантов защиты растений: контроль и применение фитосанитарных средств от вредителей и болезней. Защита растений включала протравливание семян раксилом (0.5 л/т семян), обработку посевов инсектицидом цунами (0.1 л/га) против хлебной полосатой блошки (в фазы появления всходов и полных всходов), шведской мухи (в фазе начала кущения культуры) и против пшеничного трипса (в фазе начала молочной спелости зерна); а также фунгицидом фалькон (0.6 л/га) против комплекса листовых инфекций (в фазе колошения пшеницы). Учет урожайности проводили методом сплошного обмолота комбайном Сампо 130. Показатели урожайности приводили к стандартной влажности и

чистоте согласно ГОСТ 1386.5-93 и 1386-2-81.

Учет полевой всхожести семян, оценку фитосанитарного состояния посевов в отношении болезней и вредителей, выживаемость растений и структурный анализ урожая проводили согласно общепринятым методикам (Практические рекомендации..., 1988; Практикум по методике..., 1990). Математическая обработка данных проведена с помощью пакета прикладных программ СНЕДЕКОР (Сорокин, 2004).

Вегетационные периоды 2006-2008 гг. характеризовались повышенной теплообеспеченностью. Среднесуточная температура воздуха в мае и июле 2006 г. соответствовала среднегодовым значениям (+10.3 и +19°C), в июне была выше нормы на 3.8°C (+20.5°C), а в августе - ниже ее на 1.5°C (среднесуточный показатель +14.3°C). В целом за май - август сумма эффективных температур составила 1378°C, что на 66°C больше среднегодовых значений. Среднесуточная температура воздуха в мае 2007 г. составила 11.9°C, что выше среднегодовых значений на 1.6°C, в июне - 15.1°C (ниже нормы на 1.6°C), в июле - 21.2°C (превышение на 2.2°C), в августе же температура воздуха практически соответствовала среднегодовым значениям (15.9°C). Сумма эффективных температур превысила норму на 129°C. Среднесуточ-

ная температура в период вегетации 2008 г. была больше среднегодовых значений: в мае - на 2.3°C, в июне - на 0.8°C, в июле - на 1.6°C, в августе - на 0.7°C. В целом за сезон сумма эффективных температур превысила норму на 175°C.

Из трех лет исследований два года (2006-2007) были умеренно увлажненными: общий приход атмосферной влаги за май - август был выше среднегодового показателя (232 мм) на 11 и 3% соответственно. Выпадение осадков в течение вегетационного периода 2006 г. было крайне неравномерным. Засушливым был май (сумма осадков составила 35% среднегодовых значений), недостаток влаги ощущался и в июле (на 28% меньше нормы). В июне и августе приход атмосферной влаги был на 10% и 96% больше нормы соответственно. В 2007 г. засушливым был только август, когда выпало всего 33.9 мм осадков (51% нормы), в остальные месяцы наблюдали повышенное увлажнение: в мае сумма осадков составила 62.9 мм (175%), в июне - 61.2 мм (105%), в июле - 81.0 мм (112.5%).

Вегетационный период 2008 года характеризовался как умеренно засушливый. Так, в мае и июле приход атмосферной влаги был ниже нормы в 1.5 и 2.1 раза. Июнь и август характеризовались несколько большим увлажнением (92 и 79% от среднегодовых значений).

### Результаты исследований

Мягкая яровая пшеница в Западной Сибири повреждается комплексом вредных организмов: на ранних фазах развития - обыкновенной корневой гнилью (*Bipolaris sorokiniana* Shoem., грибы р. *Fusarium*); хлебной полосатой блошкой (*Phyllotreta vittula* Redt.); шведской мухой (*Oscinella pusilla* Mg.), на более поздних - септориозом (*Septoria nodorum* Berk.), бурой листовой ржавчиной (*Puccinia triticina* Erikss et Henn.), мучнистой росой (*Blumeria graminis* (DC) Speer) и пшеничным трипсом (*Haplothrips tritici* Kurd.). В зависимости от условий года видовой состав, а также количественные характеристики этого комплекса меняются. За время проведения экспериментов в посевах яровой пшеницы постоянно наблюдали хлебную полосатую блошку, шведскую муху, пшеничного трипса и септориоз, мучнистая роса повреждала посевы только в 2008 г., а бурая листовая ржавчина - в 2007-2008 гг.

Уровень поражения посевов обыкновенной корневой гнилью в фазах конца кущения и начало выхода в трубку был

относительно невысоким и варьировал в зависимости от условий года от 2.6 до 4.0%. В среднем за три года наименьший индекс развития болезни (2.8%) наблюдали в посевах сорта Омская 36, самый высокий (4.0%) - Памяти Азиева. Плотность популяции хлебной полосатой блошки также изменялась по годам и в среднем составила в 2006 г. 74 экз/м<sup>2</sup>, в 2007 - 69, в 2008 г. - 335 экз/м<sup>2</sup>. Наиболее привлекательными для этого вредителя оказались пшеница сорта Омская 34 (213 экз/м<sup>2</sup>), с меньшей численностью заселялись посевы сортов Памяти Азиева и Омской 36 (120 и 131 экз/м<sup>2</sup>). При сроке посева, используемом в данном опыте, шведской мухой в основном повреждались боковые стебли пшеницы, лишь в 2008 г. наблюдали повреждение главного стебля растений практически всех сортов: меньше (2%) - у Омской 32, немного больше (3 и 6%) - у Памяти Азиева и Памяти Вавенкова, самые высокие показатели - 9 и 14% - у Новосибирской 29 и Омской 34. Главные стебли растений Омской 36 шведской мухой не повреждались.

Условия вегетации по-разному влияли на развитие аэрогенных инфекций. Так,

в фазу колошения индекс развития септориоза на флаговых листьях в среднем по опыту составил в 2006 г. 2.2%, в 2007 г. - 6.7, в 2008 г. - 1.8%. За три года этой болезнью меньше поражались сорта Омская 36 и Новосибирская 29 (3.1 и 3.2%), немного сильнее - Памяти Вавенкова, Омская 32 и Омская 34 (3.4, 3.5 и 3.5%), самый высокий показатель был отмечен на сорте Памяти Азиева (4.7%). Пораженность бурой листовой ржавчиной флаг-листа исследуемых сортов пшеницы в 2007 г. была выше и в среднем составила 8.8%, в 2008 г. индекс развития болезни был невысоким - 1.5%. Более восприимчивой к болезни оказалась пшеница сорта Омская 36 (12.1%), самым низким индекс развития болезни был в посевах Омской 34 (1.3%). А мучнистая роса в большей степени поражала растения этого сорта (индекс развития болезни на флаг-листе 6.1%), в меньшей - Омской 36 (5.9%), Омской 32 (4.7%), Новосибирской 29 (4.4%), Памяти Вавенкова (3.6%) и Памяти Азиева (2.7%).

Самая большая плотность популяции пшеничного трипса (средняя по сортам 84 шт/колос) сформировалась в 2008 г., ниже она была в 2006 и 2007 гг. - 50 и 37 шт/колос. Наиболее привлекательными для вредителя оказались колосья растений Омской 34 (72 шт/колос), менее - Омской 32 и Памяти Вавенкова (59 и 58 шт/колос). Самая низкая численность пшеничного трипса была отмечена в посевах Омской 36 и Памяти Азиева (по 47 шт/колос).

Оценивая роль сортовых особенностей, защитных мероприятий и условий вегетационного периода на продукционный процесс пшеницы, мы выявили, что эти факторы по-разному влияют на основные элементы структуры урожая. Так, варьирование густоты всходов на 67% определяли те условия, в которых они формировались, и в 2007 г. плотность посева в фазе всходов была на 13 растений/м<sup>2</sup> меньше, чем в 2006 г. (в среднем по опыту 370 растений/м<sup>2</sup>), а в 2008 г. - на 134 растений/м<sup>2</sup> больше (НСР<sub>.95</sub> = 23). Кроме того, среднее влияние на этот показатель оказало взаимодействие факторов сорта и условий года - доля влияния

(V) оценивается 17.9%. Их совместное действие проявлялось в том, что сорта по-разному реагировали на условия тепло-, влагообеспеченности. Например, густота всходов пшеницы сорта Омская 32 изменялась в зависимости от года в 1.1-1.2 раза, сортов Памяти Азиева и Омская 34 - в 1.2-1.4 раза, Новосибирская 29 и Омская 36 - в 1.2-1.5, Памяти Вавенкова - в 1.1-2 раза. Несмотря на то что протравливание семян фунгицидом снизило развитие корневой гнили в среднем в 2 раза, а обработка инсектицидом обеспечила эффективную защиту всходов от вредителей, на посевах некоторых сортов наблюдали тенденцию уменьшения числа растений на 1 м у Новосибирской 29 и Омской 36 - на 12 и 24 шт. (табл. 1). Это, вероятно, можно объяснить влиянием протравителя при невысокой вредоносности корневой гнили. Этот показатель не изменялся под воздействием защитных мероприятий у сорта Омская 34. В посевах остальных сортов плотность всходов увеличивалась на 8-43 шт/м<sup>2</sup> в сравнении с контролем.

К уборке пшеницы влияние изучаемых факторов несколько изменилось, хотя по-прежнему густота стояния растений в основном определялась условиями вегетационного периода (V = 42%), и показатель по годам изменялся в среднем по опыту от 296 (2007 г.) до 323 (2006 г.) и 385 (2008 г.) растений/м<sup>2</sup> (НСР<sub>.05</sub> = 21). В эту фазу развития растений сортовые особенности пшеницы стали играть также важную роль (V = 14%) в формировании густоты стояния растений. Выше она была в посевах Омской 36 (в среднем по опыту 377 шт/м<sup>2</sup>) и Омской 32 (345 шт/м<sup>2</sup>), на уровне 328-345 растений/м<sup>2</sup> - в посевах Памяти Вавенкова, Памяти Азиева и Омской 32, самая низкая - в посевах Новосибирской 29 (315 шт/м<sup>2</sup>) и Омской 34 (311 шт/м<sup>2</sup>, НСР<sub>.95</sub> = 29). И хотя защита растений оказывала слабое воздействие на этот показатель (V = 6%), в среднем по опыту различие по густоте стояния растений между контролем и опытом было существенным (27 шт/м<sup>2</sup>, НСР<sub>.95</sub> = 17). Сильное влияние взаимодействия факторов сорт и условия года (V = 21%), и среднее - факторов защита рас-

тений и условия года ( $V=12\%$ ) на количество растений на  $1\text{ м}^2$  обусловили различия в показателе выживаемости пшеницы. Так, у большинства сортов в среднем она составила  $78\%$  в контроле и  $84\%$  в опытном варианте. Но наибольший

процент выживших растений как в контроле, так и при применении фитосанитарных средств был отмечен у Омской 36 -  $81$  и  $90\%$  соответственно, что свидетельствует о хорошей адаптированности сорта к условиям произрастания.

Таблица 1. Влияние фунгицидных и инсектицидных обработок на густоту стояния растений, общий и продуктивный стеблестой сортов яровой пшеницы, шт/м<sup>2</sup>

Сорта	Густота стояния, шт/м <sup>2</sup>				Количество стеблей, шт/м <sup>2</sup>			
	Фаза всходы		Фаза восковая спелость зерна		Всего		Продуктивных	
	Конт-роль	Защита растений	Конт-роль	Защита растений	Конт-роль	Защита растений	Конт-роль	Защита растений
Новосибирская 29	395	383	308	323	410	454	360	405
Памяти Вавенкова	397	414	311	345	415	471	362	402
Памяти Азиева	399	442	316	350	394	438	357	411
Омская 32	417	425	327	363	404	450	357	403
Омская 34	387	387	302	321	416	469	372	409
Омская 36	454	430	365	388	465	475	426	427
НСР <sub>.95</sub> по фактору сорт	56		51		41		46	
"-"- защита растений	31		29		24		26	

На процесс кущения условия года оказывали также сильное влияние ( $V=28\%$ ), вследствие чего общий стеблестой изменялся по годам от  $396\text{ шт/м}^2$  в 2007 г. до  $448$  и  $471\text{ шт/м}^2$  в 2006 и 2008 г. (НСР<sub>.95</sub>= 17). А взаимодействие факторов сорт и условия года определяли варьирование показателя на  $42\%$ , при этом число стеблей на  $1\text{ м}$  слабо изменялось по годам в посевах сортов Новосибирская 29, Омская 32, Омская 36 (в 1.1 раза) и Памяти Азиева (в 1.1-1.2 раза), в 1.2-1.4 раза - Омской 34 и значительно (1.1-1.5 раза) - Памяти Вавенкова. Под влиянием защиты растений от болезней и вредителей ( $V=13\%$ ) общий стеблестой в среднем по опыту увеличился на  $42\text{ шт/м}^2$ . Больше стеблей как в контроле, так и под воздействием средств защиты было у Омской 36 (табл. 1). А формирование продуктивного стеблестоя определялось практически в равной степени защитой растений ( $V=19\%$ ) и сортовыми особенностями пшеницы ( $V=14\%$ ). В среднем по опыту под влиянием фитосанитарных средств количество продуктивных стеблей на  $1\text{ м}$  увеличилось на  $37\text{ шт}$ . Этот показатель был самым высоким у сортов Омская 36 ( $426\text{ шт/м}^2$ ) и Омской 34 ( $390$

шт/м<sup>2</sup>), у остальных он находился практически на одном уровне ( $380-384\text{ шт/м}^2$ ).

Погодные условия оказывали преобладающее влияние и на такой показатель как число зерен в колосе ( $V=61\%$ ), который изменялся в среднем по опыту от  $18$  в 2006 г. до  $27\text{ шт/колос}$  в 2007-2008 гг. (НСР<sub>.95</sub>= 1.2). Однако и сортовые особенности, и защита посевов от болезней и вредителей также оказывали влияние на количество зерен, сформировавшихся в главном колосе ( $V=14$  и  $10\%$  соответственно). В зависимости от сортовых особенностей показатель варьировал от  $20\text{ шт/колос}$  (Новосибирская 29) до  $23-24$  (Памяти Вавенкова, Омская 36) и  $25-26\text{ шт/колос}$  (Омская 34, Памяти Азиева, Омская 32). Количество зерен также достоверно (на  $3.2\text{ шт}$ .) увеличивалось при проведении защитных мероприятий по сравнению с контролем (в среднем  $22\text{ шт/колос}$ ). В среднем за три года самое большое число зерен в колосе было зафиксировано у пшеницы сорта Памяти Азиева при применении фунгицидов и инсектицидов, при этом разница с контролем здесь была наибольшей (табл. 2). Немного ниже показатель был у Омской 32, достоверно ниже - у Омской 34 и Ом-

ской 36 (разница с контролем 3 и 4 шт. соответственно). Наименьшее количество зерен как в контроле, так и в опыте формировали сорта Новосибирская 29 и Памяти Вавенкова.

Под воздействием погодных условий ( $V=32\%$ ) масса зерна с колоса также сильно изменялась от 0.71 г в 2006 г. до 0.99 в 2007 г. и 0.87 г в 2008 г. ( $НСР_{.95}=0.05$ ). Существенное и равное значение имели и такие факторы как защита растений и сортовые особенности пшеницы

( $V=19.7$  и  $19.9\%$ ). В зависимости от сорта показатель варьировал от 0.69 (Новосибирская 29) до 0.79-0.86 (Памяти Вавенкова и Омская 34) и 0.91-0.97 (Омская 32, Памяти Азиева и Омская 36,  $НСР_{.95}=0.07$ ). В среднем по опыту масса зерна с колоса возросла при применении средств защиты на 0.18 г в сравнении с контролем (0.77 г,  $НСР_{.95}=0.04$ ). За годы исследований показатель был наибольшим у пшеницы сортов Памяти Азиева и Омская 36 как в контроле, так и в опыте (табл. 2).

Таблица 2. Влияние средств защиты растений на структуру урожая яровой пшеницы (2006-2008)

Сорта	Кол-во зерен в главном колосе, шт.		Масса зерна главного колоса, г		Масса 1000 зерен, г	
	Конт-роль	Защита растений	Конт-роль	Защита растений	Конт-роль	Защита растений
	Новосибирская 29	18	22	0.63	0.75	35.2
Памяти Вавенкова	22	24	0.74	0.85	35.5	36.0
Памяти Азиева	23	28	0.82	1.03	35.1	38.5
Омская 32	25	27	0.79	1.03	35.6	37.7
Омская 34	23	26	0.77	0.94	34.8	36.4
Омская 36	22	26	0.85	1.08	38.7	41.2
$НСР_{.95}$ по фактору сорт	3		0.11		4.3	
по фактору защита растений	2		0.07		2.5	

Преобладающее влияние ( $V=62\%$ ) на массу 1000 зерен оказывали условия вегетационного периода. Самыми неблагоприятными в период формирования зерновок они были в 2008 г., в связи с чем показатель был самым низким - в среднем по опыту 32.3 г. Зерно было более выполненным в 2007 г. - 37.7 г, а в 2006 г. масса 1000 зерен была самой высокой - 40.2 г ( $НСР_{.95}=1.8$ ). Влияли на этот показатель и сортовые особенности пшеницы ( $V=14\%$ ). Наибольшей массой 1000 зерен характеризовался сорт Омская 36 (39.9 г), у Памяти Азиева и Омской 32 она была 36.8 и 36.7 г, у остальных сортов - в пределах 35.4-35.7 г ( $НСР_{.05}=2.5$ ). Хотя фактор защиты растений не оказал значительного влияния ( $V=4\%$ ) на массу 1000 зерен, все же она увеличивалась по отношению к контролю от 0.5 (Новосибирская 29, Памяти Вавенкова) до 3.3 г (Памяти Азиева). Самые крупные зерновки формировались у сорта Омская 36 (табл. 2).

Величина урожая в равной степени определялась условиями года ( $V=37\%$ ) и защитой растений от болезней и вреди-

телей ( $V=30\%$ ). В среднем по опыту этот показатель изменялся от 2.83 т/га в 2006 г. до 3.53 в 2007 г. и 2.31 т/га в 2008 г. ( $НСР_{.95}=0.16$ ). Применение средств защиты позволило получить дополнительно 0.9 т/га. Самая большая прибавка урожая была у Омской 36 (1.15 т/га), немного ниже - у Памяти Азиева и Омской 32 (0.98 и 0.97 т/га), рост урожая у сорта Память Вавенкова составил 0.80 т/га (рис). Сортовые особенности определили среднее варьирование величины урожая ( $V=19\%$ ). В среднем по опыту она изменялась от 2.35 у Памяти Вавенкова до 3.35 т/га у Омской 36 ( $НСР_{.95}=0.2$ ).

Наибольшую урожайность при выращивании без защиты посевов от вредителей и болезней обеспечили сорта Омская 36, Омская 32 и Памяти Азиева. Она была сопоставимой с урожайностью сортов Новосибирская 29 и Памяти Вавенкова, но полученной при защите их посевов от комплекса вредных видов. В сравнении с другими сортами достоверно более высокая зерновая продуктивность Омской 36, Омской 32 и Памяти Азиева, выращиваемых с исполь-

зованием фунгицидов и инсектицидов, определялась более высокими показателями

продуктивного стеблестоя, массы зерен главного колоса и массы 1000 зерен.

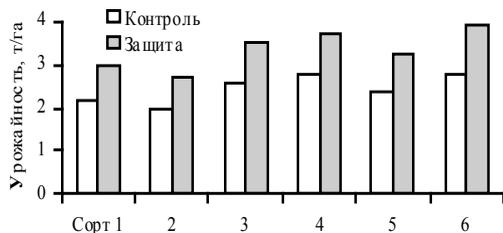


Рис. Влияние фитосанитарных средств на урожайность сортов мягкой яровой пшеницы, 2006-2008

Сорта 1- Новосибирская 29, 2- Памяти Вавенкова, 3- Памяти Азиева, 4- Омская 32, 5- Омская 34, 6- Омская 36. НСР<sub>95</sub> по сортам = 0.41, по фактору защита растений = 0.24

### Выводы

Подтверждена роль сортовых особенностей пшеницы в формировании фитосанитарной ситуации в посевах. Установлено, что пшеница сорта Омская 36 менее других сортов привлекательна для хлебной полосатой блошки и пшеничного трипса, слабее поражается обыкновенной корневой гнилью и септориозом, однако более восприимчива к бурой листовой ржавчине.

Применение фунгицидов и инсектицидов оказывает существенное влияние на такие элементы структуры урожая как общий и продуктивный стеблестой, число зерен в колосе, масса зерна с колоса. Сортовыми особенностями пшеницы оп-

ределялось формирование густоты стояния растений к уборке (выживаемость), продуктивного стеблестоя, числа зерен в колосе, массы зерна главного колоса и массы 1000 зерен.

Применение средств защиты растений оказало сильное влияние на урожайность изученных сортов яровой пшеницы, а сортовые особенности - среднее. На посевах пшеницы, размещенной по пару, фунгициды и инсектициды обеспечили рост урожайности в среднем по опыту на 0.9 т/га, при этом у сорта Омская 36 она увеличилась на 1.15 т/га, а у Памяти Вавенкова - на 0.8 т/га.

### Литература

Адаптивно-ландшафтные системы земледелия Новосибирской области. СО РАСХН, СибНИИЗХим. Новосибирск, 2002, 388 с.

Морфологические показатели продуктивности и устойчивости зерновых культур. Под ред. В.С.Шевелухи. Ураджай, 1980, 144 с.

Практикум по методике полевого опыта. Днепропетр. СХИ. Днепропетровск, 1990, 112 с.

Практические рекомендации по диагностике, учету и защите пшеницы от бурой ржавчины, септориоза, мучнистой росы. М., 1988, 26 с.

Пшеницы мира. Под ред. Д.Д.Брежнева. Сост. В.Ф.Дорофеев. Л., Колос, 1976, 478 с.

Реестр селекционных достижений, допущенных к использованию (по состоянию на 02.03.2007 г.). (<http://www.gossort.com>).

Рутц Р.И. Селекционный центр СибНИИСХ - флагман сибирской селекции // Информационный вестник ВОГиС, 2005, 9, 3, с. 357-368.

Сорокин О.Д. Прикладная статистика на компьютере. Новосибирск, 2004, 162 с.

Сорта селекцентра СибНИИРС СО РАСХН и учреждений зоны его деятельности. СО РАСХН, Новосибирск, 2005, 126 с.

Фадеев Ю.Н., Новожилов К.В. Интегрированная защита растений. М, Колос, 1981, 335 с.

### THE INFLUENCE OF PHYTOSANITARY MEANS ON THE YIELD FORMATION OF MIDDLE-EARLY VARIETIES OF SPRING WHEAT

N.G.Vlasenko, A.A.Slobodchikov

The phytosanitary situation in crops of spring wheat middle-early varieties of Siberian selection cultivated on fallow is discussed. The influence of chemical plant protection on the yield and its structure has been found. The efficiency of fungicides and insecticides depends on varietal characters of wheat.

УДК 632.953(569.1)

## ВЫДЕЛЕНИЕ ЭНТОМОПАТОГЕНОВ *BACILLUS THURINGIENSIS* (BT) ИЗ РЕГИОНА DEIR EZZOR СИРИИ И ИХ БИОТЕСТИРОВАНИЕ

Ал-Хамада Абдалла Джамаль

Университет Аль-Фурат, кафедра защиты растений, Сирия

В статье изложены результаты поиска, выделения, идентификации и биотестирования образцов *Bac. thuringiensis* (Bt H<sub>1</sub>, Bt H<sub>3a 3b</sub>, Bt H<sub>14</sub>), обнаруженных в регионе Deir Ezzor, Сирии в почвах, трупах и живых насекомых. Из 2000 изолятов по морфологическим и культуральным признакам отобрано 56 изолятов, из которых идентифицировано и биотестировано как *Bac. thuringiensis* 9 единиц. Представлены подробные сведения о морфологических, культуральных, физиолого-биохимических, генетических и энтомоцидных свойствах всех 9 изолятов. Показана их идентичность соответствующим типовым штаммам BT.

Бактерии рода *Bacillus* благодаря высоким адаптивным возможностям широко распространены в природе. Наибольшее количество этих бацилл-аэробов выделяют из различных типов почвы, характеризующихся отдельным ценозом, влияющим на их количественный и качественный состав (Naresh et al., 2007). На численность этих бактерий в почве кроме абиотических факторов (температура, влажность, инсоляция) также оказывают влияние растительный покров, наличие минеральных и, особенно, органических удобрений и другие факторы (Евдокимова и др., 1984).

Отдельные штаммы бацилл могут расти в экстремальных условиях при температурах ниже 5°C, а споры выдерживают температуру -40°C и нагревание до 102°C (Chatterjee et al., 2007).

Что касается энтомопатогенных кристаллообразующих бацилл, то первоначально утверждали, что основным источником для скрининга являются больные или погибшие насекомые естественных популяций. Дальнейшие исследования показали, что эти бактерии встречаются повсюду: в почве, воде, растениях, в живых насекомых и их трупах, местах их проживания и т.д. При этом вопрос относительно происхождения BT и их роли в окружающей среде остается открытым (Патыка и др., 2007).

За последние годы число разновидностей *Bacillus thuringiensis*, выделенных многими исследователями, многократно увеличилось. В настоящее время их выделено и идентифицировано более 70.

Некоторая часть из них широко используется в практике контроля численности насекомых (Raimondo et al., 2003). Достоинство этих бактерий по сравнению с другими энтомопатогенами заключено в споровом статусе, в образовании не только спор, но и энтомоцидных токсинов, в технологичности, широком и селективном спектре действия, безопасности для нецелевых насекомых, теплокровных животных и человека (Imre et al., 2005; Rosenquist et al., 2005; Levin, 2007). Эти качества явились стимулом широкого их использования в защите растений от вредных насекомых и клещей (Bradley et al., 1995; Donovan et al., 2009).

Из всего многообразия разновидностей Bt намечилось три группы, отличающиеся между собой по спектру энтомоцидного действия. Одна группа предназначена для контроля численности многих чешуекрылых вредителей, другая - для жесткокрылых, третья - для двукрылых (Estruch et al., 1996; Moellenbek et al., 2001; Sayyed et al., 2001).

Перечисленные качества и достоинства этих бацилл придали им высокую практическую значимость. Сейчас из всех существующих и применяемых в мире микробных препаратов энтомоцидного действия Bt занимает ведущее положение. 90% препаратов производится и реализуется на основе этих бактерий (Lambert et al., 1992; Кандыбин и др., 2006).

Поисковые исследования ученых разных стран и континентов в последнее время показали, что одни и те же разно-

видности ВТ были выделены в самых разных условиях, независимо от наличия и распространения насекомого-хозяина этого энтомопатогена. Например, ВТН<sub>1</sub> (*thuringiensis*) была обнаружена в США, СССР, Чехословакии и др. ВТН<sub>14</sub> (*israelensis*) выделена в Израиле, Пакистане, Ленинградской области (Россия), Нигерии, Чехословакии и др. ВТ Н<sub>10</sub> выделена на Кавказе и Германии - Дармштат (Кандыбин и др., 2009).

Такое положение в мире побудило сирийское руководство, в первую очередь автора данной статьи, принять меры для решения вопроса об организации производства и применения этих бактерий в защите

растений Сирии.

С этой целью автор был командирован в один из ведущих институтов России по этой проблеме (ВНИИСХМ). Перед командированным была поставлена конкретная задача: собрать образцы различных почв Сирии, трупов и живых насекомых и выделить из них бактерии группы тюрингиензис. Одновременно командированному стажеру поручалось освоить методы выделения, идентификации и биотестирования Вт.

Стажировка проходила под руководством проф. Н.В.Кандыбина при непосредственном участии и консультации ведущего научного сотрудника В.П.Ермоловой.

### Методика исследований

По 14 образцов почвы по 1 г помещали в стерильные флаконы емкостью 10 мл с 5 мл стерильной воды, в течение минуты встряхивали. Каплю полученной суспензии переносили пипеткой в чашку Петри с рыбным агаром (РА) и методом истощающегося мазка переносили во 2-ю и 3-ю чашки. Трупы насекомых предварительно фломбировали над пламенем спиртовки, стерильным пестиком тщательно растирали в ступке и переносили в пробирку с 3-я мл стерильной воды. После 2-минутного встряхивания 2 капли полученной взвеси переносили в чашки Петри с РА методом истощающегося мазка.

Посевы инкубировали при 28-30°C. На 5-е сутки просматривали морфологию выросших колоний. Отобранные колонии по морфологическим признакам, характерным для ВТ, штрихами пересевали в чашки Петри с РА, разделенные на 8 секторов (рис 1). Параллельно готовили окрашенные мазки по В.А.Смирнову (Smirnoff, 1965) с использованием черного анилинового красителя. Внутривидовую



Рис. 1

идентификацию выделенных и отобранных бактерий проводили по схеме идентификации бацилл ВТ, предложенной де Баржак и Бонфуа, а также О.Лысенко (De Vaarjas et al., 1968; Lysenko, 1985) и методу генотипирования RAPD (Adelaida et al., 2003).

Биохимические свойства изолятов изучали, используя системы индикаторных бумажных СИБ-дисков хроматографической бумаги, содержащие определенные количества субстрата в сочетании с соответствующим индикатором, стабилизированные пленкообразующим покрытием - поливиниловым спиртом. СИБ использовали взамен жидких дифференциально-диагностических сред при изучении биохимических свойств микроорганизмов. Исследования проводили с чистой культурой. Для ускорения получения четких результатов соблюдали режим температуры 37±1°C.

Для определения использования углеводов в

пробирку с 0.3 мл стерильного 0.85% раствора натрия хлорида (рН 7.3±0.1) суспендировали полную петлю суточной агаровой культуры, выращенной при температуре 29±1°C. В эту пробирку со взвесью погружали диск с соответствующим углеводом. Взвесь (суспензия) в пробирках в результате диффузии в нее индикатора становится красной. В качестве контроля служили диски, погруженные в стерильный 0.85% раствор натрия хлорида. Учет проводили в пробирках через 5-18 часов.

Аналогично с использованием СИБ определяли индолообразование, уреазную активность, образование сероводорода, ацетилметилкарбинола (АМК) реакции Фогес-Проскауэра (табл. 1).

Оценка продуктивности изолятов проведена на жидких дрожжеполисахаридных средах разной рецептуры. Число жизнеспособных спор оценивали общепринятым методом серийных разведений культуральной жидкости (КЖ) с последующим подсчетом колоний бактерий, выросших на питательной агаризованной среде (генотипирование изолятов проводили путем выделения ДНК с использованием СТАВ буфера (Zhang et al., 1998).

В эппендорф с 500 µл 2х СТАВ буфера и следовыми количествами Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (на кончике шпателя) вносили 2 петли биомассы суточной клеточной культуры, выращенной на агаризованной питательной среде. Образец тщательно гомогенизировали на вортексе в течение трех минут. Инкубировали 1 час на водяной бане при температуре 60-65°C. Через каждые 10 мин инкубирования образец встряхивали на вортексе в течение 10 минут. Затем в эппендорф добавляли 500 µл хлороформа, встряхивали на вортексе и центрифугировали 15 мин при 14000 об/мин. Осторожно отбирали верхнюю фазу и переносили в новый эппендорф, добавляли 500 µл 96% этанола и 25 µл 5М NaCl. Осторожно перемешивали перемешиванием и центрифугировали 5 мин при 14000 об/мин. После сливания спирта отбирали остатки носиком, подсушивали 10 мин на воздухе и растворяли в 50 µл ТЕ (рН-8.0).

Таблица 1. Визуальные учеты

Тесты	Цвет субстрата в растворенном виде	Срок учета	Результат	
			Положительный	Отрицательный
Использование углеводов	красный	5-18 ч	Желтый или оранжевый цвет	Красный цвет
Образование ин-дола	бесцветный	от 40 мин до 2 ч	Окрашивание короткого конца в розово-малиновый цвет	Окрашивание отсутствует
Определение уреазы	бесцветный	от 40 мин до 2 ч	Розово-красный цвет	То же
Определение сероводорода	кремовый	5-18 ч	Черный цвет	То же
Реакция Фогес-Проскауэра (АМК)	бесцветный	18-24 ч	Через 15-20 мин после закапывания по 1-2 капле 6% раствора $\sigma$ -нафтаола и 40% р-ра калия гидроокиси Малиново-красный цвет	То же

**RAPD анализ.** Для амплификации ДНК были использованы праймеры со случайной нуклеотидной последовательностью (длиной 10 нуклеотидов) фирмы Ogeon Technologies, Inc. (Alameda, CA). Последовательности случайных праймеров, использованных в работе, таковы: OPA-10 (5' - GTGATCGCAG - 3'), OPA-09 (5' - GGGTAACGCC - 3'), OPI-09 (5' - TGGAGAGCAG - 3').

Амплификацию проводили в пластиковых пробирках типа эппендорф на 0.5 мл в 20 мкл реакционной смеси: 67 mM Tris-HCl (pH=8.3), 17mM (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, MgCl<sub>2</sub> 2.5 mM, Tween20 0.1%, BSA 0.12 mg/ml, глицерин 8.0%, 0.1mM каждого дезоксирибонуклеозидтрифосфата (дНТФ), 10 пикомолей праймеров, 0.5 единиц ДНК полимеразы Taq, 10-50 нг геномной ДНК.

Для RAPD-PCR использовали термочиклер типа MyCycler (BioRad) с платой для пробирок на 0.5 мл.

Условия проведения ПЦР (45 циклов) были следующие (включая время рэмпинга): первая денатурация ДНК при температуре 95°C в течение 5 мин; последующая денатурация ДНК - 45 с при температуре 93°C; отжиг праймеров - 45 с при температуре 37.5°C и синтез ДНК - 1.5 мин при температуре 72°C. Последний цикл амплификации включал дополнительные 10 мин при 72°C для достройки продуктов амплификации.

#### Статистическая обработка результатов.

Для построения дендрограммы, иллюстрирующей степень родства изолятов ВТ, ДНК-маркеры изолятов были представлены бинарной матрицей; наличие маркера соответствовало «1», отсутствие - «0». Для генотипирования были использованы только

полиморфные воспроизводимые в 2-3-х повторностях ПЦР-продукты амплификации анализируемых изолятов. По полученной матрице методом UPGMA была построена дендрограмма сходства (невзвешенный парногрупповой метод с арифметическим усреднением). Для установления уровня генетического родства использовали метод объединения соседей (NJ). Построение дерева было выполнено с помощью программы TREECON (van de Peer et al., 1994). Для статистической оценки узлов использовали метод бутстрепа.

#### Определение биологической активности.

Метод основан на определении концентрации энтомопатогена, вызывающей 50% гибель тест-объекта при свободном поглощении зараженного корма. Готовили КЖ ВТ в нескольких концентрациях, обеспечивающих от 10 до 96% гибели тест-объекта. Каждый вариант испытывали в трех повторностях. Одновременно с опытом ставили контроль в трех повторностях, используя вместо суспензии ВТ стерильную воду.

Энтомоцидная активность изолятов ВТ определена на личинках колорадского жука (*Leptinotarsa decemlineata* Say) природной популяции, на гусеницах мельничной огневки (*Ephestia kuehniella*) и амбарной зерновой моли (*Sitotroga cerealella*).

Определение изолятов ВТ на содержание экзотоксина проведено на личинках комнатной мухи (*Muska domestica*).

Оценка ларвицидной активности ВТН<sub>14</sub> проведена на личинках IV возраста *Aedes aegypti* - международный тест, предложенный Всемирной организацией здравоохранения.

## Результаты исследований

В результате проведенных исследований просмотрено свыше 2000 колоний разных микроорганизмов (рис. 2). Из них отобрано 56 колоний (матовые, серовато-белого цвета с мелкошероховатой поверхностью). Методом микроскопического анализа мазков установлено: 9 изолятов из 56 отобранных вариантов на 6-е сутки образуют кристаллический эндотоксин разной формы (табл. 2).

Чистые культуры отобранных изолятов ВТ растут аэробно на плотных питательных средах: мясопептонном агаре (МПА), рыбном агаре (РА), картофельном агаре (КА). Оптимальная температура роста 28-30°C. Через 48 часов образуют серо-белые или серовато-белые матовые плоские колонии с неправильными контурами, по консистенции мягкие, мелкозернистые. Грамположительные палочки с

перетрихиальным типом жгутикования образуют субтерминальные споры эллиптической формы размером 1.1-1.3 × 0.8-0.9 мкм. Параспоральные включения у изолятов 1, 2, 9, 31 правильной ромбовидной формы с тупыми концами и четкими гранями, размером 1.2-3.5 × 0.5-2.3 мкм; а у изолятов 5, 19 правильной ромбовидно-вытянутой формы, размером 1.0-2.9 × 0.5-2.2 мкм; у изолятов 27, 28, 34 - неправильной формы, размером 0.4-0.5 × 1.2-1.4 мкм (табл. 2).

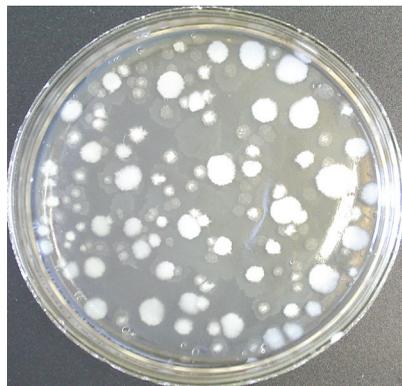


Рис. 2. Колонии разных микроорганизмов

Физиолого-биохимические особенности выделенных ВТ определяли по дифференциально-диагностическим схемам де Баржак и Бонфуа, Лысенко и де Баржак и Фрачон (De Vaarjac et al., 1968, 1990; Lysenko, 1985).

Таблица 2. Форма кристаллического эндотоксина изолятов

№ изолята	Объект выделения	Форма кристалла
1	Почва, занятая баклажанами	Ромбовидная с тупыми концами
2	Почва, занятая баклажанами	То же
5	Pieris brassicae (Lepidoptera)	Ромбовидная с вытянутыми концами
	Scarabaeidae	Ромбовидная с тупыми концами
19	Oispa orientale (Hymenoptera)	Ромбовидная с вытянутыми концами
27	Почва, занятая лугами	Кристаллы неправильной формы
28	Почва, занятая лугами	То же
31	Почва, занятая пшеницей	Ромбовидная с тупыми концами
34	Почва, занятая лугами	Кристаллы неправильной формы

Значительная дифференциация ВТ приходится на следующие физиолого-биохимические признаки: реакция Фогес-Проскауэра по синтезу ацетилметилкарбинола (АМК), синтезу лецитиназы С, гидролитическому расщеплению крахмала, образованию пигмента, пленки на мясопептонном бульоне (МПБ), протеализ на мясопептонной желатине (МПЖ), усвоению салицина, эскулина, сахарозы, маннозы, уреазная активность, способность к продуцированию термостабильного экзотоксина (табл. 3).

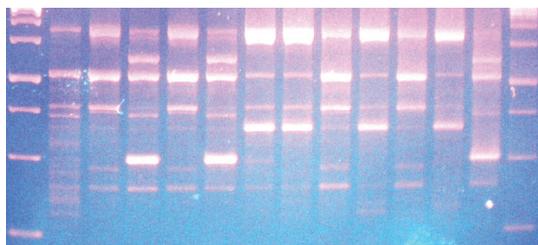
Таблица 3. Физиолого-биохимические свойства изолятов ВТ

№ изолятов	Образование				Пленка на МПБ	Использование				Расщепление крахмала	Протеолиз МПЖ
	АМК*	лецитиназы	пигмента	β-экзотоксина		сахарозы	маннозы	целлобиозы	салицина		
1	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+
2	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+
9	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+
31	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+
ВТН <sub>1</sub> 800 эталон	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+
5	+	+	-	-	-	-	-	+	+	+	+
19	+	+	-	-	-	-	-	+	+	+	+
ВТН <sub>3а3в</sub> эталон	+	+	-	-	-	-	-	+	+	+	+
27	+	+	-	-	+	-	-	-	-	+	+
28	+	+	-	-	+	-	-	-	-	+	+
34	+	+	-	-	+	-	-	-	-	+	+
ВТН <sub>14</sub>	+	+	-	-	+	-	-	-	-	+	+

По физиолого-биохимическим свойствам изоляты 1, 2, 9, 31 можно отнести к ВТН<sub>1</sub>; изоляты 5, 19 - к ВТН<sub>3а3в</sub>; изоляты 27, 28, 34 - к ВТН<sub>14</sub>.

Для выяснения генетического родства изолятов бактерий был использован метод генотипирования RAPD (rapid amplification polymorphic DNA) - полимеразная цепная реакция со случайными праймерами, который успешно применялся ранее для идентификации разных серотипов ВТ (Yoon et al., 2001; Adelaida et al., 2003). Были использованы три случайных праймера ОРА-10, ОРА-09, ОРИ-09.

Спектры амплифицированной ДНК изолятов бактерий получены с праймером ОРИ-09 (рис. 3).



М 1 2 5 9 19 27 28 31 34 H1 H14 a3b M

Рис. 3. Продукты амплификации изолятов бактерий со случайным праймером ОРА-09. Боковые дорожки - маркеры молекулярных весов (1 kb, Fermentas). Под каждой дорожкой дан оригинальный номер изолята

По полиморфным ДНК-маркерам, полученным с 3-я праймерами, составлена бинарная матрица различий. С помощью филогенетической программы TREECON построена дендрограмма генетических отношений между изолятами (рис. 4).

На рисунке четко различаются три кластера, включающие типовые серотипы и близкородственные изоляты. Полученные данные подтверждают, что анализируемые изоляты относятся к трем серо-

типам: к ВТН<sub>1</sub> (изоляты 1, 2, 9, 31); к ВТН<sub>3а3в</sub> (изоляты 5, 19); к ВТН<sub>14</sub> (изоляты 27, 28, 34).

Определена технологичность изолятов на дрожжеполисахаридных средах разной рецептуры (табл. 4). Продуктивность изолятов ВТН<sub>1</sub> и ВТН<sub>3а3в</sub> находится в пределах 1.5-2 млрд спор/мл КЖ; продуктивность изолятов ВТН<sub>14</sub> 2.62-3.12 млрд спор/мл КЖ близка по значению к эталонному штамму.

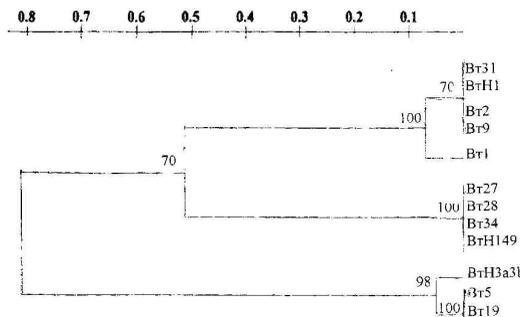


Рис. 4. Дендрограмма генетических отношений между изолятами бактерий Вт.

Цифры на узлах дендрограммы означают значения бустрэпа при 100 повторностях.

Таблица 4. Продуктивность изолятов ВТ на дрожжеполисахаридных средах

№ изолята	Титр спор, млрд/мл КЖ на среде №		
	3	10	11
1	1.8	2.14	1.6
2	1.5	1.45	1.96
9	1.8	2.32	2.0
31	1.95	2.58	1.8
ВТН <sub>1</sub> 800	2.45	2.75	2.67
5		1.7	1.6
19		1.5	1.82
ВТН <sub>3а3в</sub>		1.8	1.9
27		2.62	
28		2.84	
34		3.12	
ВТН <sub>14</sub> 7-1/23		3.35	

### Содержание экзотоксина изолятов ВТН<sub>1</sub>

В качестве тест-объекта использовали личинок комнатной мухи 3-суточного возраста однородной популяции, отродившихся в течение одного дня из одной

кладки яиц, выращенных на среде постоянного состава.

Для постановки опыта готовили разведение автоклавированного супернатан-

та КЖ 1:4, 1:8, 1:16, 1:32. Каждое разведение испытывали в трех параллельных определениях. Для испытания в стеклянную банку емкостью 0.2 л с приготовленной средой вносили по 2 мл соответствующего разведения. После тщательного перемешивания помещали 25 личинок и закрывали банки бязевой салфеткой. В контрольные банки вносили 2 мл стерильной воды. Опытных и контрольных личинок помещали в термостат при температуре 28°C. На 5-е сутки опыта проводили выбор пупариев. Конечный результат оценивали по количеству вылетевших мух. Число погибших мух с поправкой на гибель в контроле вычисляли по формуле:

$$x = (K - B) / K \times 100,$$

где К- количество мух, вылетевших в контроле, В- количество мух, вылетевших в опыте.

Результаты исследований, представленные в таблице 5, свидетельствуют: изоляты 1, 2, 9, 31, отнесенные по биохимическим и генетическим признакам к ВТН<sub>1</sub>, содержат экзотоксин в пределах

3.76-5.93 мкл/г корма, что свидетельствует о присутствии экзотоксина на уровне, близком к эталонному штамму.

Таблица 5. Уровень экзотоксиногенности изолятов ВТН<sub>1</sub> для комнатной мухи

№ изолята	Разведение КЖ	Корма мкл/г	Гибель, %	ЛК <sub>50</sub> , мкл/г корма
1	1:4	25.0	96.0	4.9
	1:8	12.5	88.0	
	1:16	6.25	60.0	
	1:32	3.125	4.0	
	1:4	25.0	90.0	5.93
	1:8	12.5	72.5	
	1:16	6.25	55.0	
	1:32	3.125	40.0	
9	1:4	25.0	92.0	5.8
	1:8	12.5	69.8	
	1:16	6.25	47.6	
	1:32	3.125	32.3	
31	1:4	25.0	100	3.76
	1:8	12.5	86.3	
	1:16	6.25	80.4	
	1:32	3.125	57.9	
ВТН <sub>1</sub> 800 (эталон)	1:4	25.0	100	3.04
	1:8	12.5	100	
	1:16	6.25	81.9	
	1:32	3.125	71.9	

### Оценка ларвицидной активности изолятов ВТН<sub>14</sub>

Для определения ларвицидной активности изолятов ВТН<sub>14</sub> готовили 6 следующих разведений КЖ: 1%; 0.01%; 0.001%, 0.0005%, 0.00025% и 0.000125%. В опыт брали разведения 0.0005%, 0.00025%, 0.000125% и 0.00006%.

В чашки Петри с 50 мл соответствующей концентрации КЖ помещали по 25 личинок комаров *Ae. aegypti* начала 4-возраста в 4-кратной повторности. В контроле личинок помещали в чашки с отстойной водопроводной водой. Опытных и контрольных личинок помещали в термостат при 26-28°C. Учет гибели личинок проводили через 24 часа. Ларвицидная активность изолятов, выделенных из луговых почв Сирии, незначительно уступает эталонному штамму, депонированному в коллекции ВНИИСХМ (табл. 6). Энтомоцидность изолятов ВТН<sub>1</sub> определена в лабораторном эксперименте на

личинках колорадского жука природной популяции.

Таблица 6. Ларвицидная активность изолятов ВТН<sub>14</sub> для *Aedes aegypti*

№ изолята	Концентрация КЖ, 10-3 %	Гибель L <sub>4</sub> через 24 ч.	ЛК <sub>50</sub> , 10 <sup>-3</sup> %
27	0.5	88	0.24
	0.25	40	
	0.125	24	
	0.06	4	
28	0.5	92	0.20
	0.25	62	
	0.125	20	
	0.06	6	
34	0.5	100	0.17
	0.25	70	
	0.125	32	
	0.06	10	
ВТН <sub>14</sub> (эталон)	0.5	100	0.15
	0.25	78	
	0.125	36	
	0.06	12	

КЖ того или иного изолята испытывали в трех концентрациях: 10%, 2% и 0.4%. Каждая концентрация испытывалась в трех повторностях, по 25 личинок второго возраста в каждой повторности. Для опытов использовали пенициллиновые флаконы с водой, в которые помещали ветки картофеля. Последние опрыскивали соответствующими растворами КЖ изолятов и помещали в стеклянный кристаллизатор, одновременно подсаживая на каждую ветку по 25 личинок второго возраста. В контроле ветки опрыскивали водой. Через три дня корм меняли на свежий. Учет гибели личинок с поправкой на контроль вели через 4 и 7 дней. Эффективность рассчитывали по формуле Аббота, а ЛК<sub>50</sub> - по формуле Кербера (Abbot, 1925).

$$x_2 = (M_0 - M_K) / (100 - M_K) \times 100,$$

где  $M_0$  - количество погибших особей в опыте, % (как среднее арифметическое из трех повторностей);

$M_K$  - количество погибших особей в контроле, % (как среднее арифметическое из трех повторностей).

На основании полученных данных вычисляли ЛК<sub>50</sub> по формуле Кербера:

$$\lg \text{ЛК}_{50} = \lg C_M - \sigma(\Sigma x_2 - 0.5),$$

где  $C_M$  - максимальная из испытанных концентраций;  $\sigma$  - логарифм отношений каждой предыдущей концентрации к последующей (логарифм кратности разведений);

$\Sigma x_2$  - сумма отношений числа насекомых, погибших от данной концентрации, к общему числу насекомых, подвергшихся действию этой концентрации.

Была определена восприимчивость гусениц мельничной огневки к изолятам ВТН<sub>1</sub> и ВТН<sub>3а3в</sub>. Испытаны концентрации культуральной жидкости, %: 1.0, 0.5, 0.25 (табл. 7)

В стеклянные емкости 0.2 дм<sup>3</sup> с 5 г пшеничной муки вносили по 2 мл раствора соответствующей концентрации. После тщательного перемешивания помещали 25 гусениц 2-возраста и выдерживали в термостате при температуре 26°C. Гибель гусениц учитывали на 7 и 10-й день опыта (табл. 8).

Таблица 7. Действие изолятов ВТН<sub>1</sub> на личинок колорадского жука 2 возраста

№ изолята	Концентрация КЖ, %	Гибель Л <sub>2</sub> , по дням учета, %		ЛК <sub>50</sub> , %
		4	7	
1	10.0	60	100	0.23
	2.0	52	98	
	0.4	36	82	
2	10.0	52	100	0.29
	2.0	36	92	
	0.4	16	68	
9	10.0	56	100	0.27
	2.0	44	100	
	0.4	28	74	
31	10.0	52	100	0.24
	2.0	44	100	
	0.4	32	80	
ВТН <sub>1</sub> 800 (эталон)	10.0	64	100	0.20
	2.0	52	100	
	0.4	40	92	

Таблица 8. Восприимчивость гусениц мельничной огневки к ВТН<sub>1</sub> и ВТН<sub>3а3в</sub>

№ изолята	Концентрация КЖ, %	Гибель на сутки учета, %		ЛК <sub>50</sub> , %
		7	10	
ВТН <sub>1</sub>				
1	1.0	46.7	65.1	0.69
	0.5	23.7	31.2	
	0.25	3.33	8.4	
2	1.0	46.7	72.0	0.71
	0.5	20.0	28.0	
	0.25	0	0	
9	1.0	50.0	56.8	0.74
	0.5	26.7	31.4	
	0.25	6.7	6.7	
31	1.0	33.2	45.9	0.81
	0.5	20.0	26.7	
	0.25	3.3	8.4	
ВТН <sub>1</sub> 800 (эталон)	1.0	53.4	66.8	0.65
	0.5	23.7	37.9	
	0.25	6.6	13.3	
ВТН <sub>3а3в</sub>				
5	1.0	33.2	54.9	0.84
	0.5	16.7	19.6	
	0.25	0	0	
19	1.0	23.4	39.2	0.91
	0.5	13.3	15.8	
	0.25	0	8.4	
ВТН <sub>3а3в</sub> (эталон)	1.0	23.4	40.3	0.89
	0.5	16.7	24.0	
	0.25	0	0	

Испытано также действие 1% культуральной жидкости изолятов ВТН<sub>1</sub> и ВТН<sub>3а3в</sub> на отрождающихся гусениц зерновой моли (табл. 9).

Таблица 9. Действие 1% КЖ изолятов ВТН<sub>1</sub> и ВТН<sub>3а3в</sub> на отрождающихся гусениц зерновой моли

№ изолята	Гибель гусениц по дням учета, %	
	2	4
1	32.4	62.8
2	28.4	66.6
9	20.6	70.2
31	28.4	80.2
ВТН <sub>1</sub> 800 (эталон)	30.4	88.5
5	18.2	48.5
19	27.2	56.8
ВТН <sub>3а3в</sub> (эталон)	31.8	64.4

Проведенные исследования подтвердили устоявшееся мнение, что бациллы группы Тюрингиензис широко распространены по многим регионам и континентам. Разработанные несложные мето-

дические приемы позволяют легко их обнаружить и выделить в монокультуру.

Идентификация и биотестирование показали, что выделенные в Сирии разновидности, относящиеся к Vt Н1, Vt Н3а3в и Vt Н14, по своим свойствам, в т.ч. по практической значимости, близки к типовым штаммам.

Выделенные штаммы с успехом могут быть использованы в качестве основы для производства и эффективного применения в защите растений для контроля численности вредных насекомых. При этом следует отметить, что биологическая энтомопатогенная активность выделенных штаммов вполне может быть повышена путем соответствующей селекции и подбором наиболее оптимальных питательных сред и режимов культивирования.

#### Литература

- Евдокимова Г.А., Кислых Е.Е., Мозгова Н.П. Биологическая активность почв в условиях агро-техногенного загрязнения на Крайнем Севере. Л., Наука, 1984, 120 с.
- Кандыбин Н.В., Патыка В.Ф., Ермолова В.П., Патыка Т.И. Микробиоконтроль численности насекомых и его доминанта *Bacillus thuringiensis* // Инновационный центр защиты растений, С.-Петербург-Пушкин, 2009, 244 с.
- Кандыбин Н.В. Фундаментальные и прикладные исследования микробиометода защиты растений от вредителей. Состояние и перспективы // Биологическая защита растений - основа стабилизации агроэкосистем. Материалы конференции, 2006, с. 32-44.
- Патыка В.Ф., Патыка Т.И. Экология *Bacillus thuringiensis*. Ин-т микробиологии и вирусологии им. Д.К.Заболотного НАНУ, Киев, 2007, 216 с.
- Abbott W.S. A method for computing the effectiveness of an insecticide // J. Econ. Entomol., 1925, 18, с. 265-267.
- Adelaida M., Gaviria Rivera, Fergus G. Priest. Molecular typing of *Bacillus thuringiensis* Serovars by RAPD-PCR // Systematic and Applied Microbiology, 2003, 26, 2, p. 254-261.
- Bradley D., Harkey M.A., Kim M.K., Biever D., Bauer L.S. The insecticidal CryIB protein of *Bacillus thuringiensis* has dual specificity to coleopteran and lepidopteran larvae // J. of Invertebrate Pathology, 1995, 65, p. 162-173.
- Chatterjee S.N., Bhattacharya T., Dangar T.K., Chandra G. Ecology and diversity of *Bacillus thuringiensis* in soil environment // African J. of Biotechnology, 2007, 6 (13), p. 1587-1591.
- De Barjac H., Bonnfoi A.A. Classification of strains of *Bacillus thuringiensis* Berliner with a key to their differentiation // Invert. Pathology, 1968, 11, p. 335-347.
- De Barjac H., Frachon E. Classification of *Bacillus thuringiensis* strains // Entomophaga, 1990, 35, p. 233-240.
- Donovan W.P., Donovan J.C., Engleman J.T.. Gene knockout demonstrates that vip3A contributes to the pathogenesis of *Bacillus thuringiensis* towards *Agrotis ipsilon* and *Spodoptera exigua* // J. of Invertebrate Pathology, 2001, 78, p. 45-51.
- Estruch J.J., Warren G.W., Mullins M.A., Nye G.J., Craig J.A., Koziel M.G. Vip3A a novel *Bacillus thuringiensis* vegetative insecticidal protein with a wide spectrum of activities against lepidopteran insects // Proceedings of the National Academy of Sciences, USA, 1996, 93, p. 5389-5394.
- Imre S. Otvos, Holly Armstrong, Nicholas Conder // Safety of *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* Applications for Insect Control to Humans and Large Mammals // 6<sup>th</sup> Pacific Rim Conference on the Biotechnology of *Bacillus thuringiensis* and its Environmental Impact. Victoria BC, 2005.
- Lambert B., Peferoen M. Insecticidal promise of *Bacillus thuringiensis* // Bioscience, 1992, 42, p. 112-122.
- Levin D.B. Human Health Impact Assessment after Bt Exposures, p. 61-63 // Côté J.C., Otvos I.S., Schwartz J.L., and Vincent C. (ed.). Proceeding of the 6<sup>th</sup> Pacific Conference on the Biotechnology of *Bacillus thuringiensis* and its Environmental Impact. Érudit, Montréal, 2007, 140 p.
- Lysenko O. The taxonomy of entomogenous bacteria // Insect Pathology, 1 (Steinhaus E.A. ed.), New York, Acad. Press, 1963.
- Lysenko O. Nonsporeforming bacteria pathogenic to insect: incidence and mechanisms // Am. Rev. Microbiol. 1985, 39, p. 217-224.
- Moellenbeck D.J., Peters M.L., Bing J.W., Rouse J.R., Higgins L.S., Sims L. et al. Insecticidal proteins from *Bacillus thuringiensis* protect corn from corn rootworms // Nature Biotechnology, 2001, 19, p. 668-672.
- Naresh Arora, Neema Agrawal, Vimala Yerramilli, Rajk Bhatnagar. Biology and application of *Bacillus thuringiensis* in Integrated Pest Management // General Concepts in Integrated Pest and Disease Management. Springer, 2007, p. 227-244.
- Raimondo S., Pauley T.K., Butler L. Potential impacts of *Bacillus thuringiensis* v ar. *kurstaki* on five salamander species in West Virginia // Northeastern Naturalist, 2003, 10(1), p. 25-38.
- Rosenquist H., Smidt L., Andersen S.R., Jensen G.B.,

Wilcks A. Occurrence and significance of *Bacillus cereus* and *Bacillus thuringiensis* in ready-to-eat food // FEMS Microbiology Letters, 2005, 250, 1, p. 129-136.

Sayyed A.H., Crickmore N., Wright D.J. CytIAa from *Bacillus thuringiensis* subsp. *israelensis* is toxic to the diamond back moth, *Plutella xylostella*, and synergizes the activity of CryIAc towards a resistant strain // Applied and Environmental Microbiology, 2001, 67, p. 5859-5861.

Smirnov U.A. The formation of crystals in *Bacillus thuringiensis* var. *Thuringiensis* Berliner before sporulation of low temperature inculcation // J. of Insect pathology, 1965, 5, 2, p. 242-250.

Van de Peer Y., De Wachter Y. TREECON for Windows: a software package for the construction and drawing of evolutionary trees for the Microsoft Windows environment // Comput. Appl. Biosci., 1994, 10, p. 669-870.

Yoon J-M., Kim G-W. Randomly amplified polymorphic DNA-polymerase chain reaction analysis of two different populations of cultured Korean catfish *Silurus asotus* // Indian

Academy of Sciences, 2001, 26, p. 641-647.

Zhang Yu-ping et al. A small-scale procedure for extracting nucleic acids from woody plants infected with various phytopathogens for PCR assay // J. of virological Methods, 1998, 71, p. 45-50.

*Автор считает своим долгом выразить глубокую благодарность проф. Н.В.Кандыбину и ведущему научному сотруднику ВНИИСХМ В.П.Ермоловой за руководство моей стажировкой в этом институте, а также сотрудникам Всероссийского НИИ защиты растений Н.А.Беляковой, Н.В.Миرونенко и Ю.Б.Мусатовой за оказанную мне помощь.*

#### ISOLATION OF ENTOMOPATHOGENIC BACILLUS THURINGIENSIS IN DEIR EZZOR REGION OF SYRIA AND EVALUATION OF ITS BIOLOGICAL EFFICIENCY Al-Hummada Abdalla Jamal

*Bacillus thuringiensis* (BTH<sub>1</sub>, BTH<sub>3a3b</sub>, BTH<sub>14</sub>) has been isolated from soil, dead and living insects, identified and biotested in Deir Ezzor region Syria. 56 isolates of 2000 samples have been chosen by their morphological and cultural properties. Nine isolates have been identified as *Bacillus thuringiensis* and biotested. The detailed information is given, concerning the morphological, cultural, physiological, biochemical, genetic and insecticidal properties of those nine isolates. Their identity to referent BT strains is demonstrated.

УДК 632.982.1

## К ОБОСНОВАНИЮ МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ ДИСПЕРСНОСТИ РАСПЫЛЕННОЙ ЖИДКОСТИ НА ОСНОВЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ

Н.С. Лепехин, А.К. Лысов

*Всероссийский НИИ защиты растений РАСХН, Санкт-Петербург*

Оценка рабочих органов средств механизации защиты растений по дисперсности распыла проводится по методике, изложенной в РД 106.1-89. Однако вопросы, касающиеся количества классов, обозначения границ классов, числа измерений капель в классе и оценки погрешностей измерений диаметров капель в упомянутой методике почти не отражены.

При статистических измерениях число классов должно быть оптимальным. При большем их числе картина распределения будет искажена случайными колебаниями частот, малочисленных при узких интервалах. При малом числе классов будут сглажены и скрыты характерные особенности распределения.

Ряд авторов (Вентцель, 1969; Шторм, 1970; Ланге и др., 1971) полагают, что число классов должно находиться в некоторых пределах, и хотя верхние и нижние значения этих пределов могут несколько различаться между собой, основными значениями пределов будут числа в промежутке от 6 до 25. Другие авторы (Вольф, 1966; Веденяпин, 1967) считают, что количество классов должно зависеть от числа наблюдений, и приводят соответствующие таблицы, из которых видно, что пределы изменений количества классов в основном остаются такими же, то есть находятся в промежутке от 6 до 23. Авторы (Венецкий, 1979; Heindold и др., 1964; Паневский и др., 1972) предлагают, соответственно, подсчитывать число классов по формулам:

$$k = 1 + 3.2 \lg n, \quad (1)$$

$$k \approx \sqrt{n}, \quad (2)$$

$$k = 5 \lg n, \quad (3)$$

где  $k$  - число классов,  
 $n$  - общее количество измерений.

По нашему мнению, наиболее приемлемыми являются формулы (2) и (3), так как первая формула приводит к заниженному числу классов. При использовании формулы  $k \approx \sqrt{n}$  авторы рекомендуют, чтобы  $k$  находилось в промежутке между 5 и 25.

При изучении дисперсности распыла жидкости выбор числа классов на основании приведенных выше рассуждений или формул нельзя считать окончательным, так как после измерения диаметров капель возникает необходимость в нахождении их объема и поэтому нужно учитывать также и абсолютное значение классового промежутка. Объем капель пропорционален  $d_{cp}^3$ ,

где  $d_{cp} = \frac{d_{\max} + d_{\min}}{2}$ ,  $d_{\max}$  - верхняя и

$d_{\min}$  - нижняя границы класса, мкм. Но объем капель в классе, вычисленный по  $d_{cp}$ , будет отличаться от среднего объема капель с диаметрами от  $d_{\min}$  до  $d_{\max}$ , когда подсчитывается объем капель каждого размера. Эта разница может быть значительной, особенно в классах, где диаметры капель близки к величине классового промежутка. По мере увеличения диаметра капель эта разница резко уменьшается, а затем становится незначительной.

Так как диаметры капель в каждом классе мало различаются между собой по размерам по сравнению с общим изменением диаметров капель в спектре распыленной жидкости, сделаем допущение о равномерности распределения капель в классе. Если допустить не более чем 5% разницу в объеме капель в классе, подсчитанном по значению  $d_{cp}$  и

найденном как среднее из объемов капель, то можно написать формулу:

$$\frac{d_{cp}^3 + (d_{мин} + \Delta)^3 + (d_{мин} + 2\Delta)^3 + \dots + d_{мак}^3}{(d_{мак} - d_{мин}) / \Delta + 1} \leq \frac{1}{0,95} \left( \frac{d_{мин} + d_{мак}}{2} \right)^3, \quad (4)$$

$\Delta$  - цена деления измерительной линейки, мкм. При необходимости допустимая разница в объемах может быть менее 5%. Приведем пример (табл.) применения

формулы (4), приняв величину промежуток в классе  $d_{мак} - d_{мин} = 40 \text{ мкм}$ , а цену деления линейки  $\Delta = 10 \text{ мкм}$ .

Таблица. Пример применения формулы (4)

Классы, мкм	$d_{cp}$ , мкм	$d^3$ , мкм <sup>3</sup>	$d_{cp}^3$ , мкм <sup>3</sup>	$\frac{d^3 - d_{cp}^3}{d^3} \cdot 100\%$	Соотв. $d^3 \leq b d_{cp}^3$	$d_{cp}^1$ , мкм
0-40	20	20000	8000	60	$2 \cdot 10^3 > 8421$	27
40-80	60	252000	216000	14.3	$252 \cdot 10^3 > 227368$	63
80-120	100	1060000	1000000	5.7	$106 \cdot 10^4 > 1052631$	102
120-160	140	2828000	2744000	3.0	$2828 \cdot 10^3 < 2888421$	141.4

Для простоты рассуждения формулу (4) напишем в виде:

$$d^3 \leq b d_{cp}^3, \quad (5)$$

где  $b = 1/0.95$ .

Как видно из таблицы, уравнению (5) удовлетворяют лишь классовые промежутки, начиная с класса 120-160 мкм и более. Для соответствия же уравнению (5) первых трех классовых промежутков необходимо изменить величину  $d_{cp}$ , введя понятие смещенного среднего диаметра, который должен быть подсчитан по формуле:

$$d_{cp}^1 = d = \sqrt[3]{d^3}, \quad (6)$$

где  $d_{cp}^1$  - смещенный средний диаметр, мкм.

Найденные значения  $d_{cp}^1$  для нашего примера указаны в таблице. В практике проведения замеров дисперсности жидкости часто первые 2-3 класса вариационного ряда капель берут с меньшей по сравнению с другими величиной классового промежутка. Однако это не только не сближает относительные значения  $d_{cp}$  и  $d_{cp}^3$  для этих классов, но и вносит еще большую разницу между ними. Например, имеем распылитель, который образует капли от 0 до 200 мкм. Для оценки дисперсности этого распылителя

возьмем классовые промежутки 40 и 5 мкм. В этом случае объем капель от 0 до 40 мкм соответственно составляет 0.07 и 0.24%. Можно считать, что последнее значение наиболее точно отражает содержание доли капель от 0 до 40 мкм в объеме. Уменьшение же величины класса 40 мкм до 10 и 20 мкм только для капель от 0 до 40 мкм приводит к увеличению доли объема этих капель по отношению к общему объему капель соответственно до 12.0 и 1.4%, что совершенно искажает истинные представления о соотношении объемов капель разных фракций.

Далее рассмотрим вопрос об обозначении границы промежутка.

В связи с тем, что классовые промежутки ряда распределения устанавливаются разными способами, некоторые статистики вводят понятие замкнутые и незамкнутые границы классов.

Ряд авторов (Вентцель, 1969; Венецкий и др., 1979) считают, что границы в классах (промежутках) должны перекрываться между собой, то есть верхняя граница класса (промежутка) должна быть такой, чтобы она совпадала с нижней границей последующего класса (промежутка). Такие границы классов называются замкнутыми.

При группировке значений диаметров капель по классам возникает вопрос о том, к какому классу отнести значение,

находящееся точно на границе двух классов. В этих случаях имеется несколько рекомендаций (чисто условных): значения, принадлежащие в равной мере к обоим классам, относить к этим классам в соотношении 1:1 (Вентцель, 1969). Но это практически невозможно сделать, если разбивка значений по классам происходит в процессе измерения капель.

В работе (Венецкий, 1979) предлагается в каждом классе включать варианты, числовые значения которых больше нижней границы класса и меньше или равны верхней границе, а в работе (О.Ланге и др., 1971) - включать варианты, значения которых равны и больше нижней границы класса и меньше верхней границы.

Большая часть авторов (Чернов и др., 1962; Веденяпин, 1967; Шторм, 1970; Ланге и др., 1971) предлагают выбирать границы классов (классовых промежутков) так, чтобы результаты измерений не совпадали с границами класса, то есть границы в классах берутся с большей точностью, чем сама измеряемая величина, или использовать незамкнутые границы классов.

Применительно к нашему случаю это можно представить следующим образом. Обычно классовые промежутки и диаметры капель выражают числом делений измерительной линейки микроскопа и запись классов выглядит так: 1-5, 3-5, 5-7 и т.д. Если диаметр капель определен числом 3 (число делений измерительной линейки), то возникает затруднение, к какому классу эту каплю отнести. Чтобы это затруднение преодолеть, и предлагаются границы в классах брать с большей точностью, чем точность самой измеряемой величины (капли), то есть 0.5-2.5, 2.5-4.5; 4.5-6.5 и т.д. При этом возникает некоторое неудобство в последующих вычислениях, так как среднее значение класса становится дробной величиной. Однако современная вычислительная техника позволяет значительно облегчить проведение подсчетов, зато точность оценки дисперсии капель в этом случае повышается. Можно рекомендовать также применение незамкнутых

границ классов. Для нашего примера, приведенного выше, это будет выглядеть так: 1-5; 4-6, 7-9; 10-12 и т.д. (величина классового промежутка равняется 3) или 1-2, 3-4; 5-6, 7-8 и т.д. (величина классового промежутка равняется 2).

Необходимо также рассмотреть вопрос о количестве измерений в каждом классе.

При использовании критерия Пирсона некоторые авторы, как например (Вентцель, 1969), полагают, что число наблюдений (измерений) в классе должно быть не менее 5-10. Если число наблюдений в отдельных классах очень мало (порядка 1-2), имеет смысл эти классы объединить.

В работе О.Ланге и др. (1971) отмечается, что отдельные классы должны содержать не менее 10-15 значений.

При проведении оценки дисперсии распыленной жидкости бывает трудно набрать достаточное количество крупных капель, поэтому, по нашему мнению, нужно добиваться, чтобы минимальное число капель в классе было 10. Однако, если при этом будет иметь место наличие классов с 1-4 каплями, необходимо производить объединение таких классов, чтобы получить число капель в классе не менее 5. Что касается общего количества измеряемых капель, то согласно международному стандарту ИСО 5682/1-81 их должно быть не менее 2000.

Необходимо также оценить величину погрешности при замере капель. Как известно, все возникающие при этом погрешности можно разделить на случайные ( $\Delta d_{\text{сум}}$ ) и систематические ( $\Delta d_{\text{пол}}$ ). Случайные погрешности складываются из погрешности отсчета по окулярному микрометру и погрешности совмещения штрихов шкалы окулярного микрометра с границами капли.

К систематическим погрешностям относятся погрешности в нанесении делений на измерительной шкале окулярного микрометра, погрешности при нахождении цены деления окулярного микрометра и погрешности в нанесении делений на объект-микрометре.

В отдельных работах (Лепехин, 1977, 1987) рассмотрены все составляющие этих погрешностей и для микроскопа МБС-2 при увеличении  $7^x$  найдены  $\Delta d_{\text{сум}} = 8.1$  мкм и  $\Delta d_{\text{пол}} = 4.5$  мкм.

Так как случайные погрешности среднего значения распределяются по нормальному закону, то, по аналогии со случайной погрешностью среднего значения

$$S_{\bar{x}} = \pm \sigma / n$$

предельная случайная погрешность среднего значения диаметра капли равна:

$$3S_{\bar{x}} = \pm \frac{\Delta d_{\text{сум}}}{\sqrt{n}},$$

где  $\sigma$  - среднее квадратическое отклонение, мкм;  $n$  - число измеренных капель.

Известно, что уменьшать случайную погрешность целесообразно до тех пор, пока общая погрешность измерения не будет полностью определяться систематической погрешностью. Это условие при строгом подходе будет выполнено, если случайная погрешность измерения будет в 10 раз меньше систематической. В этом случае число измеряемых капель должно быть:

$$n = \left( \frac{\Delta d_{\text{сум}} * 10}{\Delta d_{\text{пол}}} \right)^2 = \left( \frac{8.1 * 10}{4.5} \right)^2 = 294.$$

Так как обычно число капель при проведение замеров значительна больше, то можно уверенно сказать, что погрешность при замере диаметра капель составляет 4.5 мкм.

### Выводы

При выборе числа классов рекомендуется обращать внимание на величину промежутка в классах и при необходимости, согласно формулам (4) и (6), проводить корректировку среднего значения

класса.

Границы в классах должны быть учтены с большей точностью, чем сама измеряемая величина, или установлены незамкнутыми.

### Литература

Венецкий И.Г., Венецкая В.И. Основные математико-статистические понятия и формулы в эконо-

мическом анализе. М., Статистика, 1979

УДК 632.95:633.853.494

## НОВЫЙ ПРЕПАРАТ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ЯРОВОГО РАПСА В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

В.Г. Чурикова, А.И. Силаев

Саратовская НИЛ Всероссийского НИИ защиты растений

Выращивание рапса экономически выгодно для сельхозпроизводителей, так как по рентабельности производства он уступает только сахарной свекле.

Интерес к возделыванию рапса в Поволжье возрастает. В Саратовской области в 2006 г. было высеяно 174 га озимого рапса и 326 га ярового, а в 2007 году 943 и 2997 га соответственно. Наиболее приспособленными к нашим метеоусловиям оказались сорта Ратник, Хантер, Оредеж-2. Средняя урожайность по области озимого рапса варьирует от 8 до 12 ц/га,

ярового - от 4 до 9 ц/га. Однако такая урожайность далека от оптимальной и причин тому несколько. В первую очередь необходимы новые адаптированные к местным условиям сорта, нуждается в доработке технология уборки и первичной обработки семян. И, конечно, надо знать, как обезопасить посеы рапса от вредителей, болезней и сорняков.

Рапс как и другие крестоцветные культуры поражается целым рядом заболеваний (альтернариоз, корневые гнили, плесневение семян), подвергается на-

падению большого количества различных вредителей (крестоцветные блошки, клопы, капустная муха, рапсовый пилильщик и др.). Игнорирование защитных мероприятий против вредных объектов приводит к потерям урожая, которые могут достигать 20–30%. В ранневесенний период для посевов рапса наибольшую опасность представляют крестоцветные блошки (черная и волнистая), которые при массовом размножении способны уничтожить всходы этой культуры на значительных площадях (Никольская, 1986; Козина и др., 2005). Численность их можно снизить как агротехническими приемами (ранние сроки сева, уничтожение крестоцветных сорняков в прилегающей зоне, внесение минеральных удобрений и стимуляторов роста растений), так и использованием ин-

сектицидов (протравливание семян или опрыскивание всходов).

В последнее время в качестве средств борьбы с вредными организмами появились препараты для протравливания семян инсектофунгицидного действия, которые не только снижают затраты на обработку семенного материала, но и уменьшают пестицидную нагрузку на единицу площади. Фирма "Сингента" в целях защиты посевов рапса от комплекса вредителей и болезней предложила препарат круйзер-рапс КС (322 г/л), в состав которого входят тиаметоксам (280 г/л), мефеноксам (32.3 г/л) и флудиоксонил (8 г/л), что позволяет бороться не только с вредителями всходов, но и подавлять развитие семенной инфекции (альтернариоз, плесневение семян) и корневых гнилей.

#### Методика исследований

В течение 2007–2008 гг. нами проводилась оценка биологической эффективности инсектофунгицида круйзер-рапс СК (322 г/л) в борьбе с комплексом вредителей и болезней ярового рапса в Саратовской области на полях опытного производственного хозяйства ФГНУ ВолжНИИГиМ. Этот препарат испытывали в двух нормах расхода – 12 и 15 л/т семян. В качестве стандартного инсектицида был взят круйзер КС (350 г/л тиаметоксама) с нормой расхода 10 л/т, а эталонного фунгицида – феразим (500 г/л карбендазима) в дозе 1.5 л/т семян. Контролем служили необработанные семена. Сев был проведен в оптимальные для нашей зоны сроки 26–28 апреля. Всходы появились в первой декаде мая. В 2007 г. исследования осуществляли на сорте Липецкий в мелкоделяночном опыте, размер делянок составлял 25 м<sup>2</sup>, повторность 4-кратная. В 2008 г. экспериментальную работу проводили в производственных условиях на сорте Хантер, где площадь делянок достигала 0.5 га в двукратной повторности. Протравливание семян выполняли на протравочной машине "Хере-11", с увлажнением. Расход воды составил 8 л/т.

Для определения зараженности семян микромицетами проводили фитоэкспертизу семенного

материала методом влажной камеры с применением бумажных рулонов. Семена проращивали во влажной камере при температуре 20°C. Затем определяли зараженность патогенами, а также энергию прорастания и лабораторную всхожесть (Тютюрев, 2000).

Численность блошек учитывали в динамике методом пробных площадок, для чего в каждой повторности мелкоделяночного опыта брали 4 площадки по 0.25 м<sup>2</sup> и 8 таких же площадок на производственном участке (Методические указания, 2004). Одновременно устанавливали количество поврежденных и неповрежденных растений на каждую площадку. Степень повреждения листьев оценивали на 20 растениях каждой повторности по 5-балльной шкале, с дальнейшим расчетом среднего балла поврежденности.

Корневые гнили учитывали дважды: в фазу 4–5 листьев и перед уборкой. Для анализа выкапывали с корнями 25 растений в каждой повторности. Интенсивность поражения растений оценивали по 4-балльной шкале (Методические указания, 1985).

Биологическую эффективность определяли по снижению численности вредителя, поврежденности растений вредителями и пораженности болезнями относительно контроля и рассчитывали по формуле Аббота (1925).

#### Результаты исследований

Фитоэкспертиза семян ярового рапса показала, что общая зараженность семян микромицетами в контроле составила 16 и 21%; из них грибами рода *Alternaria* было заражено 7% и 10%; грибами, вызывающими плесневение семян, – 9 и 11% (табл. 1). Установлено, что эффективность препарата круйзер-рапс в максимальной дозировке против комплекса

семенной инфекции составила 68.8 и 66.7% и была выше эффективности стандартного препарата феразим на 6.3 и 4.8%.

Было отмечено отрицательное влияние инсектофунгицидов на энергию прорастания семян. В варианте опыта, где круйзер-рапс испытывали в норме расхода 12 л/т энергия прорастания снизилась на 17–27%, а в норме расхода 15 л/т – на 19–25% по

сравнению с эталонным фунгицидом. Аналогичное воздействие выявлено у инсектицида круйзер КС, где энергия прорастания семян также была ниже на 2-9% и 4-7% со-

ответственно нормам расхода. Лабораторная и полевая всхожесть семян в опытных вариантах была на уровне контроля, но ниже, чем в обоих стандартах (табл. 1).

Таблица 1. Фитозэкспертиза семян ярового рапса, 2007-2008

Варианты	Норма расхода, л/т	Сорт	Год	Энергия прорастания, %	Всхожесть, %					
					Лабо- раторн.	Поле- вая	Зара- жено%	Эффек- тивность%	Зара- жено%	Эффек- тивность%
Круйзер рапс	12.0	1*	2007	71	93	89	3	57.1	5	44.4
		2*	2008	80	94	90	4	60.0	6	45.5
Круйзер - рапс	15.0	1	2007	73	96	90	2	71.4	3	66.7
		2	2008	78	96	90	3	70.0	4	63.6
Феразим КС 500 г/л (стандарт 1)	1.5	1	2007	98	98	94	2	71.4	4	55.6
		2	2008	97	97	95	3	70.0	5	54.5
Круйзер СК 350 г/л (стандарт 2)	10.0	1	2007	80	98	95	-	-	-	-
		2	2008	82	96	95	-	-	-	-
Контроль	-	1	2007	95	95	91	7	-	9	-
		2	2008	95	95	91	10	-	11	-

\*1- сорт Липецкий, \*2- сорт Хантер.

Фенологические наблюдения за развитием крестоцветных блошек показали, что выход имаго на посевы ярового рапса произошел во второй декаде мая в фазу 1-2 настоящих листа. Численность блошек в контроле в зависимости от сроков учета варьировала от 6 до 98.8 экз/м<sup>2</sup>. Обработка семян протравителем круйзер-рапс в максимальной норме расхода снижала плотность популяции вредителя на третий день после его появления в контроле на 91.7 и 96.3%, а через 14 дней (фаза 3-4 листа) эффективность была уже на уровне 36 и 54.7% (табл. 2).

По нашим наблюдениям в опытах с использованием препаратов инсектицидного действия для обработки семян чис-

ленность вредителя по вариантам опыта была практически одинаковой, независимо от нормы расхода препарата. Однако поврежденность растений крестоцветными блошками была различной и напрямую зависела от нормы расхода круйзер-рапса. На делянках, где этот препарат применяли в дозе 12 л/т эффективность его по поврежденности растений на 14 день учета достигала 72-74%, а в дозе 15 л/т - 81.4-84.2%. Фактически, заселяя посевы рапса, выросшие из обработанных семян, крестоцветные блошки на них не питаются, вследствие чего и эффективность круйзер-рапса по поврежденности растений была здесь гораздо выше, чем в контроле (табл. 2).

Таблица 2. Биологическая эффективность инсектофунгицида круйзер-рапс КС (322 г/л) в борьбе с крестоцветными блошками (Саратовская область, 2007-2008)

Варианты	Норма расхода, л/т	Сорт	Год	Кол-во жуков по дням учета, экз/м <sup>2</sup>			Поврежденность растений по дням учета, балл	
				3	7	14	7	14
Круйзер-рапс	12.0	1*	2007	3.5	15.0	25.0	0.22	0.35
		2*	2008	0.5	8.8	46.5	0.16	0.46
Круйзер-рапс	15.0	1	2007	1.0	12.0	24.0	0.15	0.25
		2	2008	0.5	8.3	44.8	0.13	0.26
Круйзер СК 350 г/л (эталон)	10.0	1	2007	7.0	12.0	26.0	0.16	0.45
		2	2008	0.5	8.5	45.8	0.16	0.30
Контроль	-	1	2007	27.0	29.0	37.5	1.2	1.35
		2	2008	6.0	29.5	98.8	1.17	1.65

\*1- сорт Липецкий, \*2- сорт Хантер.

Проявление корневых гнилей было отмечено в фазу 4-5 настоящих листьев. Обработка семян препаратом круйзер-рапс в двух дозировках обеспечила надежную защиту посевов рапса от этого заболевания, однако применение его с максимальной нормой расхода на 1.6-

2.1% было эффективнее стандартного препарата.

В фазу созревания семян при нарастающей болезни в контроле до 8.8% эффективность круйзер-рапса снизилась до 35.2% (12 л/т) и до 49.4% (15 л/т), у стандарта она также уменьшилась до 48.9% (табл. 3).

Таблица 3. Биологическая эффективность препарата круйзер-рапс (КС 322 г/л) на яровом рапсе в борьбе с корневыми гнилями (Саратовская область, 2007-2008)

Варианты	Норма расхода, л/т	Сорт	Год	4-5 листьев		Перед уборкой	
				Степень развития, %	Биологическая эффективность, %	Степень развития, %	Биологическая эффективность, %
Круйзер-рапс	12.0	1*	2007	3.03	57.1	6.97	35.5
			2008	1.00	56.5	5.70	35.2
Круйзер-рапс	15.0	1	2007	2.64	62.7	5.36	50.4
			2008	0.85	63.0	4.45	49.4
Феразим КС 500 г/л (эталон)	1.5	1	2007	2.75	61.1	5.22	51.7
			2008	0.90	60.9	4.50	48.9
Контроль	-	1	2007	7.07	-	10.80	-
			2008	2.30	-	8.80	-

\*1- Сорт-Липецкий, \*2- Сорт Хантер.

Полученные данные свидетельствуют о перспективности использования инсектофунгицида круйзера-рапс КС в борьбе с крестоцветными блошками и

комплексом болезней на яровом рапсе в условиях Среднего Поволжья путем обработки семян с нормой расхода 15 л/т.

#### Литература

Козина И.Л., Фирсов В.Ф., Никоноренков В.А. Предпосевная обработка семян как способ ограничения вредоносности патогенов и вредителей рапса // Сб. докладов 3-й международной конференции молодых ученых и специалистов. "Актуальные вопросы селекции, технологии и переработки масличных культур. Краснодар, 2005, с. 165-168.

Методические указания по государственным испытаниям фунгицидов, антибиотиков и протравителей семян с-х культур. Ред. К.В.Новожилова, М., 1985, 55 с.

Методические указания по регистрационным испытаниям инсектицидов, акарицидов, моллюскоцидов и родентицидов в сельском хозяйстве, СПб, 2004.

Никольская Ж.В. Защита рапса от вредителей и болезней путем инкрустирования семенного мате-

риала // Обзорная информация "С.-х. наука и производство: экономика, земледелие и растениеводство". М., 1986, 5, с. 55-59.

Сатубалдин К.К. Фитосанитарная роль рапса в севооборотах // Защита и карантин растений, 2004, 9, с. 48-49.

Тютюрев С.Л. Совершенствование химического метода защиты растений сельскохозяйственных культур от семенной и почвенной инфекции. СПб, 2000, с. 217-218.

Федоренко В.П., Секун Н.П., Марков И.Л., Ретьман С.В., Иващенко А.А. Защита рапса // Защита и карантин растений (приложение), 2008, 3, 95 с.

Шпаар Д. Возобновляемое растительное сырье. СПб, Пушкин, 2006, с. 3-15, с. 58-212.

УДК 632.951:595.768.12

## АССОРТИМЕНТ ИНСЕКТИЦИДОВ В БОРЬБЕ С КОЛОРАДСКИМ ЖУКОМ (LEPTINOTARSA DECEMLINEATA SAY) НА ПОСАДКАХ КАРТОФЕЛЯ

**К.Х. Кахаров**

*Таджикский аграрный университет, Душанбе*

За последние годы в связи с многочисленными нарушениями технологий возделывания картофеля резко обострилась фитосанитарная обстановка на его

посадках в картофелеводческом регионе республики. На значительной доле посевных площадей резко возросла засоренность посадок картофеля, широкое рас-

пространение получил колорадский жук *L. decemlineata*.

Для расширения ассортимента инсектицидов в борьбе с колорадским жуком на протяжении ряда лет мы проводили оценку биологической эффективности ряда препаратов, известных в качестве средств борьбы с данным вредителем во многих странах. В различных зонах картофелеводства республики были испытаны препараты из группы синтетических

пиретроидов - децис 25 КЭ, суми-альфа 50 КЭ, фьюри 100 ВК, фастак 100 КЭ, конфидор 200 ВРК, каратэ 50 КЭ, комбинированный фосфоропиретроидный препарат нурелл-Д 550 КЭ, а также микробиологический препарат битоксибациллин СП титр не менее 60 млрд жизнеспособных спор/г.

Опыты, заложенные в 1995 г. в Зеравшанской долине, показали, что биологическая эффективность химических препаратов была высокой (табл. 1).

Таблица 1. Биологическая эффективность инсектицидов в борьбе с колорадским жуком на картофеле в Зеравшанской долине (1995 г. - сорт Кардинал; 1996 г. - сорт Лорх)

Варианты	Норма расхода, л,кг/га	Численность личинок и имаго на 100 растений	Снижение численности с поправкой на контроль по дням после обработки, %		
			1995/1996	3	7
Битоксибациллин СП	2.0	5083/3302	98.7/71.3	77.5/32.2*	34.6/75.5
Би-58 400 КЭ	2.0	3815/2932	70/59.8	41.7/46.2	14.8/17.7
Децис 25 КЭ	0.15	2327/2823	100/100	100/100	100/96.2
Суми-альфа 50 КЭ	0.25	4163/3412	100/100	99.8/98.1	95.3/93.1
Фьюри 100 ВК	0.3	3493/3028	100/100	100/100	99.2/99.5
Нурелл-Д 50 КЭ	0.1	5118/3304	100/100	100/100	99.4/97.5

Численность вредителя в контрольном варианте колебалась по дням учетов от 2881 до 5940 экз/100 растений. \*Вторая обработка.

Так, децис в норме расхода 0.15 л/га, нурелл-Д (0.1 л/га) и фьюри (0.3 л/га) вызывали 100-99% снижение численности вредителя в течение 15 суток после обработки. Близкий к ним эффект (100-94% снижение численности вредителя) был получен от применения суми-альфа в норме расхода 0.25 л/га.

Микробиологический препарат битоксибациллин СП (2 кг/га) проявил неплохой защитный эффект в течение первых 10 суток (98.7-77.2% смертность), но через 14 суток после обработки эффективность резко снижалась. Это свидетельствует о необходимости 2-кратной обработки этим микробиопрепаратом для защиты культуры от данного вредителя. Эффективность Би-58, (2 л/га) как эталонного препарата в течение 14 суток была на уровне 70-14.8%.

Высокие результаты были получены от применения пиретроидных инсектицидов и в производственных опытах в 1996 г. (табл. 1). Однако, эффективность битоксибациллина была низкой вследствие использования препарата из партии 1995 г. После проведения повторной об-

работки биологическая эффективность через 7 суток возросла до 75.5%. В 1996 г. была отмечена низкая эффективность Би-58, которая в течение 14 суток составляла 59.8-17.7%, тогда как эффективность нурелла Д была очень высокой. Учитывая, что основную часть действующего вещества данного инсектицида составляет органофосфат хлорпирифос (50% из 55%), можно предполагать развитие резистентности к данной популяции вредителя только к Би-58.

Опыты в Гиссарской долине показали, что децис в норме расхода 0.15 л/га и каратэ в норме расхода 0.25 л/га вызывали 100-97.8% снижение численности вредителя в течение 14 суток после обработки (табл. 2).

Близкий к ним эффект (100-96.2% снижение численности вредителя) был получен от применения фьюри в норме расхода 0.3 л/га в 2001 г. Также в 2001 г. Важно отметить высокие результаты полученные от применения этих пиретроидных инсектицидов в производственных опытах проведенных в разные годы в Зеравшанской и Гиссарской долинах (табл. 1 и 2).

Таблица 2. Биологическая эффективность инсектицидов в борьбе с колорадским жуком на картофеле в Гиссарской долине (2000 г. - сорт Лорх; 2001 г. - сорт Полет)

Варианты	Норма расхода, л,кг/га	Численность личинок и имаго на 100 растений	Снижение численности с поправкой на контроль по дням после обработки, %		
			2000/2001	3	7
Золон 350 КЭ	2.0	1845/-	52.8/-	22.4/-	27.3/-
Данитол 100 КЭ	1.2	-/1642	-/100	-/77.8±1.8	-/49.2
Децис 25 КЭ	0.15	2325/1766	100/100	100/100	100/99.6
Каратэ 50 КЭ	0.25	2053/1425	100/100	100/100	97.8/100
Фьюри 100 ВК	0.3	2204/1854	100/100	100/100	100/99.2
Нурелл-Д 550 КЭ	0.1	-/1411	-/100	-/100	-/98.1

Численность вредителя в контрольном варианте колебалась по дням учетов от 1586 до 2701 экз/100 растений.

Испытания инсектицидов в Рахтской долине в 2003 г. показали, что децис в норме расхода 0.15 л/га обеспечивает высокий защитный эффект в борьбе с колорадским жуком до 100% снижение численности в течение 14 суток после обработки. Близкая к этому эффективность (100-95.8% снижение численности

вредителя в течение 14 суток) была получена от применения фьюри (0.3 л/га), конфидор (0.3 л/га), фастак (0.25л/га) и нурелл-Д (0.1л/га) (табл. 3). В 2004 году была получена высокая биологическая эффективность от применения пиретроидных препаратов в производственных опытах 100-97.9% (табл. 3).

Таблица 3. Биологическая эффективность инсектицидов в борьбе с колорадским жуком на картофеле в Рахтской долине (2003 г. - сорт Кардинал; 2004 г. - сорт Сантэ)

Варианты	Норма расхода, л,кг/га	Численность личинок и имаго на 100 растений	Снижение численности с поправкой на контроль по дням после обработки, %		
			2003/2004	3	7
2003 год (сорт Кардинал)					
Би-58 Новый 400 КЭ	2.0	3752/2218	64.5/92.4	47.2/68.7	12.4/49.4
Конфидор 200 ВРК	0.3	3412/2110	100/100	100/100	99.9/97.9
Децис 25 КЭ	0.15	3115/2623	100/100	100/100	100/96.2
Каратэ 50 КЭ	0.25	3810/2892	100/100	100/98.1	95.8/93.1
Фастак 100 КЭ	0.25	3623/3214	100/100	100/97.9	94.7/73.9
Нурелл-Д 550 КЭ	0.1	3752/3178	64.5/100	47.2/100	12.4/97.5

Численность вредителя в контрольном варианте колебалась по дням учета от 2540 до 4813 экз/100 растений.

Однако, полученные данные по биологической эффективности инсектицидов каратэ, децис, фьюри, конфидор, фастак и суми-альфа показали, что они сохраняют высокую начальную токсичность и продолжительность действия в отношении личинок и имаго колорадского жука в оптимальных рекомендованных дозировках. Исключение составил данитол, при применении которого в Гиссарской долине отмечалось резкое сокращение продолжительности токсического действия к 14 суткам. Это позволяет предполагать, что резистентность колорадского жука к этому инсектициду достигла показателя, при котором наблюдается снижение эффективности препарата. На фо-

не начального этапа формирования резистентности к фосфорорганическим соединениям и пиретроидам популяция колорадского жука высокочувствительна к инсектицидам нового химического класса – неоникотиноидам – например, конфидору. Также высокая эффективность отмечается и в отношении комбинированных инсектицидов. Кроме того, следует отметить, что все препараты в примененных дозировках не вызывали фитотоксического эффекта по отношению к самой культуре. Это позволяет заключить, что пиретроидные инсектициды пока являются эффективными средствами борьбы с данным вредителем в республике (Кахаров, 2007).

Таким образом, проведенные нами исследования подтверждают высокую биологическую эффективность пиретроидных инсектицидов (93-100%). Популяция вредителя была сокращена примерно в 5-6 раз, а сохраненный урожай в среднем за 2 года составил в Зеравшанской долине 4.7 т/га, в Гиссарской и Раштской

долинах - 4 и 3.2 т/га соответственно.

Оценка биологической эффективности инсектицидов каратэ, децис, фьюри, конфидор, фастак и суми-альфа показала, что они сохраняют высокую начальную токсичность и продолжительность действия в отношении личинок и имаго колорадского жука в оптимальных дозировках.

#### Литература

Кахаров К.Х. Колорадский жук (*Leptinotarsa decemlineata* Say) и меры борьбы с ними в услови-

ях Таджикистана. Душанбе, "РТСУ", 2007, 116 с.

УДК 632.51:631.559

## ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЙНОСТИ СОРТОВ И ЗАСОРЕННОСТИ ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР В АГРОМИКРОЛАНДШАФТАХ МОРЕННОГО ХОЛМА

Г.Е. Родионов, Л.В. Пугачева, А.Е. Родионова

*Всероссийский НИИ сельскохозяйственного использования мелиорированных земель, Тверь*

Процессы формирования урожая в условиях различных элементов рельефа изучались многими учеными, как агроклиматологами, так и аграриями. В задачу настоящей работы входило установление вариабельности урожайности различных сортов сельскохозяйственных культур в пределах различных агромикрорландшафтов, а также оценка влияния фитосанитарного состояния их посевов, главным образом засоренности, на продуктивность.

Как известно, продуктивность растительного сообщества сельскохозяйственных культур определяется не только их ботаническим видом, сортом с генетически определенной устойчивостью противостоять вредным объектам, но и местом произрастания. Последнее особенно характерно для земель моренного происхождения. Ранее показано, что моренному агроландшафту свойственно особенно высокое почвенное разнообразие, нашедшее отражение в специальных тер-

минах (АМЛ - агромикрорландшафт и др.) и вызвавшее необходимость интенсивной мелиорации в рамках зональной ландшафтно-адаптивной системы земледелия (Иванов, 2001). Была поставлена задача рассмотреть роль всех трех упомянутых факторов в формировании урожайности полевых культур в гумидной зоне Верхневолжского региона (культура, сорт, АМЛ и фитосанитарное состояние посевов, главным образом, сорной растительности).

#### Методика исследований

Опыты заложены на агроландшафтном стационаре "Губино" Всероссийского НИИ сельскохозяйственного использования мелиорированных земель. Погодные условия в годы исследований (2006-2008) характеризовались избытком осадков в течение всего вегетационного периода. Температура воздуха находилась на уровне среднемноголетних показателей. Объектами исследования были сорта клевера (ВИК-7 и Топаз), яровой пшеницы (Лада и Ангелина), ярового ячменя (Раушан и Гонар), льна-долгунца (Алексим и Ленок).

Методика закладки опыта и проведения исследований опубликована в ряде работ (Иванов и др., 2000; Родионова, 2002; Агроландшафтный статисти-

нар "Губино", 2005). Поперек моренного холма были заложены трансекты, которые засеивались сельскохозяйственными культурами (яровые ячмень и пшеница, клевер, лен). На трансектах выделялись АМЛ-ы, на которых проводились соответствующие мелиоративные мероприятия, учитывалась засоренность посевов и урожайность.

Всего выделено шесть АМЛ, по три на южном (ю) и северном (с) склонах холма: ГА- транзитно аккумулятивный ландшафт, Т- транзитный, ТЭ- транзитно-элювиальный, а также на вершинной части - ЭА- элювиально-аккумулятивный АМЛ.

Экспериментальные данные обработаны при помощи стандартных статистических методов.

### Результаты исследований

Результаты дисперсионного анализа показывают, что ландшафты южного склона мало подходят для возделывания ячменя сортов Гонар и Раушан. Достоверно более высокая урожайность получена на вершине и в агромикрорландшафтах северной экспозиции склона (24.8-26.5 и 24.3-27.1 ц/га соответственно).

Урожай яровой пшеницы был несколько ниже, чем ячменя. Самый высокий урожай пшеница сформировала на транзитном АМЛ (Тс) северного склона, который превосходил АМЛ-ы южного склона моренного холма. Между собой эти менее продуктивные северные АМЛ не отличались друг от друга. Разница

средних значений урожайности сортов пшеницы между собой, как и у ячменя, недостоверна. Сорта как у ячменя, так и у пшеницы не отличались друг от друга по урожайности (табл. 1).

Нет существенной разницы между сортами и у льна-долгунца по урожайности льносемян: у сорта Алексим - 8.6 ц/га, у сорта Ленок - 8.2 ц/га. По соломе сорт Алексим (средняя по опыту - 46.8 ц/га) достоверно превосходит Ленок (34.3 ц/га).

Состав компонентов растительных сообществ одного поля-трансекты можно рассмотреть на примере посевов клевера двух сортов под покров ярового ячменя (табл. 2).

Таблица 1. Урожайность зерновых культур (2007) и льна-долгунца (2008) по АМЛ, ц/га

АМЛ	Ячмень		Пшеница		Лен-долгунец			
	Гонар	Раушан	Лада	Энгелина	Семена		Солома	
					Алексим	Ленок	Алексим	Ленок
ТАю	-	-	-	-	6.7	7.0	28.8	30.0
Тю	11.2	16.3	10.4	11.9	10.0	9.3	44.3	36.9
ТЭю	16.2	13.3	12.8	15.5	7.2	6.6	43.9	28.4
ЭА (вершина)	24.8	24.3	17.0	12.5	9.1	7.7	66.5	30.5
ТЭс	24.4	20.8	12.6	13.7	11.1	9.9	59.4	38.7
Тс	26.5	27.1	21.6	22.8	7.8	8.5	55.4	37.4
ТАс	-	-	-	-	9.1	9.0	43.5	36.9
НСР <sub>05</sub>	6.3	8.2	4.3	7.4	F <sub>факт.</sub> < F <sub>05</sub>		F <sub>факт.</sub> > F <sub>05</sub>	

Таблица 2. Биомасса ячменя, клевера и сорняков перед уборкой на агромикрорландшафтах, г/м<sup>2</sup> (2006)

АМЛ*	Ячмень	Клевер ВИК-7	Сорняки	Суммарно	Ячмень	Клевер с. Топаз	Сорняки	Суммарно
ТАю	600.0	1280.0	144.0	2024	1220.0	890.0	50.4	2160.4
Тю	768.8	1500.0	256.8	2525.6	1220.0	648.8	257.2	2126
ТЭю	1182.0	1400.0	258.8	2840.8	980.0	721.2	120.4	1821.6
ЭА (вершина)	900.0	1569.2	275.6	2744.8	1180.0	715.2	19.2	1914.4
ТЭс	1186.8	1320.0	268.4	2775.2	1186.8	806.8	37.2	2030.8
Тс	728.0	1096.0	269.6	2093.6	957.6	812.4	98.4	1868.4
ТАс	435.6	1120.0	227.2	1782.8	563.2	963.2	140.8	1667.2
Южный склон	850.3	1393.3	219.9	2463.5	1140.0	753.3	142.7	2036.0
Северный склон	831.4	1334.8	240.0	2406.3	1056.0	788.9	108.3	1953.1
Средняя по АМЛ	828.7	1326.5	242.9	2398.1	1043.9	793.9	103.4	1941.2

Клевер сорта ВИК-7 продуктивнее сорта Топаз на всех АМЛ, в целом по трансекте его биомасса примерно в 1.7 раза выше. Диспозиция склона для сортов не имела значения.

В зависимости от сорта клевера культурные сообщества развивались по-разному. Покровной культурой был ячмень, и можно предположить, что большая биомасса клевера могла сформиро-

ваться только при более низкой биомассе ячменя, так как он является среднеконкурентной культурой, что и видно в таблице 2. Биомасса ячменя с первым сортом клевера ( $828.7 \text{ г/м}^2$ ) достоверно ниже, чем со вторым сортом ( $1043.9 \text{ г/м}^2$ ). Третьим компонентом растительного сообщества были сорные растения. Биомасса их в сообществе с клевером ВИК-7 была достоверно выше, чем с клевером сорта Топаз.

В растительных сообществах "ячень-клевер-сорняки" связи между продуктивностью компонентов выражаются невысокими коэффициентами корреляции. Если рассматривать множественную линейную регрессию массы ячменя ( $X_1$ ,  $\text{г/м}^2$ ) по массе клевера ( $X_2$ ) и массе сорняков ( $X_3$ ), а также  $X_2$  по  $X_1$  и  $X_3$ , то можно предположить взаимную конкуренцию между культурными растениями как между собой, так и с сорняками.

Так, влияние биомассы клевера ВИК-7 ( $X_2$ ) и фитомассы сорняков ( $X_3$   $\text{г/м}^2$ ) на биомассу ячменя в уравнении недостоверно, тогда как на биомассу клевера ВИК-7 со стороны ячменя ( $X_1$ ) и сорняков ( $X_3$ ) оказывалось существенное отрицательное воздействие:

$$x_2 = 398 - 0.0231x_1 - 1.18x_3.$$

Можно предположить, что клевер, развиваясь под покровом ячменя в зависимости от биомассы последнего как и от биомассы сорняков, формировал свою фитомассу в процессе жесткой конкуренции.

Во втором растительном сообществе множественная линейная регрессия показывает достоверное отрицательное влияние на биомассу ячменя и со стороны клевера сорта Топаз ( $X_2$ ), и со стороны сорняков ( $X_3$ ):

$$x_1 = 483 - 1x_2 - 1.32x_3.$$

Точно так же на формирование массы клевера с.Топаз оказывают негативное влияние и ячень, и сорные растения:

$$x_2 = 300 - 0.307x_1 - 0.76x_3.$$

Таким образом, сорта клевера неоди-

наково развиваются на разных АМЛ, оказывая влияние на покровную культуру и сорные растения. Клевер ВИК-7 формировал большую биомассу, здесь же была отмечена и достоверно большая биомасса сорняков при меньшей биомассе ячменя, чем в агрофитоценозе с клевером Топаз.

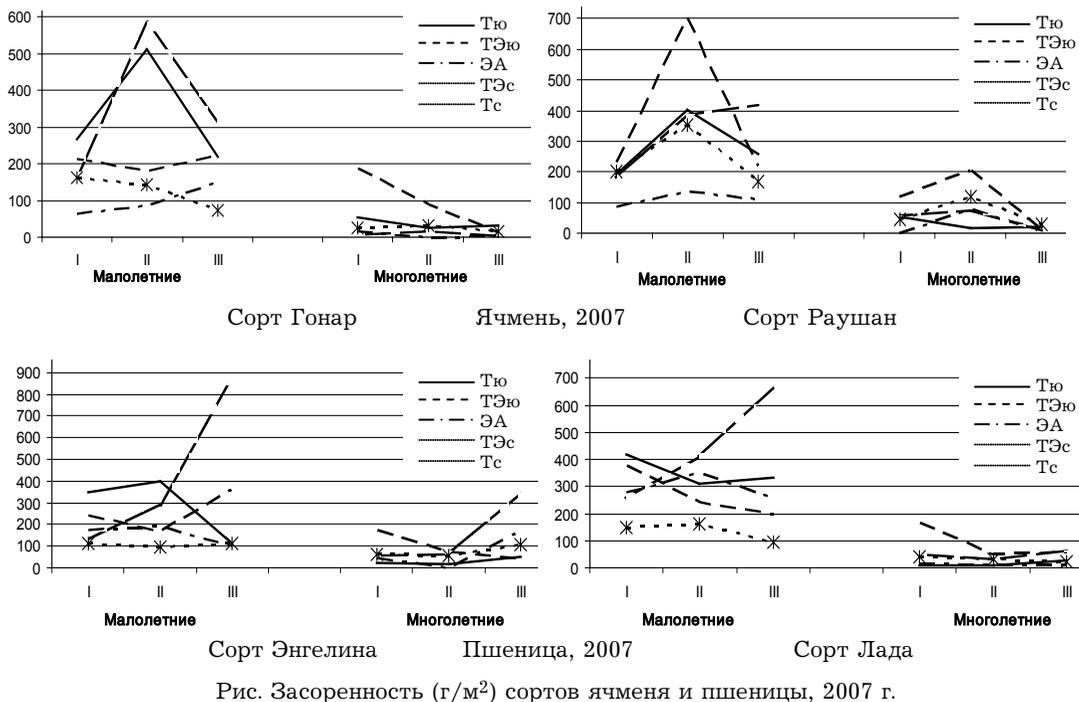
На рисунке видно, что на формирование биомассы сорных растений по фазам вегетации культуры (I - кущение зерновых, II - колошение, III - перед уборкой) оказывали влияние не только культура, но и сорт. Поэтому сорные растения неодинаково развивались в АМЛ-х каждого из исследуемых сообществ.

В посеве ячменя сорта Гонар на Тю ( $265.7-511-218 \text{ г/м}^2$  соответственно фазам вегетации культуры) и ТЭс ( $161.7-583-316.7 \text{ г/м}^2$ ) биомасса сорняков резко возростала от кущения к колошению, затем резко снижалась; у сорта Раушан подобное наблюдалось только на ТЭю ( $229.7-701-218.7 \text{ г/м}^2$ ).

Самая низкая засоренность малолетниками у сорта Гонар отмечена на вершине - ЭА ( $86-134-112.7 \text{ г/м}^2$ ), у ячменя сорта Раушан была близкой по значениям. Отмечено увеличение этого показателя от кущения к уборке (Гонар), а у сорта Раушан увеличение биомассы к колошению, и затем снижение к уборке. Объясняется это завершением вегетации малолетников.

Биомасса многолетников по сорту Гонар формировалась практически одинаково (за исключением ТЭю) как по АМЛ, так и по учтам. Сходным образом изменялась она у многолетних сорняков по сорту Раушан. От кущения к колошению отмечается небольшое нарастание биомассы, а затем некоторое снижение. Диапазон варьирования биомассы в фазу колошения изменяется от 1.7 (Тю) до  $204.7 \text{ г/м}^2$  (ЭАю).

Однако по средним значениям засоренности двух сортов ячменя ни в одну из фаз вегетации культуры различий по малолетним и многолетним сорнякам не выявлено. В целом и засоренность, и урожайность сортов ячменя на всех АМЛ формировались сходно.



Засоренность пшеницы была совершенно иной, чем ячменя (рис.), отмечаются и сортовые различия. Если в посевах сорта Энгелина формирование биомассы малолетних сорняков на каждом АМЛ происходило по-своему, то у сорта Лада формирование биомассы малолетников шло идентично по экспозициям склонов. На южном склоне (Тю и ТЭю) максимальная биомасса сорняков отмечена в фазу кущения пшеницы, затем шло некоторое ее снижение к колошению, на ТЭю - и далее к уборке. А на Тю к уборке масса малолетников практически не изменялась. Интересным представляется транзитно-элювиальный АМЛ северного склона (ТЭс), здесь в посевах обоих сортов пшеницы формирование биомассы малолетников шло идентично, с возрастанием ее от кущения пшеницы к уборке.

Показатели биомассы многолетних сорняков имели меньшую вариабельность по сортам и АМЛ. Исключение составил ТЭс АМЛ северного склона, где к уборке биомасса многолетников в посевах сорта Энгелина несколько увеличилась. Сказались ви-

довые особенности сорняков бодяка полевого и осота полевого, которые, выдерживая конкуренцию со стороны культуры, формируют к уборке значительную биомассу даже при невысокой численности.

Таким образом, яровые зерновые культуры - ячмень и пшеница - сходным образом отзываются на условия произрастания на АМЛ-х мелиорированной конечно-моренной гряды, имеют бо'льшую урожайность на северном склоне моренного холма, чем на южном. Испытанные сорта ячменя, пшеницы и льна (по льносеменам) между собой не различались (по соломе продуктивнее был сорт Алексим). Сорта клевера ВИК-7 и Топаз, напротив, различались как по придуктивности, так и по конкурентоспособности в отношении покровной культуры ячменя (у первого и то, и другое было существенно выше).

Засоренность посевов ячменя и пшеницы была сходной, с преобладанием по биомассе малолетников над многолетними видами. Менее засоренной оставалась вершина моренного холма (АМЛ ЭА), ниже по склону засоренность увеличивалась.

## Литература

- Агроландшафтный стационар "Губино" (ВНИИМЗ). Тверь-СПб, 2005, 32 с.
- Иванов Д.А. Ландшафтно-адаптивные системы земледелия (Агроэкологические аспекты). Тверь, 2001, 304 с.
- Иванов Д.А., Юдкин Л.Ю., Родионова А.Е., Зубков А.Ф. Опыт изучения агроэкосистем в режиме агроэкологических стационаров. Тверь-СПб, 2000, 96 с.

- Раменский А.Г. Основные закономерности растительного покрова // Вестник опытного дела, Воронеж, 1925, с. 25-64.
- Родионова А.Е. Борьба с сорными растениями в условиях моренного агроландшафта. Тверь-СПб, 2002, 71 с.
- Смирнова О.В. Структура травянистого покрова широколиственных лесов // М., Наука, 1987, 206 с.

УДК 632.51

**АРЕАЛ И ЗОНА ВРЕДНОСТИ ГАЛИНСОГИ МЕЛКОЦВЕТКОВОЙ GALINSOGA PARVIFLORA SAV. (СЕМЕЙСТВО АСТРОВЫЕ (СЛОЖНОЦВЕТНЫЕ) ASTERACEAE DUMORT.)**

**И.Н. Надточий\*, И.А. Будревская\*\***

\**Всероссийский НИИ защиты растений, Санкт-Петербург*

\*\**Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, Санкт-Петербург*

Галинсога мелкоцветковая относится к группе ранних яровых однолетних растений. Предпочитает тенистые и влажные места обитания, легкие почвы. Размножается семенами, которые разносятся ветром с помощью летучек. Одно растение этого вида приносит от 5 до 30 тыс. (отдельные виды и до 300 тыс.) семян, способных дозревать даже на вырванных из земли растениях. Всхожесть свежесозревших семян составляет 28-49%. Прорастают они с глубины не более 2-3 см, минимальная температура прорастания 6-8°C (оптим. 16-30°C). Переменные температуры способствуют прорастанию лежалых семян, но в малой степени оказывают влияние на свежесть. Летне-осенние всходы галинсоги мелкоцветковой не перезимовывают и гибнут при температуре -4.2°C. Колебания сухости и влажности в значительной степени повышает всхожесть как свежих, так и лежалых семян. На их прорастание большое влияние оказывает также свет (Сорные растения СССР, 1935; Веселовский, Лисенко, Манько, 1971).

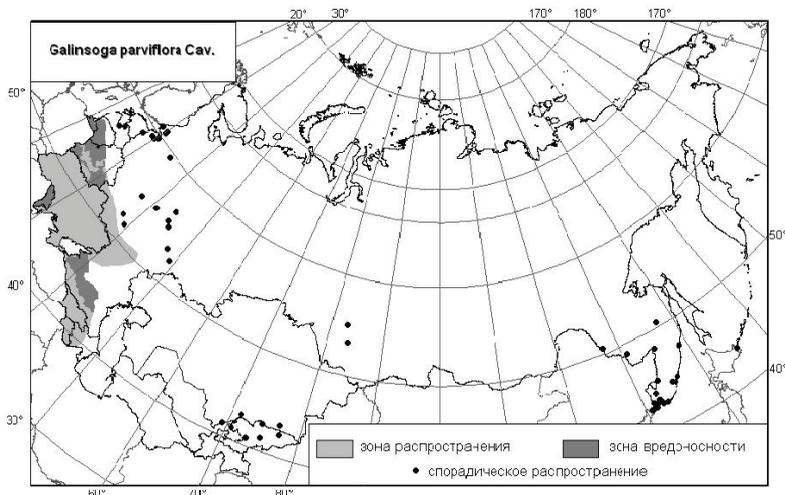
Распространена галинсога мелкоцветковая в Южной и Северной Америке, Скандинавии (юг), Средней и Атлантической Европе, Средиземноморье, Малой Азии, Японии, Китае, Австралии, Африке; на территории СНГ: европейская часть, Кавказ, Дальний Восток (юг), Средняя Азия (спорадически).

Как сорняк галинсога значительно заглушает посевы моркови, свеклы, картофеля, помидоров, петрушки, засоряет посевы зерновых, встречается в садах и огородах преимущественно в средней полосе, на юге теряет значение сорняка (Веселовский и др., 1971; Никитин, 1983).

Ареал и зоны вредности данного вида отображены по результатам анализа опубликованных в открытой печати картографических материалов и литературных источников. За основу ареала взята карта Hulthen E., Fries M. (1986), на которой выделены две отдельные зоны распространения растения (европейская часть и Кавказ). Используя литературные данные, исходные ареалы объединили в один вследствие включения в зону основного распространения Ставропольского и Краснодарского краев, где галинсога мелкоцветковая имеет место как вид и к тому же вредносна (Макарова, 1955; Колпикова, 1967; Галушко, 1980; Ульянова, 1990). Спорадическое распространение галинсоги мелкоцветковой дополнено точками по гербарным и литературным данным (гербарий БИН; Маевский, 1954; Никитина, 1955; Набиев, 1960; Флора Казахстана, 1965; Определитель растений Приморья и Приамурья, 1966; Сухин и др., 1983; Определитель наиболее распространенных полевых и огородных сорняков, 1987; Сосудистые растения советского Дальнего Востока, 1992). Зона

вредоносности выделена согласно литературным данным. Критерием ее выделения является указание сорняка в отмеченных областях, как злостного (Стан-

двявичус, 1958; Ульянова, 1990; Самерсов и др., 2000), вредоносного (Колпикова, 1967; Самерсов и др., 2000), со встречаемостью 23-29% (Ладан, 1990).



#### Литература

Веселовский И.В., Лисенко А.К., Манько Ю.П. Атлас-вызначник бур'янів. Київ, Урожай, 1988, 371 с.

Галушко А.И. Флора Северного Кавказа, 3. Ростов-на-Дону, Ростовский ГУ, 1980, 352 с.

Гербарий БИН им. Комарова В.Л. С-Петербург.

Гербарий ВИР им. Вавилова Н.И. С-Петербург.

Колпикова А.Д. К изучению флоры сорной растительности зоны неустойчивого увлажнения Ставропольского края // Труды Ставропольского СХИ., Ставрополь, Ставропольский СХИ, 1967, 2, с.165-179.

Ладан С.С. Состав и распространение сорных растений посевов кукурузы в Молдавской ССР // Тезисы докл. I герботологического чтения, посвященного памяти Н.А.Шипинова и В.А.Воеводина (10-12 апреля 1990 г.). Л., Областное правление Всесоюзного агрономического научно-технического общества, 1990, с. 79-82.

Макарова В.А. Борьба с сорняками. Ростов-на-Дону, Ростовское книжное издательство, 1955, с. 25-26.

Маевский П.Ф. Флора Средней полосы европейской части СССР. М.-Л., Сельхозгиз, 1954, 912 с.

Набиев М.М. Новый сорняк во флоре Узбекистана // Узбекский биологический журнал, 1960, 3, с. 70.

Никитин В.В. Сорные растения флоры СССР. М., Наука, 1983, 454 с.

Никитина Е.В. Нежеланные пришельцы в Киргизской флоре // Труды института ботаники, 2. Фрунзе, АН Киргизской ССР, 1955, 2, с.49-50.

Определитель наиболее распространенных полевых и огородных сорняков. Ред. Расиньш А. Рига, Прибалтийский филиал ВИЗР, 1987, 46 с.

Определитель растений земледельческой зоны Киргизии. Ред. Никитина Е.В. Фрунзе, Илим, 1979, 490 с.

Определитель растений Приморья и Приамурья.

Ред.Толмачев А.И. М.-Л., Наука, 1966, 490 с.

Оразова А.О. Определитель сорных растений Казахстана. Алма-Ата, Кайнар, 1972, 167 с.

Самерсов В.Ф., Паденов К.П., Сорока С.В. Засоренность посевов в Белоруссии и пути ее ослабления // Защита и карантин растений, 2000, 3, с. 20-22.

Сорные растения СССР. Ред. Келлер Б.А. М.-Л., АН СССР, 1935, 4, 114 с.

Сосудистые растения советского Дальнего Востока, 6. Ред. Харкевич С.С. СПб, Наука, 1992, 250 с.

Сухин В.С., Моисеева Т.М., Васюта З.Р. Сорная растительность Киргизии. Фрунзе, Киргизский СХИ, 1983, 81 с.

Ульянова Т.Н. Адвентивные растения в сеgetальной флоре СССР // Тезисы докл. I герботологического чтения, посвященного памяти Н.А.Шипинова и В.А.Воеводина (10-12 апреля 1990 г.). Л. 1990, с. 33-36.

Станциявичус А. Биология галинсоги мелкоцветковой и меры борьбы с нею // XI планово-методическое совещание по научно-исследовательской работе по защите растений в Северо-Западной зоне СССР. Рига, МСХ Латвийской ССР, 1958, с. 190.

Флора Казахстана, Ред. Павлов Н.В. Алма-Ата, АН Казахской ССР, 1965, 8, 479 с.

Флора Сибири, Ред. Пешков Г.А. Новосибирск, Наука, 1996, 13, 342 с.

Hulten E., Fries M. Atlas of North European Vascular Plants, North of the Tropik of cancer // 3 v. Konigstein, 1986, 1-3, 1172 p.

Работа выполнена при поддержке гранта МНТЦ 2625.



### **К 60-ЛЕТИЮ АНАТОЛИЯ КОНСТАНТИНОВИЧА ЛЫСОВА**

Анатолий Константинович начал свою трудовую деятельность в 1967 году, а в 1968 году поступил в Ленинградскую лесотехническую академию им. С.М.Кирова (ЛТА). В процессе учебы был призван в Советскую армию, где служил в ракетных частях Ленинградского военного округа. После армии продолжил работу в ГСКБ для зоны Северо-Запада и защищенного грунта, одновременно учась на вечернем отделении ЛТА. За годы работы в ГСКБ прошел путь от техника-конструктора до заведующего отделом ГСКБ. Закончив заочную аспирантуру ВИЗР под руководством профессора В.Ф.Думского и защитив диссертацию в 1986 году, по конкурсу возглавил одну из старейших лабораторий ВИЗР - лабораторию механизации, творческие традиции которой были заложены в свое время профессором Я.П.Яценко, И.Г.Чайко и развиты Н.К.Тарновичем и И.П.Велецким. В настоящее время он возглавляет лабораторию механизации ГНУ ВИЗР и является заместителем директора по научной работе.

В результате проведенного А.К.Лысовым многолетнего цикла работ по созданию машин для защиты растений, обеспечивающих применение препаратов с сокращенными нормами расхода и повышающих экологическую безопасность было обосновано создание ультрамалообъемных опрыскивателей и средств механизации с регулируемым размером капель и с электрозарядкой капель диспергируемой жидкости, созданы новые машины, в частности УМО-протравливатель клубней семенного картофеля, УМО-опрыскиватель с сепарацией мелких капель ОСК-200 и др. А.К.Лысов стал одним из инициаторов использования в практике защиты растений сверхлегких летательных аппаратов и других машин. На многие разработки получены авторские свидетельства и патенты. Представленные на международных выставках «Российский фермер», «Золотая осень» машины и агрегаты неоднократно награждались дипломами.

Обладая великолепным даром профессионального и человеческого общения, Анатолий Константинович много делает для установления взаимодействия между ВИЗР и разными учреждениями по защите растений как внутри России, так и за рубежом.

Талант ученого и организатора был по достоинству оценен премией Правительства Российской Федерации в области науки и техники за разработку "Создание современной машиностроительной базы для обеспечения интегрированной защиты растений" за 1998 год. Анатолий Константинович награжден Почетными грамотами Северо-Западного научно-методического центра РАСХН, Российской академии сельскохозяйственных наук, Министерства сельского хозяйства Российской Федерации.

Благодаря его усилиям создан Центр государственных испытаний машинных технологий и способов внесения пестицидов ГНУ ВИЗР, получивший признание в Министерстве сельского хозяйства РФ.

Дорогой Анатолий Константинович, Ваши прекрасные человеческие качества - интеллигентность, обаяние, самодисциплина, демократичность, дар общения обеспечили Вам глубокое уважение коллег в ВИЗР и далеко за его пределами. Желаем Вам крепкого здоровья, оптимизма, научных и творческих успехов.

*Коллектив ВИЗР*

## Содержание

АГРОЭКОСИСТЕМНЫЙ ПОДХОД В РЕШЕНИИ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ПРОБЛЕМ ПО ЗАЩИТЕ РАСТЕНИЙ (К 80-летию ВИЗР). <i>В.А.Павлюшин</i>	3
ЭКОТОКСИКОЛОГИЯ В ФИТОСАНИТАРНОМ УПРАВЛЕНИИ АГРОЭКОСИСТЕМАМИ. <i>В.А.Захаренко</i>	9
ВИДОВОЙ СОСТАВ СОРНЫХ РАСТЕНИЙ В ПОСЕВАХ ПШЕНИЦЫ ЯРОВОЙ В КУРГАНСКОЙ ОБЛАСТИ (ЮЖНОЕ ЗАУРАЛЬЕ) <i>Н.Н.Лунева, М.В.Таруни</i>	22
ВИРУЛЕНТНОСТЬ И СТРУКТУРА ПОПУЛЯЦИЙ <i>PUCCINIA TRITICINA</i> В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ В 2007 ГОДУ <i>Е.И.Гультяева, О.А.Баранова, А.П.Дмитриев</i>	33
МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОРАСТАНИЯ ЗЕРНОВОК ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ПРИ ИХ ПОВРЕЖДЕНИИ ВРЕДНОЙ ЧЕРЕПАШКОЙ <i>А.В.Капусткина</i>	39
ВЛИЯНИЕ ФИТОСАНИТАРНЫХ СРЕДСТВ НА ФОРМИРОВАНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ СРЕДНЕРАННИХ СОРТОВ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ <i>Н.Г.Власенко, А.А.Слободчиков</i>	48
ВЫДЕЛЕНИЕ ЭНТОМОПАТОГЕНОВ <i>BACILLUS THURINGIENSIS</i> (BT) ИЗ РЕГИОНА DEIR EZZOR СИРИИ И ИХ БИОТЕСТИРОВАНИЕ <i>Ал-Хамада Абдалла Джамаль</i>	54
<b><u>Краткие сообщения</u></b>	
К ОБОСНОВАНИЮ МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ ДИСПЕРСНОСТИ РАСПЫЛЕННОЙ ЖИДКОСТИ НА ОСНОВЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ <i>Н.С.Лепехин, А.К.Лысов</i>	63
НОВЫЙ ПРЕПАРАТ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ЯРОВОГО РАПСА В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ. <i>В.Г.Чурикова, А.И.Силаев</i>	66
АССОРТИМЕНТ ИНСЕКТИЦИДОВ В БОРЬБЕ С КОЛОРАДСКИМ ЖУКОМ ( <i>LEPTINOTARSA DESEMLINEATA SAY</i> ) НА ПОСАДКАХ КАРТОФЕЛЯ <i>К.Х.Кахаров</i>	69
ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЙНОСТИ СОРТОВ И ЗАСОРЕННОСТИ ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР В АГРОМИКРОЛАНДШАФТАХ МОРЕННОГО ХОЛМА <i>Г.Е.Родионов, Л.В.Пугачева, А.Е.Родионова</i>	72
АРЕАЛ И ЗОНА ВРЕДНОСТИ ГАЛИНСОГИ МЕЛКОЦВЕТКОВОЙ <i>GALINSOGA PARVIFLORA SAV.</i> (СЕМЕЙСТВО АСТРОВЫЕ (СЛОЖНОЦВЕТНЫЕ) <i>ASTERACEAE DUMORT.</i> ) <i>И.Н.Надточий, И.А.Будревская</i>	76
<b><u>Хроника</u></b>	
К 60-ЛЕТИЮ АНАТОЛИЯ КОНСТАНТИНОВИЧА ЛЫСОВА	78

## Contents

AGROECOSYSTEM APPROACH IN THE PLANT PROTECTION MAIN PROBLEMS SOLVING (To the 80 <sup>th</sup> anniversary of the All-Russian Institute of Plant Protection, VIZR). <i>V.A.Pavlyushin</i>	3
ECOTOXICOLOGY IN THE PHYTOSANITARY MANAGEMENT OF AGROECOSYSTEMS. <i>V.A.Zakharenko</i>	9
WEED SPECIES COMPOSITION IN SPRING WHEAT CROPS IN THE KURGAN REGION (SOUTHERN TRANS-URALS). <i>N.N.Luneva, M.V.Tarunin</i>	22
VIRULENCE AND POPULATION STRUCTURE OF PUCCINIA TRITICINA IN RUSSIAN FEDERATION IN 2007. <i>E.I.Gulyaeva, O.A.Baranova, A.P.Dmitriev</i>	33
MORPHOPHYSIOLOGICAL FEATURES OF GERMINATING WINTER WHEAT CARYOPSIDES INJURED BY THE SUNN PEST. <i>A.V.Kapustkina</i>	39
THE INFLUENCE OF PHYTOSANITARY MEANS ON THE YIELD FORMATION OF MIDDLE-EARLY VARIETIES OF SPRING WHEAT <i>N.G.Vlasenko, A.A.Slobodchikov</i>	48
ISOLATION OF ENTOMOPATHOGENIC BACILLUS THURINGIENSIS IN DEIR EZZOR REGION OF SYRIA AND EVALUATION OF ITS BIOLOGICAL EFFICIENCY. <i>Al-Hummada Abdalla Jamal</i>	54
<b><i>Brief Reports</i></b>	
SUBSTANTIATION OF ESTIMATION METHOD OF SPRAYED LIQUID DISPERSITY BASED ON MATHEMATICAL STATISTICS. <i>N.S.Lepekhin, A.K.Lysov</i>	63
A NEW PREPARATION FOR SPRING RAPE PROTECTION IN CONDITIONS OF MIDDLE VOLGA REGION. <i>V.G.Churikova, A.I.Silaev</i>	66
INSECTICIDE ASSORTMENT IN THE COLORADO BEETLE (LEPTINOTARSA DECEMLINEATA SAY) CONTROL ON POTATO PLANTINGS. <i>K.Kh.Kakharov</i>	69
YIELD FORMATION AND WEEDINESS OF FIELD CROP VARIETIES IN AGRICULTURAL MICROLANDSCAPES OF MORAINES <i>G.E.Rodionov, L.V.Pugacheva, A.E.Rodionova</i>	72
AREA AND ZONE OF HARMFULNESS OF THE GALLANT SOLDIER GALINSOGA PARVIFLORA CAV. (ASTERACEAE). <i>I.N.Nadtochii, I.A.Budrevskaya</i>	76
<b><i>Chronicle</i></b>	
TO THE 60 <sup>TH</sup> BIRTHDAY ANNIVERSARY OF ANATOLII KONSTANTINOVICH LYSOV	78

ISSN 1727-1320

Индекс 36189