

ВЕСТНИК ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ


PLANT PROTECTION NEWS

1

ВЕСТНИК ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

УДК 632

Научно-теоретический рецензируемый журнал

Основан в 1939 г.

Издание возобновлено в 1999 г.

Включен в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий ВАК

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

В.И.Долженко - академик РАСХН, ВИЗР

Ю.Т.Дьяков - д.б.н., профессор, МГУ

В.А.Захаренко - академик РАСХН

С.Д.Каракотов - д.х.н., ЗАО Щелково-Агрохим

В.Н.Мороховец - к.б.н., ДВНИИЗР

В.Д.Надыкта - академик РАСХН, ВНИИБЗР

К.В.Новожилов - академик РАСХН, ВИЗР

В.А.Павлюшин - академик РАСХН, ВИЗР

С.Прушински - д.б.н., профессор, Польша

Е.Е.Радченко - д.б.н., ВИР, РАСХН

И.В.Савченко - академик РАСХН

С.С.Санин - академик РАСХН, ВНИИФ

С.Ю.Синев - д.б.н., ЗИН РАН

К.Г.Скрябин - академик РАН, РАСХН,
Центр "Биоинженерия" РАН

М.С.Соколов - академик РАСХН, РБК ООО
"Биоформатек"

С.В.Сорока - к.с.-х.н., Белоруссия

О.С.Афанасенко - чл.-корр. РАСХН

И.А.Белоусов - к.б.н.

Н.А.Белякова - к.б.н.

В.Н.Буров - чл.-корр. РАСХН

Н.А.Вилкова - д.с.-х.н., проф.

Н.Р.Гончаров - к.с.-х.н.

И.Я.Гричанов - д.б.н.

А.П.Дмитриев - д.б.н.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

А.Ф.Зубков - д.б.н., проф.

В.Г.Иващенко - д.б.н., проф.

М.М.Левитин - акад. РАСХН

Н.Н.Лунева - к.б.н.

А.К.Лысов - к.т.н.

Г.А.Наседкина - к.б.н.

В.К.Моисеева (секр.) - к.б.н.

Н.Н.Семенова - д.б.н.

Г.И.Сухорученко - д.с.-х.н., проф.

С.Л.Тютюрев - д.б.н., проф.

А.Н.Фролов - д.б.н., проф.

И.В.Шамшев - к.б.н.

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 632.51:582.635.3+582.675.5

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СОЗДАНИЯ КОМПЛЕКСНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПОДАВЛЕНИЯ МАКА И КОНОПЛИ

В.А. Павлюшин, Ю.А. Титова, А.П. Дмитриев, Н.А. Белякова, И.И. Новикова,
Т.А. Маханькова, А.К. Лысов

Всероссийский НИИ защиты растений, Санкт-Петербург

В работе приводятся методология и результаты исследований, представляющие основы разработки комплексных технологий подавления развития растений мака и конопли, определяющие снижение общей биомассы надземной части. Разработаны средства и методы их внесения, приводящие к потере товарного качества, развитию болезней и гибели растений. Оценена эффективность биологических и химических средств и методов подавления развития наркотикосодержащих растений. Показано, что для эффективного подавления растений мака и конопли при комплексном использовании биологических и химических средств достаточно сублетальных доз химических гербицидов.

Ключевые слова: комплексная технология подавления нежелательных растений, мак, конопля, биологический метод, фитофаги, биогербициды, конверсионные микогербициды.

С каждым годом в мире увеличиваются площади незаконных посевов наркотикосодержащих растений (Доклад..., 2008; Гасымов, 2002; Булавин и др., 2008). Поэтому поиск путей и создание систем кон-

троля растительности, содержащей наркотические вещества, становится практической задачей первостепенной важности и способствует развитию всесторонних исследований в этой области.

Методология исследований

Наиболее значимые растения, из которых получают наркотики, - мак снотворный (*Papaver somniferum* L.) и конопля посевная (*Cannabis sativa* L.) (Давидян, 1965; Глинкин, 2002; Емельянов, 2002; Доклад..., 2008).

Мак снотворный, имеющий много подвидов и гибридов, - однолетнее травянистое растение с тонким слабовевающимся стержневым корнем, прямостоячим ветвящимся, реже простым, на $\frac{1}{2}$ - $\frac{3}{4}$ облиственным стеблем 30-200 см высотой. В период от цветения до созревания семян растение предъявляет повышенные требования к температуре и влажности. Семена мелкие, почковидной формы, с ячеистой поверхностью (Базилевская, 1931; Веселовская, 1933, 1975; Черепанов, 1995). Товарное качество растений мака как продуцентов наркотиков обуславливается общей биомассой надземной части, содержащей морфин и еще 224 алкалоида (папаверин, кодеин, тебаин, эторфин и др.), а, главное, размерами незрелых маковых коробочек, из которых в динамике осуществляется добыча опиума. Важно, что семена мака не содержат наркотически активных алкалоидов, подвержены инфицированию фитопатогенами и могут переносить инфекцию (Головкин, 2000; Трофимец, 2006). Во всех областях возделывания мак в значительной степени поражается грибами и бактериальными заболеваниями. В отдельные годы недоборы урожая семян и коробочек от болезней достигают 50-70% (Тапака, 1920; Barbacka, 1935; Поспелов, 1957; Миско, 1965; Sehgal et al., 1971; Schmitt, et al., 1975; Sivanesan et al., 1982). Благодаря исследованиям экологии возбудителей, источников инфекции, патогенеза и симпатоматики болезней (Girzitska, 1930; Barbacka, 1935; Flachs, 1936; Поспелов, 1957;

Миско, 1965, 1973; Островский и др., 1970; Никитина, 1975; Вахрушева и др., 1976; Дроздовская, 1977) были выявлены потенциальные агенты биологической борьбы с маком, такие как *Fusarium oxysporum*, *Mutrothecium verrucaria*, *Brachygladium papaveris* (*Pleospora papaveracea*) (Hebbar et al., 1997; Bailey et al., 2000, 2004; O'Neill et al., 2000; Glukhova et al., 2007; Гасич и др., 2009 а, б; Глухова и др., 2010).

Конопля посевная - однолетнее травянистое двудомное растение с переходящими половыми формами, с глубоким (1.5-2 м) ветвящимся стержневым корнем, прямостоячим простым, реже ветвящимся, желобчатым облиственным стеблем 100-600 см высотой. Мужские соцветия (сложные кисти или метелки) образуются на боковых ветвях или верхушке стебля; женские сжатого колосовидные соцветия развиваются в пазухах листьев. Цветки однополые, ветроопыляемые (Блинова, 1990; Губанов и др., 2003). Растения конопли - легко дичающие космополиты, товарное качество которых как продуцентов наркотиков обуславливается общей биомассой надземной части, содержащей каннабинолы - производные дибензипирана, из которых наркотическим действием обладает, в основном, тетрагидроканнабинол (ТГК) - смолистое вещество с резким специфическим запахом. Каннабинолы - физиологическая особенность растений конопли, для их употребления напрямую и производства наркотиков используются верхние части и листья женских растений конопли, смола и пыльца мужских растений (Давидян, 1965; Тимонин, 1978). На конопле зарегистрировано более 90 возбудителей болезней, серьезными среди них являются: *F. oxysporum*, *F. culmorum* var. *culmorum*, вызывающие увядание

растений (Жалнина, 1963; McPartland, 1996, 1999). В 1999 г. компания Ag/Bio (США) предложила микогербицид на основе штамма *F. culmorum* var. *culmorum* для биоконтроля конопли. Этот микроміцет также используется в генноинженерных исследованиях для создания вирулентных комплексов против растений коки и конопли и рассматривается как потенциальный генномодифицированный биоагент борьбы с коноплей (McPartland, 1999).

Описанные выше особенности биологии целевых объектов, которые обуславливают привлекательность растений для масштабного производства наркотиков, определили методологию наших исследований. Прежде всего, это выявление параметров, определяющих снижение общей биомассы надземной части целевых растений (потери в росте, ассимиляционной поверхности; ухудшение габитуса, развитости корневой системы, заболванения и ослабления конкурентоспособности) и разработка на их основе средств и методов их внесения с целью подавления растений, что приводит к потере товарного качества, развитию болезней и гибели растений. Далее, оценка эффективности разработанных биологических и химических методов и средств их внесения с целью подавления и, в заключение, создание комплексных технологий совместного и/или последовательного их использования для достижения наибольшего эффекта в подавлении целевых объектов.

Для разрабатываемых биологических средств как факторов подавления растений определены параметры эффективности для фитопатогенов - системность поражения (слабое развитие придаточных корней и поражение корневой системы, вегетативных и репродуктивных органов растения), для фитофагов - моно- или олигофагия, приводящая к гибели или существенному повреждению растения, доминантность или субдоминантность в комплексе вредителей конопли со вспышками массового размножения, широкий ареал распространения и вредоносности.

В процессе разработки комплексных технологий подавления целевых объектов сформировались два направления биологической борьбы. Первое - интродукция с помощью специфических средств

внесения фитофагов на участки незаконных посевов мака и дикорастущей конопли с целью ликвидации первых и удерживания численности популяции второй на более низком уровне, и второе - микогербицидное, использующее фитопатогенные микроміцеты с помощью специфических средств внесения ежегодно как факторы стресса для подавления наркотикосодержащих растений в посевах.

К фитофагам, используемым в качестве агентов классического биоконтроля, и фитопатогенам, используемым в качестве биогербицидов, предъявлялся ряд требований. К фитофагам - это пригодность для массового разведения в искусственных условиях на заменителях природного корма, наличие устойчивой к механическим повреждениям фазы жизненного цикла, способность питаться растениями конопли с высоким содержанием тетрагидроканнабинола; к фитопатогенам - это способность быстро продуцировать инфекционные структуры на дешевых субстратах и давать высокие концентрации инокулятов в искусственных условиях, высокая патогенность для целевых объектов и способность уничтожать нежелательные растения в широком ареале, генетическая стабильность, конкурентоспособность, экологическая пластичность, ограниченный круг хозяев и авирулентность к культурным растениям.

Реализация вышеобозначенных требований определила тактику исследований биологии отобранных видов. В разработке микогербицидов особого внимания заслуживали возможности быстрого получения большого количества жизнеспособного и качественного инокулюма (спор, фрагментов мицелия, склероциев и др.) на доступных субстратах, средства его внесения, условия заражения и последующего развития патологического процесса или реакции сверхчувствительности в зависимости от концентрации инокулюма, влажности, продолжительности росного периода, температуры и фазы развития целевого растения. Для успешной интродукции фитофагов в занятые коноплей стадии необходимы были разработки технологий массового разведения и внесения с использованием средств механизации, что обеспечивало высокие нормы выпуска насекомых.

Результаты исследований

Широкомасштабные полевые сборы пораженных фитопатогенами растений мака (Гасич и др., 2009 а) и конопли проводились сотрудниками лаборатории микологии и фитопатологии ВИЗР (Е.Л.Гасич, А.О.Берестецким, И.В.Бильдер, Л.Б.Хлопуновой и др.). Из образцов, собранных в Пензенской, Ростовской, Саратовской областях, Бурятии, Украине, Киргизии, а также ретроспективным анализом гербарных образцов и коллекции чистых культур микроміцетов мака и конопли, сформированных в 2002-2005 гг.,

выделено 410 изолятов 52 видов грибов (на маке - 237 изолятов 30 видов, на конопле - 173 изолята 22 видов). Сформированная лабораторией микологии и фитопатологии коллекция гербарных образцов и чистых культур содержит 286 изолятов 45 видов грибов. Е.Л.Гасич, Л.Б.Хлопуновой и И.В.Бильдер получен Патент РФ № 2377774, зарегистрированный в государственном реестре изобретений РФ 10.01.2010 г., на штамм гриба *Dendryphon penicillatum* (= *Brachycladium pavaris*) (Corda) Fr. 1.39, обладающий микогербицидной активностью против мака

снотворного (Гасич и др., 2010). На дико-растущей конопле сотрудниками лаборатории биологической защиты растений ВИЗР (А.Г.Ковалем, И.А.Белоусовым, И.И.Кабаком, Е.Г.Козловой и др.) в Ростовской области, Краснодарском крае, Бурятии и Алма-Атинской области Казахстана выявлено 36 видов насекомых-фитофагов, из которых 22 вида трофически связаны с коноплей.

Многоступенчатый скрининг сформированных коллекций биологических агентов подавления растений мака и конопли по вышеупомянутым параметрам эффективности, проведенный сотрудниками лабораторий микологии и фитопатологии, биологической и микробиологической защиты растений, выявил наиболее вредоносные виды микроорганизмов, вызывающие системное поражение, ломкость стеблей и корневые гнили: *B. rapaveris* (124 изолята), *F. oxysporum* (29 изолятов), *F. proliferatum* (14 изолятов), *F. culmorum* (15 изолятов), *F. solani* (11 изолятов) и *Sclerotinia sclerotiorum* (33 изолята) (Гасич и др., 2009 а; Дмитриев и др., 2012), а также перспективных фитофагов для использования в борьбе с коноплей: монофагов - долгоносика *Cardipennis rubripes* и горбатку *Mordellistena charagolensis*, олигофагов - конопляную блошку *Psylliodes attenuata*, конопляную плодоядку *Grapholita delineaana*, медведицу снежную *Chionarctia nivea*, толстянку бурую *Phragmatobia fuliginosa*. Наличие четких пищевых предпо-

чтений обеспечивает высокую эффективность этих фитофагов в борьбе с коноплей, особенно в период ее всходов. Кроме того, эти гербифаги вызывают серьезные повреждения генеративных органов растения.

Сотрудниками лаборатории биологической защиты растений (Н.А.Беляковой, Л.П.Красавиной, А.Г.Ковалем, И.А.Белоусовым, И.И.Кабаком, Е.Г.Козловой и др.) показано, что перспективный материал для формирования лабораторных культур конопляных блошки и плодоярки - особи из природных популяций, распространенных в Средней и Юго-Восточной Азии. Определены основные стандарты качества лабораторных культур конопляной блошки: средняя продолжительность жизни имаго яйцекладущего поколения 22-26 дней и вес жуков 1.6-1.7 мг для весеннего поколения, 1.8-2.4 мг - для летнего. Доказана возможность массового разведения специализированных вредителей конопли на природном корме и его заменителях. В лабораторных условиях оптимизированы параметры содержания имаго и личинок, а также конвейера из кормовых растений конопли для выращивания блошки: температура 20-25°C и 75±5% влажность воздуха, смена растений в садках каждые 3 дня для весеннего поколения яйцекладущих особей и каждые 6 дней для летних жуков, готовящихся к уходу на зимовку (рис. 1).



Рис. 1. Контейнеры с гусеницами толстянки (выкармливание срезанными растениями конопли и конского щавеля)

Гетерогенность конопляной блошки по признакам, определяющим индукцию диапаузы и доминирование моновольтинной фракции с облигатной диапаузой, позволили для предотвращения размножения интродуцируемых жуков выпускать лишь молодых особей, которые в природной среде выходят из

куколок в середине лета, а яйца откладывают только на следующий год после облигатной диапаузы. Установлено, что при плотности 17-24 жуков на растение (или 4-5 жуков на лист) и оптимальных температуре 20-30°C и влажности воздуха 75±5% блошка уничтожит всходы конопли за 2-4 часа.

Плотность конопляной блошки весеннего поколения 15 жуков на растение в течение 5 суток приводила к гибели растения конопли высотой 40-50 см. Интенсивность питания пропорциональна температуре и обратно пропорциональна влажности. При пониженных температурах воздуха, обуславливающих миграцию жуков в верхние слои почвы и питание прикорневой частью стебля всходов конопли, наблюдали их гибель. Ранние фазы развития целевого растения

наиболее предпочтительны для питания конопляной блошки, повреждение конопли в этот период приводило к гибели растений. Плотность 4-5 гусениц толстянки бурой или конопляной плодоярки на растение конопли высотой 30-40 см, оптимальные температура 15-30°C и влажность воздуха 60-90% через сутки после выпуска фитофага позволяли полностью уничтожить листья и на 50-70% стебли, приводя растения к гибели (рис. 2).

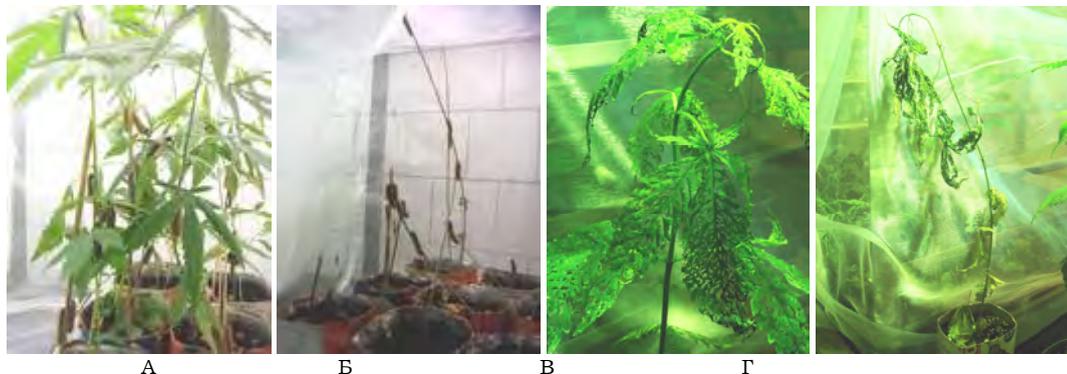


Рис. 2. Эффективность выпуска фитофагов на растения конопли: А - через час после выпуска гусениц толстянки бурой 5-го возраста; Б - через 1 сутки после выпуска гусениц (норма - 4-5 гусениц на растение); В - через 5 суток после выемки из сада с конопляной блошкой; Г - через 12 суток после выемки (плотность фитофага 15 особей/раст.).

Для конопляной плодоярки выявлено, что световой день менее 14 часов и температуры ниже 20°C позволяют индуцировать диапаузу в лабораторной популяции и хранить накопленный биоматериал до полугодия без потерь жизнеспособности. Определен состав искусственной питательной среды для массового разведения конопляной плодоярки. Наличие у плодоярки внутривидовой формы, приуроченной к дикой конопле, позволяет сформировать селекционно-генетическими методами линию с предпочтением к высокому уровню тетрагидроканнабинола в пище.

На основе анализа видовых особенностей конопляных блошки и плодоярки определены нормы и сроки выпуска насекомых, оптимальные для борьбы с коноплей в посевах. При плотности всходов 20-30 растений/м² норма выпуска конопляной блошки составляет 400-600 жуков/м²,

конопляной плодоярки - 20-30 куколок/м², имеющих прочные покровы для внесения с использованием механизированных средств, в т.ч. авиационных. В местах выпуска из куколок появляются имаго, бабочки спариваются и откладывают яйца на растения конопли, повреждения которой в дальнейшем наносят гусеницы плодоярки.

Особенности роста и развития 6 видов (18 штаммов) микромицетов оценивались сотрудниками лабораторий микологии и фитопатологии (Н.П.Шипиловой, Е.Л.Гасич, А.О.Берестецким, Л.Б.Хлопуновой и др.), микробиологической защиты растений (Ю.А.Титовой, И.Л.Краснобаевой, А.В.Рыжанковой и др.) в 6 сериях опытов, что позволило охарактеризовать возможности быстрого получения большого количества инокулюма на доступных субстратах для 5 видов (8 штаммов) микромицетов при использовании 30 питательных

сред для глубинного и твердофазного культивирования. Выявлено, что многообразии органических компонентов субстрата, содержание белкового и аминного азота в разнообразных соединениях способствовали замедлению и стабилизации в накоплении биомассы мицелия, в динамике это выражалось в гиперболическом характере кривых относительной скорости вегетативного роста штаммов-продуцентов (рис. 3).

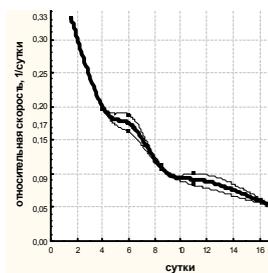


Рис. 3. Динамика относительной скорости роста *V. paporveris* на богатых органическими компонентами субстратах

В 6 сериях лабораторных опытов и 2 сериях опытно-промышленных наработок (ЗАО "Агробиотехнология") показано, что наличие легкодоступных моно- и олигосахаридов ускоряло почти в два раза вегетативный рост мицелия, а увеличение их доли по сравнению с соединениями азота в 15-20 раз способствовало быстрому и обильному конидиогенезу, образованию склероциев и увеличению их общей массы (табл. 1, рис. 4).

У всех исследованных штаммов конидиогенез, образование склероциев и синтез вторичных метаболитов происходили как при замедлении вегетативного роста, вызванного голоданием независимо от природы лимитирующих факторов, так и под воздействием последних, таких как стабилизация рН, как в кислой (рН= 3-4), так и в щелочной (рН= 8) областях, высокий уровень накопления биомассы (6-8 мг/мл), недостаток витаминов и микроэлементов.



Рис. 4. Различные типы образования склероциев *Sclerotinia sclerotiorum*

Кроме этих факторов, на динамику роста и развития микромицетов влияли состав среды, температурные и влажностные условия выращивания, количество и качество инокулюма. Уменьшение его количества иногда снижало накопление биомассы и укорачивало идиофазу, а значит и синтез вторичных метаболитов. Использование инокулюма в виде вегетативного мицелия с малым количеством конидий ускоряло тропофазу и приводило к сокращению срока культивирования до наступления спороношения.

Таблица 1. Влияние режимов инкубирования и количества углеводов в КСА на количество, массу и размер склероция

Режим инкубирования	Количество сахарозы, г	Количество склероциев в чашке, шт.	Масса склероция, мг	Размеры фракции склероциев, мм	Соотношение (%) фракций от общего количества
19-21 °С (естественное освещение)	10	22	6.3	4×5; 6; 1×2	91.7; 4.2; 4.1
	20	24	8.2	5×6; 4×5; 3×4; 6	57.7; 28.0; 10.3; 4.0
20 °С (темнота, термостат)	10	22	5.8	4×5; 6; 1×2	91.7; 4.8; 3.5
	20	24	8.8	4×5; 6	79.6; 20.4
25 °С (темнота, термостат)	10	20	6.4	3×4; 5×6	75.0; 25.0
	20	22	7.9	5×6; 3×4	75.0; 25.0
Чередование темноты и естественного освещения	10	32	4.5	1×2; 2×3; 4×5; 3×4	49.2; 25.8; 2.8; 22.2
	20	58	5.2	3×4; 5×7; 1×2	77.4; 12.8; 9.8

Эти данные подтверждены в 5 сериях лабораторных исследований, проведен-

ных сотрудниками лабораторий микологии и фитопатологии, микробиологиче-

ской защиты растений, а, главное, в 4 сериях опытно-промышленных наработок препаративных форм, когда оптимизация аэрации, термических и гидродинамических условий культивирования приводили к сокращению экспоненциальной фазы роста до 46-50 часов, периодов первичного и вторичного метаболизма до 2-3 суток (ЗАО "Агробиотехнология").

Выявлены температурные диапазоны 16-32°C и оптимумы развития штаммов-продуцентов, типичных мезофилов - 24-28°C (для *S. sclerotiorum* - 20-24°C) (Шипилова и др., 2011). При глубинном культивировании на оптимизированной по составу неорганических солей соевоглюкозной среде (СГС-2) выявлены максимальные скорости роста у большинства штаммов-продуцентов, титры жизнеспособных единиц были в 1.5-3 раза выше, чем на других средах, и составляли для *B. papaveris* - 1.2×10^6 , *F. oxysporum* - 5×10^9 , *F. culmorum* - 1.3×10^9 , *S. sclerotiorum* - 1.1×10^6 КОЕ/мл. Твердофазное культивирование штаммов патогенных микромицетов *B. papaveris* 1.39, *F. oxysporum* 14 и 4. 12, *F. culmorum* К-4, а также *S. sclerotiorum* К-2 и 6 на отходах технологической сферы, первично конвертированных в промышленном масштабе съедобными грибами *Lentinus edodes*, характеризовалось такими же параметрами роста и развития, как иглубинное культивирование в течение первых 7 суток. Последующие 7 суток выявили диауксийную динамику развития всех исследованных штаммов при вторичной биоконверсии отработанных в промышленном производстве съедобных грибов субстратов. Идиофаза накопления вторичных метаболитов завершалась не апоптозом, а новой лаг-фазой роста мицелия и переходом культур в новую тропофазу.

Накопление вторичных метаболитов начиналось после 14 суток, что подтверждено в исследованиях сотрудников лабораторий микологии и фитопатологии, микробиологической защиты растений в 6 сериях лабораторных опытов и 2 сериях полупромышленного получения гранулиро-

ванных субстратных препаративных форм. Споропродуктивность на вторично конвертируемых субстратах от 2 до 100 раз выше в зависимости от штамма, чем при твердофазном поверхностном культивировании, как на синтетических, так и на искусственных питательных средах (Новикова и др., 2010) (рис. 5).

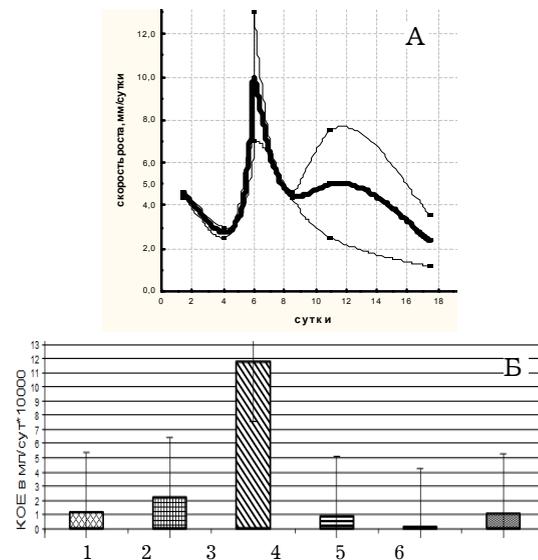


Рис. 5. Динамика скорости роста (А) и споропродуктивности (Б) *B. papaveris* 1.39 на отработанных промышленных субстратах:

1- агар Чапека, 2- отработанные субстраты, 3- зерновые отходы, 4- смесь отходов, 5- богатые лигнином и целлюлозой, 6- богатые целлюлозой

Особое внимание в исследованиях сотрудников лабораторий микологии и фитопатологии (Н.П.Шипиловой, О.С.Юзихина, А.О.Берестецкого и др.), микробиологической защиты растений (Ю.Д.Шенина, И.И.Новиковой, Ю.А.Титовой, И.Л.Краснобаевой, Г.В.Митиной и др.) уделялось выявлению механизмов патогенности микромицетов. В 27 сериях опытов доказана первоначальная некротрофия потенциальных агентов микогербицидов, обусловленная вторичными метаболитами штаммов микромицетов, находящаяся в пропорциональной зависимости от гидротермических условий и обеспечивающая либо патогенез, либо стресс с

последующей реакцией сверхчувствительности поражаемых растений. Вторичные метаболиты *B. papaveris* 1.39 - это экзо- и эндотоксины мицелия с $R_f = 0.52$ и 0.90 , обладающие высокой фитотоксичностью для семян мака. На основании характеристик продуктов, полученных методами УФ- и ИК-спект-рофотометрии и масс-спектрометрии, выявленных физико-химических и биологических свойств наиболее активный компонент экзо-метаболома - специфичный и оригинальный глико-терпеноид, а оригинальный, специфичный и активный эндотоксин мицелия отнесен к бензохинонам. В метаболитном комплексе штамма *B. papaveris* 1.39 обнаружено еще 8 соединений, перспективных с точки зрения их потенциальной биологической активности. Вторичные метаболиты *B. papaveris* 1.39 не опасны для теплокровных. Для видов *Fusarium* - это опасные для теплокровных животных 15ADON, доминирующий в метаболитном комплексе, фузариновая кислота, фузамины, фускофузарин, соланиол, которые являются факторами агрессивности некротрофов (представителей рода *Fusarium*), а значит веществами, усиливающими патогенность микромицетов. Отмечено, что токсины фитопатогенов быстро инактивировались в почве, не оказывая какого-нибудь значительного влияния на сельскохозяйственные растения. Показано, что один из основных механизмов патогенности исследованных микромицетов - существенное снижение содержания хлорофилла, проявляющееся еще до проявления симптомов болезни. Так, при инфицировании конопли *S. sclerotiorum* на 2-е сутки прекращался фотосинтез в клетках, что приводило к изменениям структуры тканей листьев. Возможно, и реакция сверхчувствительности растений - суть проявление патогенеза, вызванного воздействием микромицетов, точнее их вторичными метаболитами под рабочим названием "токсическое поражение" (рис. 6).

Сотрудниками лабораторий микологии

и фитопатологии (Н.П.Шипиловой, Е.Л.Гасич, А.О.Берестецким, Е.И.Гультяевой, Л.Б.Хлопуновой и др.), микробиологической защиты растений (И.И.Новиковой, Ю.А.Титовой, И.Л.Краснобаевой и др.) показано, что патогенез фиксировался при совместном действии следующих абиотических и биотических факторов: ранняя, наиболее уязвимая из-за неразвитости системы придаточных корней фаза развития растений - от семядолей до 1-2 настоящих листьев; влажность 90-100% и температура 22-26°C не менее 24 часов, высокие концентрации интактного инокулюма (штаммы *B. papaveris* - 10^6 , *F. oxysporum* - 10^7 - 10^9 , *F. culmorum* - 10^7 - 10^9 , *S. sclerotiorum* - 10^5 - 10^6 КОЕ/мл).

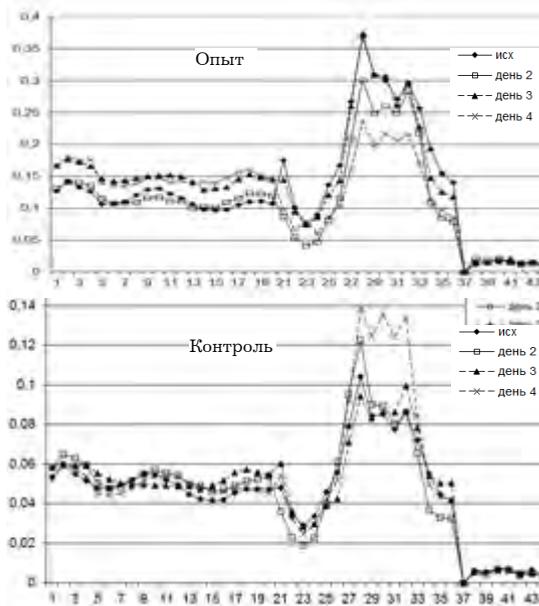


Рис. 6. Динамика изменения индикатрис рассеяния света в листьях конопли, пораженных *S. sclerotiorum*

Наблюдались массовое прорастание конидий и склероциев одной или несколькими ростковыми гифами, развитие мицелия и образование некрозов в местах его соприкосновения с растительной тканью, а также дальнейшее развитие мицелия патогена на некротизированных участках. В вегетационных опытах отме-

чались поражения корней и корневой шейки в виде некрозов и стекловидности в случае штаммов *B. papaveris*, потемнение проводящих пучков и прилегающих к ним тканей стебля и листьев от мицелия гриба (Гасич и др., 2009б). При успешном инфицировании проростков в 5 сериях опытов выявлено системное поражение растений мака штаммами *B. papaveris* и *F. oxysporum*, растений конопли *S. sclerotiorum* и *F. culmorum*. В полевых опытах (13 серий) в отсутствие оптимальных для патогенеза гидротермических условий (понижение температуры и влажности) наблюдалась реакция сверхчувствительности растений в виде образования на надземных частях обширных хлоротичных желто-зеленых зон (с антоциановым краем у растений мака), снижение биометрических показателей развития, ухудшение габитуса в сторону уменьшения облиственности (Маханькова и др., 2009). Реизоляция патогенов в этих случаях была возможна лишь из ризосферы подвергшихся стрессу растений.

Три этапа оптимизации параметров культивирования штаммов микромицетов проводили сотрудники лаборатории микробиологической защиты растений в лабораторных и опытно-промышленных условиях глубинным, глубинно-поверхностным и твердофазным способами по показателям скорости вегетативного роста, периода максимальной продуктивности, сохранения титра жизнеспособных единиц инокулюма, целевой активности и высокой конкурентоспособности при интродукции в биоценозы. Последняя достигалась при культивировании штаммов на сложных, богатых различными питательными компонентами субстратах, когда в течение тропофазы интенсивно накапливалась биомасса, а в идеофазе шел активный синтез вторичных метаболитов, обеспечивающих выживание микромицетов в изменяющихся условиях существования. Вещества вторичного метаболизма (токсины, БАВ или ферменты), как не являющиеся необходимыми для вегетативного

роста штаммов, так и сверхсинтезируемые обычные их ферменты, витамины, продукты клеточной дифференциации и др. являлись факторами патологического процесса целевых растений. Наблюдалось замедление роста и гибель всходов до появления семядолей, проростков и взрослых растений, ускорение перехода в репродуктивную стадию при аномально низких биомассе, ассимиляционной поверхности листьев и неразвитости корневой системы.

Опытно-промышленное культивирование осуществлялось на базе ЗАО "Агробиотехнология" и на опытном ферментационном оборудовании ВИЗР-ИЦЗР. Получено всего 14 лабораторных образцов и опытно-промышленных партий биопрепаратов с титрами *B. papaveris* $1.39 \cdot 10^7$, *F. culmorum* К-4 - $10^9 - 10^{10}$, *S. sclerotiorum* - 10^6 КОЕ/мл (г). Разработаны опытно-промышленные регламенты получения биопрепаратов на основе штаммов-продуцентов *B. papaveris* 1.39 и *F. culmorum* К-4.

Оптимизация параметров культивирования штаммов-продуцентов, выявление условий патогенеза позволили разработать в лаборатории микробиологической защиты растений 12 лабораторных образцов новых биопрепаратов и провести оценку их эффективности в вегетационных и полевых опытах (табл. 2).

В 6 сериях вегетационных и 3 сериях полевых испытаний, проведенных сотрудниками лабораторий микробиологической защиты растений и микологии и фитопатологии, показано, что наиболее эффективны препаративные формы на основе штаммов *B. papaveris*, содержащие мицелий микромицета с его активными эндотоксинами. Эффективность таких (жидких) препаративных форм достигала 80-90% к концу опыта, так как 11-12 из 90 растений мака погибали ежедневно в течение первых 7 суток после внесения биопрепарата как при стимуляции зараже-

ния путем создания росяного периода, так и без стимуляции. После первых 7 суток гибель отсутствовала и выжившие рас-

тения, потеряв 75–85% своей биомассы, продолжали расти и медленно развиваться.

Таблица 2. Жизнеспособность инокулюма (1.5×10^6 КОЕ/мл *B. papaveris* 1.39) в различных лабораторных образцах биопрепаратов

Лабораторный образец биопрепарата	Жизнеспособность
Сырая биомасса гриба (80% влажности)	3-4 недели
Сухой порошок (воздушно-сухая биомасса гриба)	4-4.5 месяца
Паста с консервантом (сырая биомасса гриба + 0.2% бензоата натрия)	3-4 месяца
Стабилизированная паста (сырая биомасса гриба + 15% КМЦ+0.2% бензоата натрия)	несколько суток
Стабилизированная паста (сырая биомасса гриба + 1.5% гидрогеля на основе полиакриламида (базовый состав) + 0.2% бензоата натрия)	4-4.5 месяца
Стабилизированная паста (сырая биомасса гриба + 1.5% гидрогеля на основе полиакриламида (базовый состав + макроэлементы) + 0.2% бензоата натрия)	4-4.5 месяца
Стабилизированная паста (сырая биомасса гриба + 1.5% гидрогеля на основе полиакриламида (базовый состав + макроэлементы + микроэлементы) + 0.2% бензоата натрия)	4-4.5 месяца
Стабилизированная паста (сырая биомасса гриба + 1.5% гидрогеля на основе полиакриламида (базовый состав) + 0.2% бензоата натрия + минеральные соли (KH_2PO_4 - 0.2%, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ - 0.1%, MgSO_4 - 0.1%, дрожжевой экстракт - 0.1%)	4-4.5 месяца
Торфяная форма (стерильный торф, инокулированный культурой гриба (объем инокулюма - 15%)	4-4.5 месяца
Гранулированная форма (вермикулит, инокулированный культурой гриба (объем инокулюма - 15%) + минеральные соли (KH_2PO_4 - 0.2%, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ - 0.1%, MgSO_4 - 0.1%, дрожжевой экстракт - 0.1%)	3-4 недели
Гранулированная зерновая форма (стерильное, предварительно термически обработанное зерно злаков, инокулированное культурой гриба (объем инокулюма - 15%)	1-1.5 месяца
Гранулированная субстратная форма (стерильные, предварительно термически обработанные ферментированные макромицетами опилки смешанные + отруби 7% по влажному весу субстрата + грибной белок, инокулированный культурой гриба (объем инокулюма - 15%)	5-6 месяцев

Выявлено, что гранулированная субстратная форма и смывы с нее, содержащие мицелий и конидии, при внесении сохраняют максимальную эффективность до 2-х недель после инокуляции в фазе семядолей. Чем выше титр инокулюма, тем выше показатель гибели проростков. Внесение на поверхность почвы гранулированной субстратной формы обеспечивало большую эффективность, нежели смывов с нее: ежедневно погибали 14-15 растений и 11-12 из 90 соответственно. В 4-х сериях вегетационных и полевых опытов установлено, что эффективность воздействия применяемых биопрепаратов уменьшалась по всем показателям в 1.3-3.7 раза при обработках целевых растений

в более поздние фазы их развития, наиболее значительно снижались показатели гибели (рис. 7).

Для стабилизации штаммов-продуцентов и повышения их агрессивности в отношении целевых растений сотрудники лаборатории микробиологической защиты растений и Центра биологической регламентации использования пестицидов проводили выделение моноспоровых изолятов и отбор агрессивных субкультур (табл. 3). Из исходных штаммов-продуцентов микогербицидов *B. papaveris* 1.39 в 6

в сериях опытов получено 21 моноспоровый изолят, *F. culmorum* К-4 в 8 сериях опытов получено 25 моноспоровых изолятов, по стабильности параметров скорости

роста, продуктивности и целевой активности превышающих таковые исходных штаммов (Маханькова и др, 2009; Долженко и др., 2010). Отобрано по 1 моноспо-

ровому изоляту, на основе которых были получены и апробированы в вегетационных и полевых условиях лабораторные образцы и опытные партии биопрепаратов.

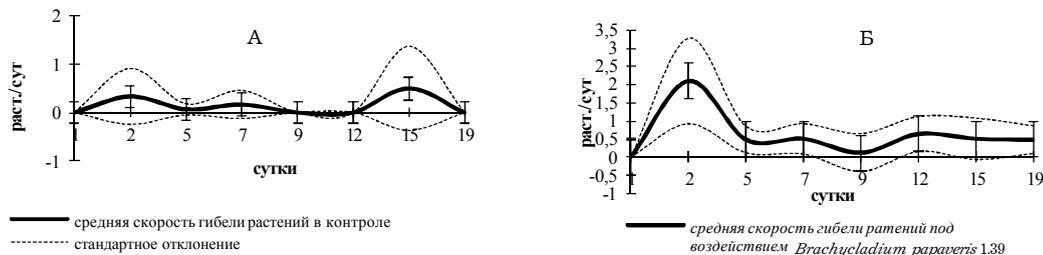


Рис. 7. Динамика гибели растений мака (1, 2 настоящих листьев) в контроле от естественных причин (А) и под воздействием *B. papaveris* 1.39 (Б) в жидкой форме (вегетационные опыты)

Таблица 3. Агрессивные, фитотоксичные, вредоносные и технологичные перспективные изоляты фитопатогенных грибов для борьбы с маком и коноплей

Показатели и результаты отбора	Количество штаммов		
	<i>B. papaveris</i>	<i>F. culmorum</i>	<i>S. sclerotiorum</i>
Количество штаммов в исходной коллекции	124	113	6
Проанализировано на агрессивность к целевому растению	118	15	4
Выделено перспективных штаммов	26	10	1
Отобрано наиболее агрессивных штаммов	2	2	1
Получено моноспоровых культур для селекции	21	25	-
Отобрано агрессивных, фитотоксичных, вредоносных и технологичных культур	1	1	1

Эффективность применения опытных партий микогербицидов на основе отсе- лектированных штаммов в 1.7-8.7 и 1.2-15.1 раза превышала таковую исходных штаммов *B. papaveris* 1.39 и *F. culmorum* К-4 соответственно (Бурлакова, 2012).

Исследованиями НИЦ ТБП штаммы- продуценты *B. papaveris* 1.39 и *F. culmorum* К-4 отнесены к 4 классу опасности (малоопасны) по показателям вирулентности, диссеминации, токсичности и токсигенности для теплокровных животных и соответствуют требованиям, предъявляемым к промышленным микроорганизмам.

Из 6 субкультур *S. sclerotiorum* К-2, для 4-х из которых в 5-ти сериях опытов, проведенных сотрудниками лаборатории микологии и фитопатологии, доказана высокая патогенность к двудольным, но не однодольным видам растений, отобран 1 технологичный и агрессивный штамм

S. sclerotiorum 6, наибольшая вредоносность которого зафиксирована при температурах 24-32°C и 24-часовом росном периоде уже на 2-е сутки после инокуляции растений. Интенсивность поражения достигала 90%, а гибель растений - 98% за 7 суток. В полевых условиях интенсивность поражения достигала 30% за 14 суток. Показано, что вредоносность *S. sclerotiorum* 6 вне зависимости от гидротермических условий и фазы развития конопли проявлялась уже после 7 суток воздействия штамма, а через 21 сутки потери фитомассы составляли 50.1%, высоты растений - 29.9%, длины корня - 6.3%. Несмотря на невысокую распространенность (9.8%) растений с типичными симптомами часть из них имели скрытую инфекцию, которая проявлялась при дальнейшей вегетации растений. Опрыскивание жидкой препаративной формой *S. sclerotiorum* 6,

содержащей мицелий микромицета, по основным показателям было вдвое вреднее, чем внесение инокулюма в почву под растения.

В связи с необходимостью гарантированного подавления вплоть до полного уничтожения растений конопли и мака в полевых условиях незаконных посевов разрабатывались подходы к комплексному использованию биологических средств и химических гербицидов. При совместном и последовательном применении био- и химических гербицидов достигалось существенное снижение концентрации последних и кратности обработок. Такой подход предполагал исследования совместимости этих средств в лабораторных, вегетационных и полевых опытах, а также разработку соответствующих средств и методов внесения этих композиций, которые были проведены сотрудниками лабораторий микологии и фитопатологии, биологической и микробиологической защиты растений, механизации, Центра биологической регламентации использования пестицидов. Так как при разработке ассортимента гербицидов для уничтожения неже-

лательных посевов конопли и мака придерживались принципов высокой эффективности действующих веществ, независимости от фазы роста и развития растений, быстроты действия и экологической безопасности, немаловажное значение имеет норма расхода используемых препаратов. В этом отношении наибольший интерес представляли препараты последнего поколения, норма расхода которых составляет от нескольких граммов до нескольких десятков граммов на гектар обрабатываемой площади, и установление возможности ее снижения были одной из задач наших исследований (Маханькова и др., 2009; Долженко и др., 2010; Бурлакова, 2012).

Совместимость химических и биологических средств подавления конопли и мака оценивалась в 8 сериях лабораторных, 5 сериях вегетационных и 10 сериях полевых опытов, в которые были включены 7 действующих веществ гербицидов и 7 биологических средств. Выявлены совместимость с независимостью действия разных групп средств, синергидный эффект применения комбинаций сублетальных доз химических препаратов, а также частичное подавление биологических средств химическими гербицидами на основе метрибузина и 2.4-Д (рис. 8).

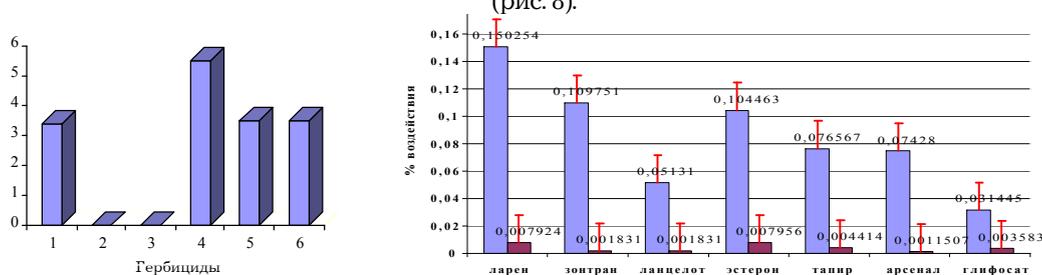


Рис. 8. Биологическая эффективность воздействия различных гербицидов на скорость роста (А) и число колоний (Б)

Наиболее эффективным оказался гербицид зонтран при дозировке 4×10^{-4} г/л.

Синергидный эффект применения комбинаций сниженных доз химических препаратов на основе имазетапира, метсульфурон-метила и биогербицидов на основе *B. papyaveris* 1.39, *S. sclerotiorum* К-2 и К-6, а также метсульфурон-метила, метрибузина, хармони с трендом-90 и

F. culmorum К-4, выражающийся в сильном угнетении целевых растений на 40.2-97.7%, возрастании гибели на 24.8-99.4%, когда в среднем в 1.5 раза усиливалось развитие токсического поражения и в 2 раза увеличивалась гибель растений, приравнивал комплексное воздействие к эффективности полных норм расхода гербицидов (Долженко и др., 2010; Бурлакова, 2012).

Производственные концентрации метрибузина подавляли развитие *B. pavaris* 1.39, *S. sclerotiorum* К-2 и 6; жуки конопляной блошки не питались растениями конопли, обработанными гербицидами на основе 2,4-Д кислоты и метрибузина в производственных концентрациях.

Выживаемость личинок фитофага при

развитии на корнях растений, обработанных вышеуказанными гербицидами в уменьшенных концентрациях, снижалась на 68–75% по сравнению с контролем. Питание жуков и повреждения листьев конопли отмечались на растениях, обработанных гербицидом на основе имазетапира (рис. 9).

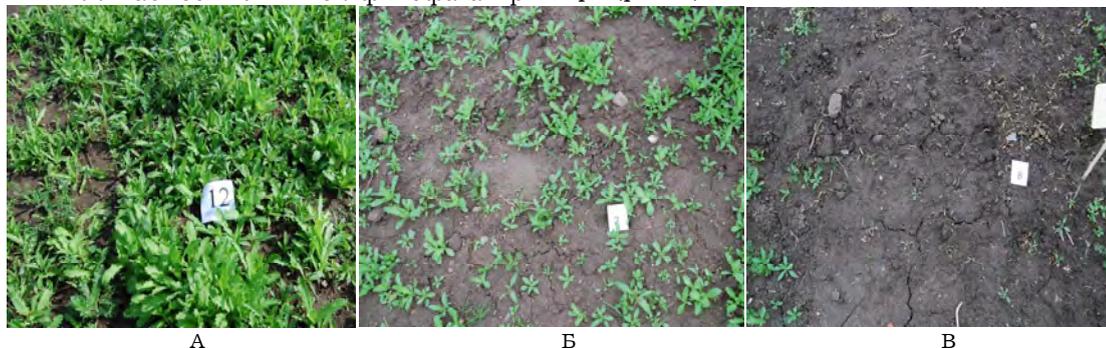


Рис. 9. Синергидный эффект применения комбинаций сниженных доз химических препаратов на основе имазетапира, метсульфурон-метила и биогербицидов на основе *B. pavaris* 1.39: А - контроль до обработки; Б - жидкая препаративная форма на основе *B. pavaris* 1.39; В - гранулированная зерновая препаративная форма на основе *B. pavaris* 1.39 + ларен СП (1/4 дозы)

При разработке средств и методов внесения микробиологических и химических гербицидов учитывали следующие факторы: метеорологические - температура и влажность воздуха, скорость ветра; технологические - норма расхода рабочей жидкости, равномерность распределения рабочей жидкости по эффективной ширине захвата и ярусам обрабатываемых растений, скорость движения машинно-тракторного агрегата или летательного аппарата.

Поскольку величина потерь жидкости достигает для большинства гидравлических распылителей половины расходоуемого объема, а размеры высыхающих капель сухого микроостатка достигают 100 мкм, были проведены и оценены расчеты степени испарения капель водных растворов препаратов. Полученные данные подтверждены полевой проверкой соотношений исходной (по данным лабораторного анализа) и конечной плотностей покрытия каплями обрабатываемой поверхности, причем в ряде случаев за счет испарения мелких фракций капель, густота покрытия в полевых условиях была

ниже установленного минимума. Для достижения необходимого уровня эффективности внесения средств подавления и их комбинаций были использованы различные типоразмеры распылителей с медианно-массовым диаметром капель распыла. Полученные данные по густоте покрытия и равномерности распределения биопрепаратов на эффективной ширине захвата, а также биологической эффективности воздействия на целевые растения определили выбор средств внесения для наземных обработок наркотикосодержащих растений. По результатам биологической эффективности и учета метеорологических факторов, влияющих на непроизводительные потери, наиболее эффективным оказалось внесение микробиологических препаратов и их смесей с гербицидами инъекторными щелевыми распылителями со средним медианно-массовым диаметром капель 537 мкм на верхнем ярусе растений и 472 мкм на нижнем ярусе при оптимальной норме расхода рабочей жидкости более 200 л/га.

Для технологии опрыскивания с помо-

щью авиационной опрыскивающей техники по результатам расчетов и испытаний критический размер капель составил 121 мкм. В связи с этим для авиационного внесения биопрепаратов были выбраны распылители типа ТК, обеспечивающие норму расхода рабочей жидкости 25-50 л/га и дисперсностью распыла свыше 400 мкм. При этом угол установки распылителей на летательном аппарате по отношению к направлению полета составлял 135° или 90° для получения в спектре распыла от крупных до среднего размера капель, чтобы свести к минимуму непроизводительные потери препаратов в окружающую среду из-за испарений и сноса капель диспергируемой рабочей жидкости. Оптимальная высота полета летательного аппарата над обрабатываемой поверхностью - 3-4 м. Ширина штанги, устанавливаемой на летательном средстве меньше на 1 м ширины размаха крыльев для исключения турбулентных завихрений на краях крыла. Для проведения комплекса истребительных мероприя-

тий против дикорастущих конопли и мака, а также их незаконных посадок наиболее эффективно использовать сверхлегкие летательные аппараты.

Разделение во времени применения биологических и химических средств выявило значительное нарастание эффективности обработок. В вегетационных опытах было получено полное искоренение растений мака в результате последовательного использования химических гербицидов после воздействия на проростки мака биогербицида на основе активного штамма *B. papaveris* 1.39. В полевых условиях была подтверждена наиболее высокая эффективность последовательного применения трехкратной обработки биопрепаратом на основе штамма *B. papaveris* 1.39 и гербицида на основе метсульфурон-метила в пониженных до $\frac{1}{8}$ - $\frac{1}{4}$ нормы расхода концентрациях с интервалом 7-10 суток. Потери роста составляли 82.4-90.7%, биомассы - 70.9-100%, ассимиляционной поверхности листьев - 83.7-100% (рис. 10).



Рис. 10. Сравнительная эффективность трехкратного последовательного применения лабораторного образца препарата на основе штамма *B. papaveris* 1.39, различных доз гербицида ларен СП отдельно и после биопрепарата (44 сутки после применения гербицида)

1- лабораторный образец на основе *B. papaveris* 1.39-8; 2- ЛО на основе *B. papaveris* 1.39-8 + $\frac{1}{4}$ нормы расхода (НР) ларена СП; 3- контроль (без обработки); 4- ЛО на основе *B. papaveris* 1.39; 5- то же + $\frac{1}{8}$ НР ларена СП; 6- ларен СП $\frac{1}{8}$ НР; 7- на основе *B. papaveris* 1.39 + $\frac{1}{2}$ НР ларена СП; 8-контроль

Исследования биологии фитофагов, проведенные сотрудниками лаборатории биологической защиты растений, выявили возможность комплексного использования разных биологических средств подавления конопли и мака, заключающиеся в переносе инфекционного начала фитопатогенов на экзоскелете или в пищеварительном тракте фитофагов

(Yamoah, 2007). Вредоносные для конопли горбатка *Mordellistena charagolensis*, долгоносик *Cardipennis rubripes*, конопляная блошка *Psylliodes attenuatus*, конопляная плодоярка *Grapholitha delineana* по пищевой специализации и морфологическим особенностям имагинальных покровов могут служить переносчиками фитопатогенов.

Кроме того, самки долгоносиков могут переносить споры фитопатогенных грибов на яйцекладе и заражать коноплю на стадии цветения при откладке яиц в расти-

тельные ткани. Имаго конопляной блошки на покровах тела могут переносить возбудителей болезней конопли независимо от фенофазы растения (рис. 11).

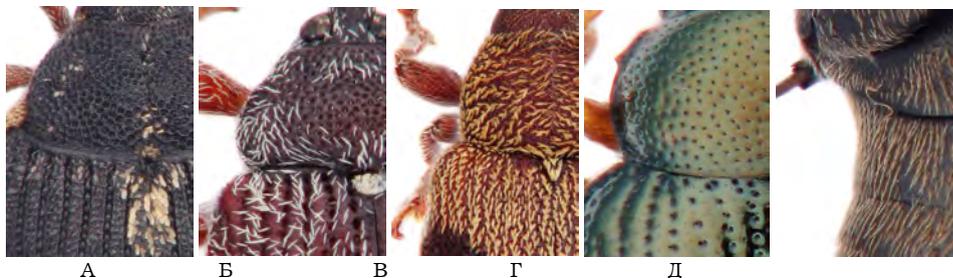


Рис. 11. Характер покровов тела долгоносиков *Cardipennis rubripes* (А), *Anthonomus morosus* (Б), *Lignyodes enucleator* (В); конопляной блошки *Psylliodes attenuatus* (Г) и горбатки *Mordellistena charagolensis* (Д)

То, что эффективность переноса фитопатогенных грибов насекомыми на покровах тела обуславливается особенностями спор грибов, позволяющими удерживаться на экзоскелете с сохранением жизнеспособности, а также расселительными способностями переносчика и его поисковой активностью в отношении целевого растения определило направления исследований в этой области. Выявлено, что конопляная плодожорка способна с эффективностью 25-30% переносить споры фитопатогенных грибов (в т.ч. видов *Fusarium*) размером около 200 мкм². Долгоносики переносят со своих покровов на агаризованную среду более половины спор (эффективность - 58%), прикрепившихся на его покровы в ходе инокуляции. Опрыскивание переносчиков конидиаль-

ной суспензией с титром 10⁷ КОЕ/мл было более эффективным, нежели контакт не обездвиженных насекомых со спорулирующей культурой: через 4 суток после нанесения на покровах фитофагов оставалось 10³ и 10² КОЕ/особь соответственно. Основным фактором, влияющий на плотность (КОЕ/особь) фитопатогенных грибов на покровах насекомых, - это длительность контакта переносчика со спорулирующей культурой гриба, которая пропорциональна трофической предпочтительности последней для фитофага. Решение вопросов переноса грибов жуками позволит подойти к исследованиям возможностей разработки системы гарантированного подавления наркотикосодержащих растений во все фазы их развития и в соответствии с погодно-климатическими условиями.

Заключение

В результате проведенных исследований показана возможность эффективного (75-90%) подавления растений мака и конопли со снижением их товарного качества при помощи биологических средств, вносимых наземной опрыскивающей техникой - распылителями с нормами расхода рабочей жидкости 200 и более л/га и дисперсностью распыла (медианно-массовый диаметр капель) не менее 400 мкм, или сверхлегкими летательными аппаратами с распылителями типа ТК, обеспечивающими норму расхода рабочей

жидкости 25-50 л/га и дисперсность распыла свыше 400 мкм. Выявлено, что комплексное использование биологических средств положительно влияет на динамику эффективности подавления, и она достигает 95-98%. Для гарантированного уничтожения растений мака и конопли (биологическая эффективность - 100%) необходимо последовательное и совместное использование биологических и химических средств, причем в комплексе с биологическими достаточно сублетальных доз химических гербицидов.

Литература

- Базилевская Н.А. Основные ботанико-систематические группы мака // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции, Л., 1931, 25, 5, с. 577-714.
- Баркалов А.Г., Боровко Ю.И., Веретенников Ю.М., Захаренко В.А., Зелиско П.М., Лысов А.К. и др. Фитосанитарный щит для продовольствия России. М., Интрейд корпорейшн, 1998, 140 с.
- Блинова К.Ф. Ботанико-фармакогностический словарь. М., Высшая школа, 1990, с. 19.
- Булавин В., Лавут А. Зарубежная Азия: поставка наркотиков в Россию. Доклад о международной стратегии по контролю за наркотиками за 2008 г. М., 2008, 27 с.
- Бурлакова Ю.В. Биологическое обоснование использования гербицидов и фитопатогенного гриба *Fusarium culmorum* (W.G.Sm.) Sacc. var. *culmorum* для подавления растений конопли. СПб, 2012, 19 с.
- Вахрушева Т.О. ЕСТЬ, Никитина К.В. Болезни мака // Цветоводство, 1976, 9, с. 22.
- Веселовская М.А. Мак, его классификация и значение как масличной культуры // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции, Л., 1933, 56, с. 207-212.
- Веселовская М.А. Мак (изменчивость, классификация, эволюция) // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции, Л., 1975, 55, 1, с. 175-223.
- Гасич Е.Л., Берестецкий А.О., Хлопунова Л.Б., Бильдер И.В., Дмитриев А.П. Микобиота мака и возможности ее использования // Иммунопатология, аллергология, инфектология, 2009, 1, с. 72-73.
- Гасич Е.Л., Берестецкий А.О., Хлопунова Л.Б., Бильдер И.В., Дмитриев А.П. Микобиота мака и возможность использования микромицетов для борьбы с ним // Вестник защиты растений, 2009, 3, с. 54-63.
- Гасич Е.Л., Хлопунова Л.Б., Бильдер И.В. Штамм гриба *Dendryphon penicillatum* (Corda) Fr. 1.39, обладающий микогербицидной активностью против мака снотворного. Патент РФ № 2377774, зарегистрирован в государственном реестре изобретений РФ 10.01.2010, 5 с.
- Гасымов Н.В. Международные принципы сотрудничества государств в борьбе с преступностью // Российский следователь, 2002, 6, с. 21-23.
- Глинкин А.Н. Транснациональный наркобизнес: новая глобальная угроза. М., 2002, с. 22-23.
- Глухова Л.А., Абдукаримов А.А. Исследование персистентности штамма-киллера гриба *Pleospora papaveracea* (de Not) Sacc.-агента биологического контроля нелегальных посевов *Papaver somniferum* L. в естественных полевых условиях Узбекистана // Паразитизм и симбиоз, 2010, 1, с. 96.
- Головкин Б.Н. Наркотикосодержащие растения: распространение, действие, социальная опасность: Пособие (Б-ка работника криминальной милиции). М., 2000, 46 с.
- Губанов И.А., Киселева К.В., Новиков В.С. Иллюстрированный определитель растений Средней России. Т. 2. М., Т-во научных изданий КМК, Ин-т технологических исследований, 2003, с. 38.
- Давидян Г.Г. Конопля. Л., 1965, 55 с.
- Дмитриев А. П., Митина Г. В., Шипилова Н. П., Юзихин О.С. Влияние условий культивирования гриба *Sclerotinia sclerotiorum* на накопление биомассы и фитотоксичность // Вестник защиты растений, 2012, 1, с. 25-30.
- Доклад о международной стратегии по контролю над наркотиками за 2007 год Россия. <http://russian.moscow.usembassy.gov/incsr2008.html>, 2008, 112 с.
- Долженко В.И., Бурлакова Ю.В. Перспективы использования биологических средств в борьбе с коноплей // Научное обеспечение развития АПК в условиях реформирования, СПб, 2010, с. 88-90.
- Дроздовская Л.С. О биологии возбудителя гельминтоспориоза мака // Бюллетень Главного ботанического сада, 1977, 103, с. 99-102.
- Емельянов Т. Анатомия всемирной наркоимперии // РФ сегодня, 2002, 13, с. 54-61.
- Жалнина Л.С. Болезни конопли и меры борьбы с ними // Кукуруза, 1963, 10, с. 14-17.
- Лысов А.К., Корнилов Т.В., Тришкин Д.С. Техника для защиты растений. Настройка и регулировка. М., Байер Крор Сайенс, 2007, 24 с.
- Маханькова Т.А., Бурлакова Ю.В. Эффективность химических и биологических препаратов для подавления растений конопли *Cannabis sativa* L. // Материалы научной конференции "Проблемы защиты растений в условиях современного сельскохозяйственного производства", СПб, 2009, с. 17-19.
- Миско Л.А. Гельминтоспориоз мака лекарственного и меры борьбы с ним в лесостепной зоне левобережья Украины. Автореф. кандидат. дисс. Киев, 1965, 20 с.
- Миско Л.А. Изменения в тканях растений мака при поражении гельминтоспориозом // Бюлл. главн. ботанич. сада, 1973, 87, с. 110-112.
- Никитина К.В., Вахрушева Т.Е. Грибные и бактериальные болезни мака в Ленинградской области // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции, Л., 1975, 55, 1, с. 224-229.
- Новикова И.И., Титова Ю.А., Краснобаева И.Л., Рыжанкова А.В., Титов В.С., Семенович А.С. Особенности развития штамма *Brachycladium paraveris* 1.39 на питательных субстратах различного состава // Микол. и фитопатол., 2010, 44, 1, с. 71-87.
- Островский Н.И., Дроздовская Л. С. Основные вредители и болезни мака // Защита растений, 1970, 11, с. 21.
- Поспелов А.Г., Запроматов Н.Г., Домашева А. А. Грибная флора Киргизской ССР. 1957, 1, с. 92.
- Тимонин М.А. Народнохозяйственное значение конопли и современное состояние отрасли. В кн.: Конопля. М., 1978, с. 3-10.
- Трофимец А.М. Общая характеристика наркоситуации в мире // Наркоконтроль, 2006, 1, с. 8-31.
- Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств. СПб: Мир и семья-95, 1995, 990 с.
- Шипилова Н.П., Дмитриев А.П. Биологические особенности гриба *Sclerotinia sclerotiorum*, выделенного из конопли // Вестник защиты растений, 2011, 1, с. 20-26.
- Bailey B.A., Apel-Birkhold P.C., O'Neill N.R., Plaskowitz J., Alavi S., Jennings J.C., Anderson J.D. Evaluation of infection processes and resulting disease caused by *Brachycladium paraveris* and *Pleospora papaveracea* on *Papaver somniferum* // Phytopathology, 2000, 90, 7, p. 699-709.
- Bailey B.A., Hebbar K.P., Lumsden R.D., O'Neill N. R., Lewis J. A. Production of *Pleospora papaveracea* biomass in liquid culture and its infectivity on opium poppy (*Papaver somniferum*) // Weed Sci., 2004, 52, 1, p. 91-123.
- Barbacka K. Helminthosporium na maku uprawnym (Helminthosporium papaveri K. Sawada). [Helminthosporiosis of cultivated poppy.] // Mem. No. 242. Inst. Nat. Polonais Econ. Rurale Pulawy, 1935, 16, p. 73-88.
- Flachs K. Krankheiten und Schädlinge an Ölpflanzen. [Diseases and pests of oil-poppy.] // Nachr. Schädlingsbekämpfung, 1936, 11, p. 130-148.
- Girzitska Z.K. Conidien von *Pleospora papaveracea* Sacc.

[Conidial stage of *Pleospora papaveracea* Sacc.] // Rev. Appl. Mycol, 1930, 9, p. 488.

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

Hebbar K.P., O'Neill N.R., Bailey B. A., Lumsden R. D. Fermentation and formulation of *Dendryphion penicillatum*, a potential mycoherbicide of *Papaver somniferum* // Phytopathology, 1997, 87 (suppl.), p. 41.

O'Neill N.R., Jennings J.C., Bailey B.A., Farr D.F. *Dendryphion penicillatum* and *Pleospora papaveracea*, destructive seedborne pathogens and potential mycoherbicides for *Papaver somniferum* // Phytopathology, 2000, 90, 7, p. 691-698.

Mc Partland J.M. A review of *Cannabis* diseases // Journal of the International Hemp Association, 1996, 3(1), p. 19-23.

Mc Partland J.M. Killing *Cannabis* with mycoherbicides. 1999, 12 p.

Schmitt C.G., Lipscomb B. Pathogens of selected mem-

bers of the *Papaveraceae*. An annotated bibliography. Agric. Res. Serv. USDA, Beltsville, MD. 1975, 9 p.

Sehgal S.P., Gupta I.J., Agrawat J.M. Capsule rot of opium poppy (*Papaver somniferum* L.) // Rajasthan J. Agric. Sci., 1971, 2, p. 61-62.

Sivanesan A., Holliday P. CMI Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria. Commonw. Mycol. Inst., Kew, Surrey, England, 1982, 730 p.

Tanaka T. New Japanese fungi // Notes Translations+IX, 1920, 12, p. 329-333.

Yamoah E.A. model system using insects to vector *Fusarium tumidum* for biological control of gorse (*Ulex europaeus*) // A thesis submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of PhD. National Centre for Advanced Bio-Protection Technologies, Lincoln University, Canterbury, New Zealand, 2007, 230 p.

Работа выполнена при поддержке
Государственного контракта № 1295/13.

BIOLOGICAL GROUNDS FOR COMPLEX TECHNOLOGY DEVELOPMENT OF POPPY AND HEMP CONTROL

V.A.Pavlyushin, Yu.A.Titova, A.P.Dmitriev, N.A.Belyakova, I.I.Novikova,
T.A.Makhankova, A.K.Lysov

The methodology and research results representing the grounds for complex technology development of poppy and hemp control are provided. The factors determining decrease in total green biomass of target plants are revealed; the control methods are developed, resulting in quality loss, disease development and drug plant destruction. The efficacy of combined biological and chemical means is estimated.

Keywords: poppy, hemp, biological method, poppy pest, hemp pest, bioherbicide, recycled mycoherbicide, herbicide.

В.А.Павлюшин, академик РАСХН, izrspb@mail333.com
Ю.А.Титова, к.б.н, juli1958@yandex.ru
А.П.Дмитриев, д.б.н, dandrep@mail.ru
Н.А.Белякова, к.б.н, belyakovana@yandex.ru
И.И.Новикова, д.б.н, irina_novikova@inbox.ru
Т.А.Маханькова, к.с.-х.н, mahankova-iczr@mail.ru
А.К.Лысов, к.т.н, vizrspb@mail333.com

УДК 632.9(470.32):633

МОДЕРНИЗАЦИЯ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ*

5. ОПТИМИЗИРОВАННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ЗАЩИТЫ ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР ОТ КОМПЛЕКСА ВРЕДНЫХ ОРГАНИЗМОВ НА ЮГО-ВОСТОКЕ ЦЕНТРАЛЬНОГО ЧЕРНОЗЕМЬЯ

А.Б. Лаптев, А.М. Шпанев, Н.Р. Гончаров

Всероссийский НИИ защиты растений, Санкт-Петербург

На основе многолетних данных фитосанитарного мониторинга и агробиоценологической диагностики вреда, причиняемого сорняками, вредителями и фитопатогенами, оценок биологической эффективности средств защиты растений выделены предикторы и элементы технологической модернизации защиты полевых культур в условиях юго-востока Центрального Черноземья. Технологические схемы включают рационализацию объемов химических обработок, не снижающих общую фитосанитарную устойчивость агроэкосистем и способных обеспечивать защиту посевов от наиболее вредоносных объектов, они органично вписываются в технологии возделывания культур, являются экономически эффективными, экологически малоопасными и приемлемыми для освоения в хозяйствах любой формы собственности.

Ключевые слова: фитосанитарный мониторинг, агробиоценологическая диагностика, технология защиты культур, средства химической защиты растений.

В современных условиях ведения сельскохозяйственного производства и землепользования практическая защита растений претерпела определенные изменения. Редко в каких хозяйствах можно видеть использование полного набора защитных мероприятий, представленных в виде системы интегрированной защиты полевых культур. Выходом из сложившейся ситуации может послужить разработка технологий защиты культур, состоящих из оптимального количества экономически це-

лесообразных операций, вписанных в технологическую схему возделывания культур (Лаптев, 2005, 2006).

Такой подход практически реализован благодаря объединению усилий сотрудников ВИЗР и НИИСХ ЦЧП им. В.В.Докучаева. Применительно к юго-востоку ЦЧЗ были разработаны, а некоторые из них и апробированы, технологии защиты полевых культур от комплекса вредных организмов (Лаптев, Шпанев, Гончаров и др., 2008, 2009, 2010, 2012).

Методика исследований

Фитосанитарный мониторинг проводился как на уровне агроценозов отдельных полевых культур, так и севооборотных агроэкосистем, характерных для юго-востока ЦЧЗ, и охватывал период с 1986 по 2008 годы. Для этого использовались общепринятые методики учета сорных растений, вредной и полезной энтомофауны, болезней растений. В 2001-2008 годы фитосанитарный мониторинг был дополнен агробиоценологической диагностикой, что позволило выявить и оценить связи между видами в биоценологическом комплексе, определить комплексную вредоносность. Сбор данных на постоянных учетных площадках и последующие расчеты проводились согласно соответствующим методическим рекомендациям (Зубков, 1973). С помощью кошений энтомологиче-

ским сачком изучалось энтомонаселение яруса травостоя, велись наблюдения за динамикой численности и сезонным развитием зарегистрированных видов.

Напочвенные обитатели посевов учитывались с помощью ловушек Барбера, почвенные - по результатам анализа почвенных проб. Биологическая эффективность химических средств защиты растений устанавливалась согласно положениям методических указаний по регистрационному испытанию пестицидов (1981, 1985, 1986). При оценке экономической эффективности защитных мероприятий руководствовались "Методическими рекомендациями по совершенствованию интегрированной защиты зерновых культур от вредных организмов" (2000).

Результаты исследований

В основу формирования технологий защиты культур положены многолетние данные фитосанитарного мониторинга и биоценологической диагностики посевов в

условиях конкретного региона. Это позволило уточнить и пополнить материалы по видовому и количественному составу

*Начальные главы напечатаны в №3-4 2011 г. и № 1-2 2012 г.

вредных организмов, особенности их сезонного развития и динамики численности, а также уровни причиняемого посевам вреда.

По итогам оценки комплексной вредоносности скорректирован перечень экономически значимых видов, по отношению к

которым следует проводить мониторинговые и защитные мероприятия. В технологиях конкретизированы и мероприятия в отношении видов, способных вызывать потери урожая в отдельные годы или на ограниченных территориях. Перечень этих видов объединен в таблице 1.

Таблица 1. Состав вредоносных сорных растений, вредителей и болезней в посевах полевых культур на юго-востоке Центрального Черноземья

Культуры	Сорные растения*	Вредители		Болезни*	
Озимые зерновые	многолетние двудольные, однолетние двудольные	вредная черепашка, злаковые тли, трипсы, злаковые мухи	озимая совка, хлебный жук-кузька, мышевидные грызуны	твердая головня, корневые гнили, спорынья,	мучнистая роса, септориоз, бурая ржавчина
Яровые зерновые	многолетние двудольные, однолетние двудольные, однолетние однодольные	вредная черепашка, злаковые тли, трипсы, злаковые мухи	хлебный жук-кузька, стеблевые блошки, полосатая хлебная блошка, пьявицы	твердая головня, пыльная головня, корневые гнили, мучнистая роса	септориоз, бурая ржавчина, гельминтоспориозные пятнистости
Горох	многолетние двудольные, однолетние двудольные, однолетние однодольные	клубеньковые долгоносики, гороховая тля, гороховая зерновка	гороховая плодожорка, пятиточечный долгоносик	корневые гнили, аскохитоз	мучнистая роса, ржавчина
Кукуруза	многолетние двудольные, однолетние двудольные, однолетние однодольные	жуки щелкуны, стеблевой мотылек, луговой мотылек	хлопковая совка, злаковые тли	пузырчатая головня	пыльная головня
Просо	многолетние двудольные, однолетние двудольные	стеблевой мотылек, просяной комарик	пустоцветный трипс	обыкновенная головня	

*Списки видов приведены в предшествующих публикациях (Шпанев, 2011, 2012а, 2012б).

В результате исследований в технологиях защиты выделены и приурочены к определенной фазе развития культуры и/или критическому периоду нанесения вреда объектами наиболее важные для условий региона диагностические операции. Так, обследования посевов озимых зерновых рекомендовано проводить в фазы всходов, начало кущения, кущение весной, выход в трубку, колошение, начало молочной спелости. Учеты на полях яровых зерновых культур приурочены к фазам всходы, кущение, выход в трубку, колошение, налив зерна. Посевы гороха обследуются четырежды (всходы - 2 листа, 2-4 листа, 3-5 листьев, бутонизация) за сезон, поля кукурузы и проса-дважды (3-5 листьев у кукурузы или кущение у проса и выметывание метелки).

В химическом блоке технологической схемы защиты в целях повышения безопасности пестицидов для культурных растений и полезных объектов предлагается отменить на зерновых культурах обработки против перезимовавших имаго вредной черепашки. Борьбу же с ее личинками следует проводить в межфазный период налив зерна-молочная спелость, что по срокам рационально совмещается с защитой посевов от злаковых тлей и внекорневой подкормкой растений азотом. Обработка инсектицидами в этот период менее губительна для афидофагов и телемин, основная масса которых еще не вышла из яиц черепашки. То есть контроль вредных насекомых должен быть постоянно сопряжен с оценкой состояния популяций полезных видов, имеющих

приоритетное значение в условиях региона. Исходя из данных ряда авторов (Шуровенков, Ряховский, 1981; Ряховский, 1983; Лахидов, 1997) сигналом к отмене инсектицидных обработок против тлей на посевах зерновых и гороха выступает их соотношение с афидофагами в пределах 30:1. Опираясь же на результаты наших исследований, следует указать, что в годы с низкой и средней (до 2 экз./м²) численностью перезимовавших клопов паразитирование теленоминами более 60% яиц вредной черепашки обеспечивает на рядовых посевах снижение плотности личинок ниже общепринятого порогового (5-6 лич./м² в фазу молочочной спелости).

Доказано, что на горохе с экологической и экономической точек зрения более оправдана одна инсектицидная обработка. Она направлена сразу против нескольких (гороховая тля, гороховая зерновка, пятиточечный долгоносик) вредителей и проводится в фазу бутонизации (Голубев, Шпанев, 2009). При таком подходе меньше всего подвержена риску биоэкологическая регуляция в отношении фитофагов и, прежде всего, гороховой тли, которая наиболее активно проявляется во второй половине вегетации гороха. К тому же обработка в этот период в случае необходимости может быть сопряжена с применением фунгицидов исходя из того, что бутонизация - это оптимальный период для защиты растений от возбудителей аскохитоза, мучнистой росы и ржавчины.

Установлено (Лаптиев и др., 2010; Шпанев, Лаптиев, 2012), что для достижения максимального эффекта защитной обработки против стеблевого мотылька следует ориентироваться на массовое отрождение гусениц, обычно совпадающее с фазой выметывания метелки у проса и кукурузы. Важным моментом в защите проса выступает и то, что при раннем и дружном прорастании двудольных сорняков не следует ждать фазы кущения культуры, а применять гербициды можно уже с появления у ее растений 3-го листа. Такой же позиции следует придерживаться в отношении яровых зерновых культур, осо-

бенно при высокой плотности в их посевах корнеотпрысковых сорняков.

Таким образом, общая технологическая схема защиты определена, но принимать решение в каждом конкретном случае применения химических средств все же следует исходя из складывающейся на поле фитосанитарной обстановки. При этом, рассматривая значения уже длительное время используемых ЭПВ, но требующих в рыночных отношениях корректировки с учетом экономических реалий, предлагается использование коэффициентов вредоспособности. Их преимущество в том, что они достаточно универсальны и способны обеспечить прогнозирование потерь урожая от вредного вида уже на момент принятия решения о проведении истребительных мероприятий (Шпанев, 2012). Базой для данной разработки послужили результаты наших многолетних биоэкологических исследований, проведенных во всем разнообразии складывающихся в регионе погодных условий, вариаций фитосанитарной обстановки и характеристик состояния самого посева.

Предлагаемая последовательность расчета ЭПВ заключается в определении стоимости сохраненного урожая ($\Delta В_{пс}$, руб./га) по нижеприведенному уравнению, при котором не будет снижаться достигнутая или запланированная рентабельность производства продукции при применении средств защиты растений:

$$\Delta В_{пс} = С_{по} + С_{по} \times (Кб + Иинф + R)/100,$$

где $С_{по}$ - сумма затрат на защитные мероприятия (включая расходы на его уборку и доработку), руб/га,

$Кб$ - ставка банковского кредита, %

$Иинф$ - уровень инфляции, %

R - планируемая рентабельность производства сельскохозяйственной продукции, %.

Затем определяется величина сохраненного урожая ($\Delta В$, ц/га) исходя из того, что

$$\Delta В = \Delta В_{пс} / Ц,$$

где $Ц$ - предполагаемая реализационная цена 1 ц урожая, руб.

В последующем устанавливают уровень обилия вредного объекта, при котором урожайность снижается на величину, соответствующую расчетной ΔB , и соответственно равную экономическому порогу вредности вредных объектов-ЭПВ (экз./м², экз./10 взм.):

$$\text{ЭПВ} = \Delta B / v,$$

где v -коэффициент вредоспособности, отражающий возможные потери урожая (ц/га) при показателях конкретного наличия вредного объекта (1 экз./м²; 1 экз./10 взм.) перед проведением фитосанитарных мероприятий.

В ситуации, когда встает вопрос о проведении защитных мероприятий сразу против нескольких вредных видов, прибыль от применения средств защиты растений против какого-либо одного из них является достаточным основанием для проведения обработки. В ином случае, когда ни по одному из вредных объектов не приходится рассчитывать на прибыль от обработки, предлагается определять суммарный эффект, достигнутый обработкой.

Если в сумме по объектам прибыль от сохраненного урожая превышает затраты на защиту, то обработка экономически обоснована и следует принимать решение в пользу ее проведения. Практически это вариант, актуальный в условиях отсутствия явного доминанта, попытки изложения которого только в виде комплексного ЭПВ ранее уже неоднократно (Орлинский, 1987; Рафальский, 1987; Ижевский, Орлинский, 1988) предпринимались.

На основе изложенного и с учетом выявленного биоценотического сходства в состоянии посевов трех озимых зерновых культур (Шпанев, 2011) сформирована типовая технология их защиты. В то же время из-за некоторых особенностей экологического состояния посевов пшеницы, тритикале и ржи она представлена по культурам в разной полноте. Наибольшее количество активных защитных операций предусмотрено на озимой пшенице, несколько меньшее - на озимом тритикале (табл. 2).

Таблица 2. Технология защиты озимых зерновых культур от комплекса вредных организмов на юго-востоке Центрального Черноземья

Сроки проведения	Вредный объект	Мониторинг	Защита растений		
			Пшеница	Тритикале	Рожь
Перед посевом	<i>Твердая головня, корневые гнили</i>	Фитосанитарная экспертиза посевного материала	Протравливание семян	*	Протравливание семян
Всходы	<i>Озимая совка</i>	Осмотр 10 площадок по 0.25 м ² на глубину 5 см по краям поля	Обработка краевых полос посевов инсектицидами	*	*
	<i>Злаковые мухи</i>	Кошение сачком по 10 взмахов в 10 местах по краям поля			
Начало кушения (осень)	<i>Многолетние и однолетние двудольные сорняки</i>	Осмотр 10 площадок 0.25 м ² по диагонали поля площадью до 10 га (15 площадок при площади 25 га и 20 - при 50 га)	Обработка посевов гербицидами		
	<i>Мышевидные грызуны</i>	Подсчет жилых нор на площадке 50×50 м	Раскладка отравленных приманок в норы		
Кушение (весна) и начало выхода в трубку	<i>Многолетние и однолетние двудольные сорняки</i>	Осмотр 10 площадок 0.25 м ² по диагонали поля площадью до 10 га (15 площадок при площади 25 га и 20 - при 50 га)	Обработка посевов гербицидами		
Колошение	<i>Мучнистая роса Септориоз</i>	Осмотр 10 проб по 10 стеблей в 10 местах на поле	Обработка посевов фунгицидами	*	*
	<i>Бурая ржавчина</i>	Кошение сачком по 10 взмахов в 10 местах на поле	Обработка посевов инсектицидами	*	*
Молочная спелость	<i>Тли</i>	Осмотр 10 площадок 0.25 м ² в 10 местах на поле	Обработка посевов инсектицидами	*	*
	<i>Вредная черепашка</i>	Осмотр 20 площадок 0.25 м ² в 10 местах на поле			
	<i>Жук-кузьяка</i>	То же на площадке 1 м ²			

*Не проводится.

То же можно отметить и для яровых зерновых культур, среди которых более насыщенной выглядит схема для пшеницы, а упрощенной - тритикале (табл. 3).

Таблица 3. Технология защиты яровых зерновых культур от комплекса вредных организмов на юго-востоке Центрального Черноземья

Сроки проведения	Вредный объект	Мониторинг	Защита растений		
			Пшеница	Тритикале	Ячмень
Непосредственно перед посевом	<i>Твердая и пыльная головня, корневые гнили</i>	Фитосанитарная экспертиза посевного материала	Протравливание семян	*	Протравливание семян
Всходы	<i>Полосатая хлебная блошка</i> <i>Стеблевые блошки</i> <i>Злаковые мухи</i>	Осмотр 10 площадок по 0,25 м ² по краям поля или использование ящика Петлюка Кошение сачком по 10 взмахов в 10 местах по краям поля	Обработка краевых полос посевов инсектицидами		
Кущение	<i>Многолетние и однолетние двудольные сорняки</i> <i>Однолетние однодольные сорняки</i>	Осмотр 10 площадок 0,25 м ² по диагонали поля площадью до 10 га (15 площадок при площади 25 га и 20 - при 50 га)	Обработка посевов гербицидами		
Выход в трубку	<i>Львицы (личинки)</i> <i>Тли</i>	Осмотр 10 проб по 10 стеблей в 10 местах на поле	*	*	Обработка посевов инсектицидами
Колошение	<i>Мучнистая роса</i> <i>Септориоз</i> <i>Бурая ржавчина</i>	Осмотр 10 проб по 10 стеблей в 10 местах на поле	Обработка посевов фунгицидами	*	*
	<i>Темно-бурая, сетчатая, полосатая пятнистости</i>	Осмотр 10 проб по 10 стеблей в 10 местах на поле	*	*	Обработка посевов фунгицидами
	<i>Тли</i> <i>Трипсы (имаго)</i>	Осмотр 10 проб по 10 колосьев в 10 местах на поле Кошение сачком по 10 взмахов в 10 местах на поле	Обработка посевов инсектицидами	*	*
Налив зерна	<i>Тли</i> <i>Вредная черепашка</i> <i>Жук-кузька</i>	Осмотр 10 площадок 0,25 м ² в 10 местах на поле Осмотр 20 площадок 0,25 м ² в 10 местах на поле Осмотр 20 площадок 1 м ² в 10 местах на поле	Обработка посевов инсектицидами	*	*

*Не проводится.

Технология защиты гороха включает протравливание семян перед посевом, применение инсектицидов против клу-беньковых долгоносиков в период от начала появления всходов до двух листьев и против комплекса вредителей в фазу бутонизации. Схема предусматривает две обработки гербицидами против двудольных и однодольных сорняков, которые обычно не удается совмещать из-за разных сроков появления представителей групп в посеве. В фазу бутонизации гороха при необходимости проводится обработка фунгицидами, обеспечивающая по-

лучение эффекта в отношении возбудителей болезней листьев (табл. 4).

На кукурузе действия защитного плана в течение вегетации касаются сорных растений и вредных насекомых, на просе - исключительно (по причине отсутствия среди зарегистрированных препаратов разрешенных к использованию на этой культуре против стеблевого мотылька) сорняков. Поэтому на кукурузе база защиты растений сконцентрирована на трех (с учетом протравливания семян) мероприятиях (табл. 5), а на просе - на двух (табл. 6).

Таблица 4. Технология защиты гороха от комплекса вредных организмов на юго-востоке Центрального Черноземья

Сроки проведения	Вредный объект	Мониторинг	Защита растений
Непосредственно перед посевом	<i>Аскохитоз, корневые гнили</i>	Фитосанитарная экспертиза посевного материала	Протравливание семян
Всходы - 2 листа	<i>Клубеньковые долгоносики</i>	Осмотр 10 площадок 0.25 м ² по краям поля	Обработка краевых полос посевов инсектицидами
2-4 листа у культуры и у сорняков	<i>Многолетние и однолетние двудольные сорняки</i>	Осмотр 10 площадок 0.25 м ² по диагонали поля площадью до 10 га (15 площадок при площади 25 га и 20 - при 50 га)	Обработка посевов гербицидами
3-5 листьев у культуры и у сорняков	<i>Однолетние однодольные сорняки</i>	Осмотр 10 площадок 0.25 м ² по диагонали поля площадью до 10 га (15 площадок при площади 25 га и 20 - при 50 га)	Обработка посевов гербицидами
Бутонизация	<i>Гороховая тля Гороховая зерновка Пятиточечный долгоносик</i>	Кошение сачком по 10 взмахов в 10 местах на поле	Обработка посевов инсектицидами
	<i>Аскохитоз Ржавчина Мучнистая роса</i>	Осмотр 10 проб по 10 стеблей в 10 местах на поле	Обработка посевов фунгицидами

Таблица 5. Технология защиты кукурузы от комплекса вредных организмов на юго-востоке Центрального Черноземья

Сроки проведения	Вредный объект	Мониторинг	Защита растений
Непосредственно перед посевом	<i>Пузырчатая и пыльная головня, проволочники</i>	Фитосанитарная экспертиза посевного материала	Протравливание заблаговременно. Инкрустация семян на заводах
До появления всходов культуры	<i>Однолетние двудольные и однодольные сорняки</i>	Не проводится	Обработка гербицидами
3-5 листьев	<i>Многолетние и однолетние двудольные сорняки</i>	Осмотр 10 площадок 0.25 м ² по диагонали поля площадью до 10 га (15 площадок при площади 25 га и 20 - при 50 га)	Обработка посевов гербицидами
Выметывание метелки	<i>Стеблевой мотылек, луговой мотылек, хлопковая совка, тли</i>	Осмотр 10 проб по 10 растений в 10 местах на поле	Обработка посевов инсектицидами

Таблица 6. Технология защиты проса от комплекса вредных организмов на юго-востоке Центрального Черноземья

Сроки проведения	Вредный объект	Мониторинг	Защита растений
Непосредственно перед посевом	<i>Обыкновенная головня</i>	Фитосанитарная экспертиза посевного материала	Протравливание семенного материала
Кущение	<i>Многолетние и однолетние двудольные сорняки</i>	Осмотр 10 площадок 0.25 м ² по диагонали поля площадью до 10 га (15 площадок при площади 25 га и 20 - при 50 га)	Обработка посевов гербицидами

В целом разработанные технологические схемы защиты отвечают современным экологическим требованиям, поскольку проведение защитных операций базируется на точных данных мониторинга и прогнозе возможных потерь урожая в кон-

кретных условиях функционирования агробиоценоза. Исключением является протравливание семян, выступающее в качестве обязательного приема защиты.

Контроль биологической эффективности препаратов, в т.ч. и новых, позволил скомпо-

новать и конкретизировать по культурам асортимент химических средств защиты растений, обеспечивающих в условиях региона высокую эффективность.

Для озимой пшеницы из протравителей лучше использовать раксил КС (0.4-0.5 л/т семян), винцит форте КС (1.2 л/т), дивиденд стар КС (0.75-1.0 л/т), раксил ультра КС (0.2-0.25 л/т) и виал-ТТ ВСК (0.4 л/т), тогда как для озимой ржи лучшим вариантом является дивиденд стар КС (1.0 л/т); для ячменя-дивиденд стар КС (1.0 л/т), скарлет МЭ (0.4 л/т), террасил форте КС (0.5 л/т) и винцит форте КС (1.25 л/т).

Обработку семян кукурузы непосредственно в хозяйствах можно проводить перед посевом с использованием протравителей скарлет МЭ (0.4 л/т), ТМТД ВСК (4.0 л/т), витавакс 200 ФФ ВСК (2.0-2.5 л/т) и премис КС (2.0 л/т). Если есть опасность повреждения всходов кукурузы проволоочниками, то дополнительно в обработку включается инсектицид. Для этой цели следует использовать семафор ТПС (2-2.5 л/т), табу ВСК (5-6 л/т и 10-16 л/т рабочей жидкости) или форс МКС (3-5 л/т и до 30 л/т раствора).

Для обеззараживания семян проса применяются препараты витавакс 200 ФФ ВСК (4.0 л/т), винцит СК (1.5-2.0 л/т) или премис КС (1.5 л/т). Уничтожение инфекции головни на культуре обеспечивают и тебуконозолсодержащие фунгициды: раксил КС (0.5 л/т), раксил ультра КС (0.25 л/т) и раксон КС (0.5 л/т).

Прямое назначение фунгицидной обработки во время вегетации на зерновых - ограничение поражения верхних листьев и молодого колоса. Поэтому используемые препараты должны обладать лечущим и профилактическим действием, а во избежание повторных обработок - охватывать весь спектр листовых болезней. В посевах озимых достаточную универсальность в этом отношении показывают бампер КЭ (0.5 л/га), альто супер КЭ (0.4-0.5 л/га), фалькон КЭ (0.6 л/га) и колосаль КЭ (1.0 л/га); в посевах яровых - абакус СЭ (1.5-1.75 л/га), альто супер КЭ (0.4-0.5 л/га),

рекс дуо КС (0.4-0.6 л/га) и колосаль про КНЭ (0.3-0.4 л/га).

Подбор инсектицидов в посевах зерновых культур чаще всего ориентирован на личинок вредной черепашки, а сама обработка обычно проводится только на посевах пшеницы. Однако ее производственное значение гораздо шире, так как предполагает получение эффекта также в отношении злаковых тлей и жука-кузьки. Поэтому предпочтение следует отдавать препаратам из группы пиретроидов, обладающих высокой начальной токсичностью. На посевах озимых зерновых в первую очередь это каратэ зеон МКС (0.15-0.20 л/га), суми-альфа КЭ (0.2-0.3 л/га) и фастак КЭ (0.1-0.15 л/га); на яровых - еще и децис профи ВДГ (0.03 кг/га). Особо следует указать, что в условиях аномально высоких (>25°С) среднесуточных температур в борьбе с черепашкой высокого результата можно достичь только при совместном внесении указанных инсектицидов с фосфорорганическими. Выполнение работ здесь усложняется из-за переноса их на ночное время. При этом нормы расхода первых остаются на уровне нижних значений интервала, а у препаратов БИ-58 новый КЭ и данадим эксперт КЭ (1.0-1.2 л/га) снижаются до 0.6-0.7 л/га. Последние два препарата наряду с суми-альфа КЭ (0.3 л/га) составляют основу перечня для защиты посевов озимых осенью от злаковых мух и гусениц озимой совки; яровых зерновых - от злаковых мух, полосатой хлебной и стеблевых блошек.

На горохе определяющим в выборе инсектицида на этапе формирования бутонов выступает ширина его спектра действия в сочетании с высокой начальной токсичностью. Исходя из этого в условиях региона лучшие результаты обеспечивают инсектициды брейк МЭ (0.05 л/га), БИ-58 Новый КЭ (0.5-0.9 л/га) и парашют МКС (0.25-0.5 л/га).

Для защиты кукурузы от стеблевого мотылька и, одновременно, от хлопковой совки в соответствии с "Государственным каталогом пестицидов ..." разрешено использование только пиретроидных децис

профи ВДГ (0.05 кг/га), карате зеон МКС (0.2-0.3 л/га) и шарпей МЭ (0.15 л/га) препаратов. Против сосущих объектов (тли, цикадки) рекомендуется применять фуфанон КЭ и кемифос КЭ (по 0.5-1.2 л/га).

Проведенные нами исследования показали, что применение дециса профи ВДГ и карате зеона МКС на просе обеспечивает снижение поврежденности стеблестоя стеблевым мотыльком на уровне и выше 80%, однако официальной регистрации этих препаратов на культуре нет.

Потребность в химической прополке посевов озимых зерновых культур удовлетворяется одной обработкой. Основное требование к препарату - широкий спектр действия. Сравнительное испытание довольно широкого набора из уже зарегистрированных в России гербицидов показало, что в местных условиях наиболее приемлемым на озимой пшенице является использование секатора ВДГ (0.1-0.15 кг/га), октапона экстра КЭ (0.9 л/га) и примы СЭ (0.6 л/га), а также фенизана ВР (200 мл/га). Все эти препараты можно использовать на посевах пшеницы, ржи и тритикале. При работе с гербицидами следует учитывать еще ряд положений. Так, довольно часто к ним проявляют устойчивость подмаренник цепкий, фиалка полевая, гречишка вьюнковая и вьюнок полевой. С последним лучше бороться путем использования нового гербицида демуэтра КЭ (0.5 л/га). Осеннее применение препаратов в местных условиях нецелесообразно. Внесение секатора ВДГ в начале фазы выхода в трубку весной дает лучший эффект в борьбе с бодяком щетиным и осотом полевым.

Особого внимания требует применение гербицидов в посевах яровых зерновых культур и в первую очередь тех, действие которых касается уничтожения злаковых сорняков. На яровой тритикале регистрация таких препаратов в настоящее время отсутствует, а безопасным для растений ячменя является только пума супер 7.5 ЭМВ. Ассортимент гербицидов для воздействия на двудольные сорняки довольно обширен, но в местных условиях луч-

шую совокупность эффектов (биологического и хозяйственного) позволяют получать средства (прима СЭ, балерина СЭ, калибр ВДГ, бомба ВДГ), подавляющие одновременно однолетние и многолетние виды. Исходя из этих же условий на просе наиболее приемлемым является применение рефери ВГР (0.45-0.50 л/га), эланта КЭ (0.6-0.8 л/га) и сравнительно нового препарата балерины СЭ (0.5 л/га). Обработки магнумом ВДГ (8-10 г/га) или димесолом ВДГ (0.12-0.14 кг/га) также результативны, но имеются ограничения по размещению последующей культуры в севообороте. В условиях сильной засоренности посевов проса многолетними двудольными сорняками высокого эффекта реально добиться только при совместном внесении препаратов элант КЭ и магнум ВДГ. Баковая смесь при этом составляет из зарегистрированных на культуре (0.6 л/га+0.008 кг/га) минимальных норм применения обоих компонентов и 200-300 литров воды.

Абсолютно безопасными для растений гороха являются только противозлаковые гербициды, тогда как применение других, даже зарегистрированных на культуре препаратов, требует строгого соблюдения регламентов с учетом фазы развития культурных растений.

В рамках предлагаемых технологических схем защиты каждой из культур проведена оценка экономической эффективности. Самый высокий эффект от использования технологии защиты достигается на кукурузе - 3119 руб./га. На озимой и яровой пшенице он составляет не менее 1553 и 1088 рублей на один гектар посевов даже в годы, благополучные в фитосанитарном отношении. В годы подъема численности вредной черепашки, когда плотность обработок достигает 100%, экономический эффект с каждого гектара площади посева существенно возрастает. Достаточно высокий эффект обеспечивается и технологией защиты проса - 1118 руб./га. Все это достигается величиной сохраненного урожая от выполнения всех защитных операций: на кукурузе 6 ц/га, на озимой и яровой пшенице - на уровне 4-5 ц/га и на горохе - почти 4 ц/га.

В целом же наибольшую экономическую значимость на зерновых культурах

в данном регионе имеет борьба с двудольными сорными растениями (табл. 7).

Таблица 7. Рентабельность технологий защиты полевых культур от комплекса вредных организмов на юго-востоке Центрального Черноземья

Мероприятие и его целевое назначение (при превышении ЭПВ)	Рентабельность защитных мероприятий, %								
	Озимые			Яровые			Горох	Просо	Кукуруза
	Пшеница	Три-тикале	Рожь	Пшеница	Три-тикале	Ячмень			
Протравливание семян для подавления семенной и почвенной инфекции	153	-	-	247	328	237	8	173	350
Обработка краевых полос полей инсектицидами	1062	620	519	471	50	114	50	-	-
Размещение приманок на посевах, заселенных мышевидными грызунами	136	83	88	-	-	-	-	-	-
Обработка посевов гербицидами*	<u>489</u> -	<u>237</u> -	<u>224</u> -	<u>100</u> 63	<u>22</u> 5	<u>50</u> 22	<u>15</u> 4	<u>320</u> 0	<u>101</u> 141
Обработка посевов инсектицидами против комплекса вредителей	133	-	-	2	0	-	127	-	215
Обработка посевов фунгицидами при поражении болезнями	25	-	-	11	-	11	-	-	-
Всего	282	188	176	129	25	104	86	140	169

*В числителе двудольные, в знаменателе - однодольные сорняки.

Защитная обработка против злаковых сорных растений на посевах яровых зерновых и гороха в общем мало рентабельна по причине высокой стоимости противозлаковых гербицидов. Такая же ситуация складывается при применении фунгицидов, хотя сама операция по протравливанию семян имеет большое значение для большинства зерновых культур. На горохе наиболее высокий эффект получен от применения инсектицидов в борьбе с комплексом вредителей.

В связи с относительно невысокими затратами на предпосевную обработку семян кукурузы против проволочников, семенной и почвенной инфекций этот прием наиболее рентабелен (около 350%). Наибольший экономический эффект (1788 руб./га) на кукурузе достигается в борьбе с однолетними двудольными и злаковыми сорняками при обработке почвы до всходов культуры. Однако из-за высоких цен на почвенные гербициды этот прием имеет не столь высокую рентабельность (141%). Еще более низкий уровень рентабельности (101%) на кукурузе при обработке посевов гербицидами против двудольных сорных растений в период вегетации культуры. Из двух защитных мероприятий, проводимых на просе, наиболее экономически эффективным (1023 руб./га)

и рентабельным (320%) выступает борьба с сорной растительностью.

В достижении высокой эффективности технологии большая роль отводится качественному мониторингу. Затраты на его проведение от общих затрат на защиту растений составляют около 5,6%. Однако благодаря грамотному фитосанитарному контролю и на его основе элиминированию малорациональных обработок экономится более 15% материальных и денежных средств, а также снижается химзагрязнение среды и сельхозпродукции. При применении биопестицидов экологический эффект от мероприятий еще более возрастает.

В целом применение средств защиты на продовольственных посевах гороха, кукурузы, проса и зерновых культур (за исключением яровой тритикале) согласно предложенным технологиям эффективно (экономический эффект 242-3119 руб./га площади посева) и рентабельно (уровень рентабельности мероприятий 86-282%).

Таким образом, предлагаемые технологии содержат оптимальное количество мероприятий, обеспечивающих эффективную защиту каждой из указанных культур от всего комплекса вредоносных организмов. Конкретизация и применение средств при этом базируется на точных данных фитосанитарного мониторинга, осуществляется в

оптимальные для проведения защитных операций сроки с учетом деятельности полезных видов и экономической целесообразности. Критериями принятия решений о проведении защитных обработок являются коэффициенты вредоспособности, которые используются в прогнозе потерь урожая и расчетах ЭПВ для каждого конкретного поля. Решение должно приниматься по каждому конкретному полю исходя из склады-

вающейся на нем фитосанитарной обстановки и ожидаемых потерь урожая. При этом операции технологий защиты органично вписываются в технологические процессы возделывания полевых культур на юго-востоке Центрального Черноземья, являются экономически эффективными, экологически оправданными и приемлемыми для освоения в хозяйствах любой формы собственности.

Литература

Голубев С.В., Шпанев А.М. Роль энтомофагов в функционировании агробиоценоза гороха в Каменной степи // Проблемы защиты растений в условиях современного сельскохозяйственного производства. СПб, 2009, с. 33-36.

Зубков А.Ф. Методические указания по оценке агробиоценологических связей с помощью путевого регрессионного анализа. Л., 1973, 44 с.

Ижевский С.С., Орлинский А.Д. Комплексный порог вредоносности // Защита растений, 1988, 1, с. 31-33.

Лаптев А.Б. Защита растений в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур // Фитосанитарное оздоровление экосистем. СПб, 2005, 2, с. 535-537.

Лаптев А.Б. Защита растений в агротехнологиях ландшафтной системы земледелия ЦЧП // Вестник защиты растений, 2006, 4, с. 17-21.

Лаптев А.Б., Шпанев А.М., Гончаров Н.Р. Технология защиты озимых зерновых культур от комплекса вредных объектов на юго-востоке ЦЧР. СПб, 2008, 24 с.

Лаптев А.Б., Шпанев А.М., Гончаров Н.Р. Технология защиты гороха от комплекса вредных объектов на юго-востоке ЦЧР. СПб, 2009, 23 с.

Лаптев А.Б., Шпанев А.М., Гончаров Н.Р., Перетрухина А.В. Технология защиты яровых зерновых культур от комплекса вредных организмов на юго-востоке ЦЧЗ. СПб, 2010, 24 с.

Лаптев А.Б., Шпанев А.М., Гончаров Н.Р., Перетрухина А.В. Технология защиты посевов проса и кукурузы от комплекса вредных организмов на юго-востоке ЦЧЗ. СПб, 2012, 27 с.

Лахидов А.И. Афидагроценокомплекс Центрально-Черноземной зоны. СПб, 1997, 200 с.

Методические рекомендации по совершенствованию интегрированной защиты зерновых культур от вредных организмов. СПб, 2000, 55 с.

Методические указания по полевому испытанию гербицидов в растениеводстве. М., 1981, 83 с.

Методические указания по государственному испытанием фунгицидов, антибиотиков и протравителей семян сельскохозяйственных культур. М., 1985, 129 с.

Методические указания по испытанию инсектицидов, акарицидов и моллюскоцидов в растениеводстве. М., 1986, 280 с.

Орлинский А.Д. Подход к определению комплексного порога вредоносности членистоногих на мандариновых плантациях Закавказья // Применение новых химических и микробиологических препаратов в борьбе с карантинными вредителями, болезнями и сорными растениями. М., 1987, с. 32-35.

Рафальский А.К. Комплексный экономический порог // Защита растений, 1987, 4, с. 53.

Ряховский В.В. Эффективность, пути сохранения и активизации природных энтомофагов // Интегрированная система защиты урожая с.-х. культур от вредных организмов. Воронеж, 1983, с. 59-62.

Шпанев А.М. Экосистемная организация пахотных земель и их фитосанитарная оптимизация // Вестник защиты растений, 2011, 2, с. 23-34.

Шпанев А.М. Модернизация защиты растений. 4. Агробиологическое обоснование фитосанитарной устойчивости агроэкосистем Каменной степи // Вестник защиты растений, 2012а, 2, с. 3-18.

Шпанев А.М. Полевые экосистемы агроландшафта Каменной степи и их фитосанитарное оздоровление. СПб, 2012б, 304 с.

Шпанев А.М., Лаптев А.Б. Защита проса от стеблевого мотылька // Защита и карантин растений, 2012, 1, с. 18-21.

Шуровенков Ю.Б., Ряховский В.В. Биологический метод защиты растений - производству // Эффективность биологического метода защиты растений. Кишинев, 1981, с. 96-104.

MODERNIZATION OF PLANT PROTECTION. 5. OPTIMIZED TECHNOLOGIES OF FIELD CROP PROTECTION AGAINST COMPLEX OF PEST ORGANISMS IN THE SOUTHEAST OF THE CENTRAL CHERNOZEM REGION

A.B.Laptev, A.M.Shpanev, N.R.Goncharov

Predictors and elements of technological modernization of field crop protection in conditions of the southeast of the Central Chernozem region are proposed on the basis of many years' phytosanitary monitoring and data on agrobiocological diagnostics of pest harmfulness and on biological efficiency of plant protection means. Technological schemes include rationalization of chemical treatments, which provide the general phytosanitary stability of agroecosystems and are capable to provide crop protection against the most harmful species.

Keywords: phytosanitary monitoring, agrobiocological diagnostics, phytosanitary technology.

А.Б.Лаптев, д.б.н., abl@icrz.ru
А.М.Шпанев, к.б.н., ashpanev@mail.ru
Н.Р.Гончаров, к.с.-х.н., nrg@icrz.ru

УДК 582.794.1:632.51

БОРЩЕВИК СОСНОВСКОГО В РОССИИ: СОВРЕМЕННЫЙ СТАТУС И АКТУАЛЬНОСТЬ ЕГО СКОРЕЙШЕГО ПОДАВЛЕНИЯ

Н.Н. Лунева

Всероссийский НИИ защиты растений, Санкт-Петербург

Экспансия инвазивного вида - борщевик Сосновского - охватившая в настоящее время Центральный и Северо-Западный регионы РФ, а также непрекращающееся распространение этого вида в соседние регионы обусловили активный поиск методов и средств борьбы с ним. Несмотря на то, что разработаны методические рекомендации, а в ряде областей приняты долгосрочные программы по уничтожению неконтролируемых зарослей борщевика Сосновского, недооценка всех аспектов жизненной стратегии этого вида и несогласованность действий на соседних территориях, борьба с ним не принесла желаемых результатов. Необходима разработка на федеральном уровне единой стратегии борьбы для предотвращения чрезвычайных ситуаций в растениеводстве.

Ключевые слова: борщевик Сосновского, инвазивный вид, вторичный ареал, биологическая характеристика, экспансия, последствия внедрения, меры борьбы.

Решение проблем фитосанитарной стабилизации агроэкосистем предусматривает обязательный контроль за группой злостных сорных растений, которые наносят ощутимый урон сельскому хозяйству и могут привести к возникновению чрезвычайных ситуаций. Это в первую очередь относится к борщевiku Сосновского, влияние которого приобретает глобальное значение.

Борщевик Сосновского *Heracleum sosnowskyi* Manden был найден в Грузии (Месхетии) и описан в 1944 г. Идой Манденовой. Свое ботаническое название этот вид получил в честь исследователя флоры Кавказа Д.И.Сосновского (1885-1952). Естественные места произрастания борщевика Сосновского - восточная часть Большого Кавказа, Восточное и Юго-Восточное Закавказье, Северо-Восток Турции, где он растет в горных лесах и на субальпийских лугах (Манденова, 1944, 1970). Наряду с *Heracleum mantegazzianum* Somn. et Levier и *H. persicum* Desf. входит в группу так называемых "гигантских борщевиков", названных так за высоту стебля и большой размер листа (Nielsen et al., 2005).

В свое время было обращено внимание на использование борщевика Сосновского в Кабардино-Балкарской АССР для силосования, и в 1947 году в Полярно-Альпийском ботаническом саду этот вид был введен в первичную культуру (Гельтман, 2007), изучен и рекомендован

для выращивания, как кормовое растение. Борщевик стал интенсивно использоваться в кормопроизводстве благодаря таким качествам, как неприхотливость, холодоустойчивость, быстрый рост весной и формирование большой растительной массы, высокое содержание углеводов, протеина, витаминов, микроэлементов (Богданов и др., 2010).

Над проблемой культивирования этого вида работали специалисты нескольких институтов: БИН РАН (Ленинград - Санкт-Петербург), институт Биологии Коми НЦ (Сыктывкар), Северо-Западный НИИ сельского хозяйства (Пушкин), Институт кормов (Московская обл.), Ленинградский педагогический институт. При ВАСХНИЛ (ныне РАСХН) была организована группа по изучению и внедрению новых и нетрадиционных кормовых растений. Изучение введенного в культуру растения, проводившееся в Ереване, Житомире, Киеве, Минске, Нарьян-Маре, Петрозаводске, Ленинграде (Санкт-Петербурге), Москве и Сыктывкаре показало, что Нечерноземная и Черноземная зоны нашей страны являются лучшими для выращивания этой высокопродуктивной и устойчивой культуры (Сацьперова, 1984; Мишуров и др., 1999). В Ленинградской области, как и во многих регионах России, борщевик Сосновского культивировался с 1960-х гг. в качестве перспективной кормовой культуры на площади более 1 тыс. га (Вестник

Россельхозцентра, 2011). Борщевик Сосновского становится объектом изучения, как культурное растение (Сандина, 1959; Коюшев, 1969; Александрова, 1971; Болотова, 1974; Малышев, 1974). Во второй половине прошлого столетия этот вид появился на территории Прибалтийских республик в качестве кормового, декоративного, медоносного растения и как источник корма для птиц (семена) (Nielsen et al., 2005). Изучение борщевика Сосновского как культурного растения, проводилось и в Польше (Wrobel, 2008; Kabuce, Friede, 2010).

К сожалению, присутствие фурукумаринов в зеленой массе растений, идущей на силос, негативно сказывалось на здоровье животных, ухудшало качество сельскохозяйственной продукции (Богданов и др., 2010). Кроме того, выявилась опасность получения дерматитов при контакте с растениями борщевика (Винокуров, 1965). Поэтому выращивать борщевик Сосновского прекратили уже в 1980-е годы прошлого столетия, сначала в Европе, затем и в странах СНГ. Однако, за период культивирования этот вид получил широкое распространение в Восточной Европе - Германии, Белоруссии, Эстонии, Латвии, Литве, Польше, России и Украине (Jahodová et al., 2007; Moravcova et al., 2007; Lambdon et al., 2008; Чужеродные..., 2004-2013; Борщевик Сосновского. РГО, 2013).

Считается, что отсутствие контроля состояния существующих на то время, но брошенных посевов, привело к тому, что примерно с середины 1980-х началось активное распространение борщевика Сосновского как инвазионного вида, причем практически одновременно в различных частях Европы (Богданов и др., 2010). Борщевик Сосновского отнесен к балтийскому типу распространения адвентивных растений Европы (Lambdon et al., 2008; Черная книга..., 2013).

В Средней России экземпляр одичавшей формы борщевика Сосновского впервые был обнаружен в 1948 г. в Московской области. В последующие годы растения борщевика встречались, в основном, вблизи мест культивирования (Игнатов и др.,

1990), и, по крайней мере в Московской области, этот вид не проявлял тенденции к внедрению в естественный растительный покров до начала 1970-х гг., когда дичание борщевика Сосновского приобрело массовый характер (Игнатов и др., 1990).

Несмотря на многочисленные научные публикации и неоднократное обращение в средствах массовой информации к теме завоевания борщевиком Сосновского новых территорий точных данных по динамике расселения этого вида нет (Чужеродные..., 2004-2013), что можно объяснить, по крайней мере, двумя причинами. Во-первых, крайне ограничены гербарные материалы, на основании которых можно было бы изучить распространение борщевика Сосновского, что связано как с опасением коллекторов получить ожоги, так и с неудобством растений этого вида для гербаризации из-за крупных размеров (Черная книга..., 2013). Во-вторых, на Кавказе произрастает несколько видов из рода Борщевик, и при сборе семян для последующего изучения и культивирования могли совершаться ошибки. В частности, известно, что для обширной программы разведения борщевика Сосновского в Центральном ботаническом саду Беларуси (Минск) материал собирали в окрестностях Красной Поляны близ Сочи, где этот вид не растет (Jahodová et al., 2007в; Черная книга..., 2013). В ходе международного проекта, посвященного гигантским борщевикам (Giant Alien Project, 2002-2005 гг.), в котором от России принимали участие БИН РАН и ЗИН РАН, точное распространение именно *H. sosnowskyi* осталось наименее изученным (Nielsen et al., 2005; The giant..., 2005).

Чужеродные инвазионные виды, к которым относятся и гигантские борщевики, наиболее агрессивным и конкурентоспособным представителем которых является борщевик Сосновского, будучи интродуцированными в регион из других мест, в течение десятилетий могут произрастать, осваиваясь на новом месте, без какого-либо дальнейшего распространения. Од-

нако затем их распространение и/или численность могут стихийно увеличиться, независимо от места обитания, и скорость распространения этих видов часто становится экспоненциальной. В таких случаях сложно контролировать распространение вида и бороться с ним (Богданов и др., 2010). До сих пор не найдена причина, послужившая толчком к началу экспансии борщевика Сосновского. С одной стороны, этому могло способствовать прекращение регулярного скашивания борщевика на полях, где его возделывали на корм скоту, после распада сельскохозяйственных предприятий и перевода полей в разряд брошенных земель. Это привело к засорению борщевиком близлежащих территорий. С другой стороны, борщевик Сосновского выращивали не только на силос, но и для получения семенного материала для расширения и восстановления плантаций, а также для производства эфирных масел, используемых в качестве сырья в парфюмерной и косметической промышленности. На этих полях растения не скашивались, однако при наличии факторов, способствующих его распространению (высокая плодовитость растения, а также ветер, птицы, животные, люди и автотранспорт, разносящие семена на большие расстояния) борщевик не покидал поля, на которых возделывался на протяжении 40 лет его культивации. Существует мнение, что, возможно, благоприятные условия жизнедеятельности, обеспеченные на полях, не способствовали распространению его на новых территориях (Богданов и др., 2010).

В настоящее время одичавший борщевик Сосновского распространен в Поволжье (Раков и др., 2011), Южном Урале (Абрамова, 2011), Республиках Карелия (Кравченко, 2011), Коми (Далькэ и др., 2012), Мордовия (Бочкарев и др., 2011), а также Псковской (Соколова, 2011), Ленинградской (Лулева, Филиппова, 2011; Мысник, Лулева, 2011), Кировской (Филатова, 2002), Московской (Полянский, 1990; Кривошеина, 2009), Рязанской (Палкина, 2001), Тульской (О проведении..., 2010), Вологодской (Официальный портал, 2010), Сахалинской (Смирнов, 2006; Смирнов, Корнеева, 2010), Орловской (Симонов и

др., 2011) и многих других областях Центрального и Северо-Западного регионов РФ (Борщевик Сосновского, РГО, 2013; Чужеродные..., 2004-2013), где распространение этого инвазионного растения уже принимает масштабы экологического бедствия.

Усиленная экспансия этого вида объясняется, в первую очередь, наличием большого числа нарушенных экотопов, "открытых" для инвазий. Этому способствует развитие транспортных путей, а также упадок сельскохозяйственного производства, приведший к образованию больших площадей заброшенных земель. Высокая плодовитость и эффективность распространения семян, а также отсутствие естественных врагов, которые сдерживают распространение на исторической родине - вот факторы, обусловившие образование практически монодоминантных сообществ (Абрамова, 2011).

Считается, что борщевик Сосновского ежегодно увеличивает занятую им площадь на 10%, но есть информация о более интенсивном его распространении. Так, в Литве первый одичавший образец борщевика Сосновского был обнаружен в 1987 г., в 2001-2002 гг. было известно о 65 местах его локализации, а в 2003 г. - 206 локализаций (Laivins, Gavrilova, 2003). Исследования показывают, что скорость распространения борщевика Сосновского в значительной степени зависит от экологических условий произрастания и возрастает по мере увеличения площади засоренной борщевиком территории (Богданов и др., 2010).

На Кавказе борщевик Сосновского растет в среднем и верхнем лесном поясе, на лесных опушках, полянках (Манденова, 1944, 1970). В условиях обитания вторичного ареала борщевик Сосновского также предпочитает освещенные места, встречается на опушках, в местах, мало используемых человеком, с влажной плодородной почвой (Черная книга..., 2013), часто произрастает в виде монодоминантных зарослей на окраинах полей, по стенкам придорожных канав и других водотоков, на обочинах проселочных дорог - иногда стеной (Кравченко и др., 2011). Счита-

лось, что светолюбивый борщевик Сосновского практически не заходит под полог леса (Nielsen et al., 2005), но появились сведения о его произрастании в нижнем ярусе пойменного леса (Овчаренко, 2011). В последние годы он окружает деревни, проникает в крупные города, в парки и даже заповедники (Швецов, 2008; Ламан и др., 2009). Являясь "беглецом из культуры", этот вид во вторичном ареале своего распространения долгое время не отмечался в посевах (Далькэ, Чадин, 2008), чем и объясняется его отсутствие в списках злостных видов сорных растений. В настоящее время появились сведения о регистрации растений борщевика Сосновского на отдельных полях (главным образом, в посевах многолетних трав) в Ленинградской (Лунева, Филиппова, 2011) и Рязанской (Палкина, 2011) областях и Республике Мордовия (Чегодаева и др., 2011).

Одним из важнейших последствий внедрения в естественные фитоценозы борщевика Сосновского является обеднение видового состава последних (Гельтман, 2009; Дунаева, 2010; Абрамова, 2011). В сообществах с участием этого вида способно выживать 15-20 в основном сорно-рудеральных видов травянистых растений. Наиболее уязвимы луговые растения, которые быстро исчезают из фитоценоза (Конечная, Крупкина, 2011). Из структуры пойменных фитоценозов этот вид вытесняет виды кормовых и лекарственных растений. Как следствие выпадения из травостоя корневищных, мочковатокорневых корнеотпрысковых растений с заменой на борщевик со стержнекорневой системой, не способной образовывать плотную дернину и удерживать почвенный слой - размыв береговой части поймы. Кроме того, массовое распространение этого вида по берегам водоемов, с учетом опасности фотохимических ожогов, наносимых этими растениями, может вскоре привести к непригодности водоемов для рекреационного использования (Территория распространения..., 2012).

С тех пор как стало ясно, что борщевик Сосновского несоизмеримо более вредное

растение, чем полезное, было положено начало разработке мер борьбы с ним, включающих механический, биологический и химический методы. Успешно бороться с вредным объектом можно только хорошо зная биологические особенности вида.

Основные биологические характеристики, обеспечившие этому виду столь широкое и быстрое распространение таковы: раннее прорастание семян, высокая жизнеспособность молодых растений, быстрый рост, способность расти скученно и вытеснять другие растения, одновременность цветения растений одной популяции, способность растений откладывать цветение до наступления подходящих условий, раннее цветение, способность к самоопылению, большая плодовитость, большое количество семян, высокая полевая всхожесть семян, содержание биологически активных веществ (фурокумаринов), угнетающих рост других растений и защищающих борщевик Сосновского от растительноядных насекомых, быстрое расселение семян с помощью ветра, животных, транспорта (Далькэ, Чадин, 2008).

На землях различного назначения каждый из методов имеет свои ограничения.

Для уничтожения единичных растений или небольших популяций предлагается выкапывание стеблекорня - трудоемкий, но эффективный метод. Целесообразность применения этого метода обусловлена тем, что, вопреки существующему до сих пор мнению о неспособности гигантских борщевиков к вегетативному размножению (Nielsen et al., 2005; Далькэ, Чадин, 2008; Ламан и др., 2009), более поздние исследования показали, что новые растения борщевика Сосновского могут развиваться также от корней материнского растения, за счет образования корневых побегов длиной до 35-45 см. При этом растение становится многолетним (Богданов и др., 2010). Метод выкапывания стеблекорня целесообразно использовать против молодых, не цветущих особей.

Борщевик Сосновского является монокарпиком: в первый год он формирует большую розетку листьев и сильную кор-

невую систему, на второй год образует соцветие с огромным количеством семян и после плодоношения отмирает. Поэтому более рационально готовые зацвести растения, поскольку они все равно отомрут, не выкапывать, а с конца мая и до конца июня подрезать у них цветоносы. Трудность заключается в том, что часто борщевик Сосновского произрастает в местах, недоступных как для ручных кос, так и тракторных косилок (придорожные канавы, берега рек и ручьев, захламленные места, заброшенные строительные объекты). Как показал опыт Института экспериментальной ботаники им. Куприевича НАН Беларуси, наиболее эффективным способом удаления цветоносов в таких условиях является подрезание их обычной садовой лопатой, насаженной на удлиненный черенок, чтобы избежать контакта с растением. Лезвием лопаты подрезается цветонос или розетка листьев у самой земли. Однако, через 30-40 дней из почек, расположенных в пазухах листьев ниже поверхности почвы, могут появиться боковые побеги с зонтиками. Эта вероятность увеличивается при подрезании цветоносов бензокосой, которой сложно подрезать цветоносы у самой поверхности почвы (Ламан, Прохоров, 2011). Важно при этом срезать точку роста борщевиков (этим растениям свойственен геотропизм - заглубление точки роста ниже уровня почвы до 7-10 см. В противном случае останется несколько спящих почек в листовых пазухах, которые пойдут в рост и успеют дать семена - основную единицу размножения борщевиков. Заложение и развитие генеративных структур у борщевиков происходит, особенно в северных районах страны, в первый год вегетации (Ткаченко, 2010).

Поэтому становится понятно, что эффект от скашивания - широко практикуемой меры борьбы с борщевиком Сосновского во многих регионах и на обширных территориях - носит временный характер, так как предотвращает цветение, не убивая растение. Известно, что если в результате конкуренции или воздействия

других неблагоприятных факторов (недостаточное количество питательных веществ, затененность, частое скашивание, засуха и т.п.) не создаются условия для цветения, оно задерживается, и в таких случаях растения борщевика Сосновского могут жить до 12 лет (Nielsen et al., 2005).

Скашивание будет эффективным при условии, что будет проводиться обязательно перед цветением борщевиков, и повторно, не позже чем через 3-4 недели после первого скашивания. Только в этом случае гарантировано уничтожение всех генеративных побегов, несущих соцветия. Важно не давать растениям цвести, чтобы не образовались новые семена. Скашивать один раз и в середине цветения - лишь способствовать дальнейшему размножению растений. Нежелательно оставлять скошенный борщевик на месте покоса и косить его в период осыпания семян, так как это приведет к рассеиванию растения на большей площади (Ткаченко, 2010). Положительным результатом многократного скашивания побегов борщевика Сосновского является восстановление биологического разнообразия растительного сообщества (Дунаева, 2010). Механические методы борьбы с борщевиком Сосновского достаточно эффективны, но требуют соблюдения мер безопасности.

Для борьбы с борщевиком Сосновского также на небольших площадях (дачных участках, придомовых территориях) рекомендуется еще один метод, обусловленный общим свойством высших растений - нормально расти и развиваться на свету. Предлагается после скашивания растений накрывать участок плотным геополотном, засыпать землей, незараженной семенами борщевика, и засеять их газонной травой. Можно также весной первого года участок, занятый борщевиком, накрывать черной пленкой толщиной не менее 100 мкм, которую рекомендуется плотно прижать к земле. В отсутствие света и в условиях сильного нагревания почвы, обусловленного черной пленкой, борщевик постепенно отмирает. Пленка снимается на второй год не раньше первой декады июня,

чтобы не погибший в предыдущий год сорняк не пророс (Далькэ, Чадин, 2008; Ткаченко, 2010).

Главное направление борьбы - не допустить обсеменения растений. Одно растение борщевика Сосновского в Ленинградской области продуцирует в среднем 8836 семян (Ткаченко, 1989), в условиях Карелии - до 5000 семян (боковые соцветия в условиях Карелии плодов не образуют), фактическая семенная продуктивность составляет 78% (Шуйская, 2009). Как правило, семена гигантских борщевиков опадают в непосредственной близости от материнского растения, но в отдельных случаях, когда высота растения более 2 м, 60-90% семян осыпаются на землю в радиусе 4 м (Nielsen et al., 2005). Обычно появление семян является результатом перекрестного опыления с помощью насекомых, но возможно также и самооплодотворение, дающее жизнеспособные семена, более половины из которых дают нормальные проростки. Таким образом, одно изолированное растение может создать целую популяцию. В результате полевых исследований на территории Латвии получены данные (Moravcová, 2007), свидетельствующие о том, что семена борщевика Сосновского не способны жить больше, чем один сезон, однако, принимая во внимание экспансивный характер размножения гигантских борщевиков, необходимо учитывать тот факт, что хотя бы небольшое количество семян может сохраняться более года (Богданов и др., 2010).

На небольших участках уничтожить цветоносы относительно нетрудно. Если не удалось осуществить подрезание цветоноса до цветения, то наиболее доступным способом является срезание зонтиков (в фазе начала созревания семян в центральном зонтике), предварительно хорошо защитив кисти рук плотными перчатками. Для уничтожения семян также предлагается использовать сжигание - очень эффективный, но требующий предельной осторожности метод (Ткаченко, 2010).

Из химических средств борьбы с бор-

щевиком Сосновского на приусадебных участках рекомендовано применять раундап в норме расхода 80-120 мл на 10 л воды, расход рабочей жидкости 5 л на 100 м² (Государственный каталог..., 2012).

Вышеназванные способы борьбы с борщевиком эффективны на небольших участках и могли бы принести несомненную пользу на первом этапе "бегства из культуры" этого вида, если бы в то время были ясно осознаны возможные последствия. На сегодняшний день такой тип борьбы может и должен быть организован только на небольших участках, занятых борщевиком (дачные участки, придомовые территории, участки парков и т.п.). Эти методы должны быть на вооружении администраций тех областей, куда только начался занос борщевика Сосновского и где еще можно предотвратить его экспансию.

На землях сельскохозяйственного назначения такие способы борьбы неприменимы из-за больших площадей. Здесь залогом сокращения зарослей и распространения борщевика будут правильные севообороты и интенсивное землепользование, поскольку именно запущенность полей последние 15-20 лет дали этому виду невероятный шанс освоить пахотные земли. Для возвращения бывших пахотных земель, ныне заросших борщевиком, в землепользование нужно производить вспашку несколько раз за вегетационный период, поскольку из-за разнокачественности семян всходы могут появляться не только весной, но и в течение лета. Очень важно уничтожить точку роста, поэтому целесообразно проводить подрезку корней, используя плоскорезы с глубиной обработки на горизонте 5-10 см. В случае отрастания растений от корней после первой вспашки - вторую обработку почвы важно провести до момента разворачивания листьев и вынесения на поверхность соцветий. Для полного уничтожения всех растений борщевика вспашку нужно проводить в течение нескольких лет (от 2-3 до 5-7). Не рекомендовано проводить осеннюю пахоту на полях, зарос-

ших борщевиками, поскольку это будет способствовать накоплению семян в почве, и искоренение будет растягиваться еще на несколько лет (Ткаченко, 2010).

Многokrатные вспашки будут способствовать очищению пахотной земли не только от борщевика Сосновского, но и от других, немногочисленных в сообществе "борщевиковых" брошенных земель видов сорных растений. Поэтому важно очищенные территории заселить такими видами растений, которые бы противодействовали повторному заселению их борщевиком. Как было показано выше, структуры естественных луговых сообществ, особенно пойменные фитоценозы, неустойчивы против внедрения борщевика Сосновского, что не характерно для сообщества культурного луга.

Показано, что основными факторами, сдерживающими заселение растениями борщевика культурного луга, являются недостаточная влажность почвы, а также сомкнутый травостой из овсяницы луговой, ежи сборной, тимофеевки луговой, одуванчика лекарственного и других видов, образующих плотную дернину (Богданов и др., 2010). Поэтому, на следующем этапе работ по возвращению пахотных земель, занятых борщевиком Сосновского в землепользование, рекомендовано засеивать их такими видами растений, которые могут быть использованы для восстановления земель: это быстрорастущие и высокопродуктивные злаки (кострецы) или бобовые культуры (козлятник). Для рекультивации земель, занятых борщевиком, необходимы специальные дорогостоящие мероприятия (Гельтман, 2007).

Поскольку этот вид пока отмечается чаще на полях многолетних трав и крайне редко - в посевах других культур, в основном по окраинам полей, то для недопущения заселения борщевиками полей рекомендовано интенсивное возделывание пропашных культур, особенно картофеля. Интенсивные вспашки, частые прополки - путь к уничтожению всходов, следовательно, к резкому снижению образования семян и повторного обсеменения

полей, освобожденных от борщевика Сосновского (Ткаченко, 2010).

Другим направлением разработки методов борьбы с этим видом является поиск объектов, способных стать естественными врагами борщевика Сосновского на территории его вторичного ареала. В рамках разработки биологического метода борьбы на территории Ленинградской области выявлено 27 видов микромицетов (микроскопических грибов), поражающих сорные растения рода *Heracleum*, в том числе и борщевик Сосновского. Отобран штамм гриба *Phoma complanata* (Tode) Desm. 1.40 (ВИЗР), обладающий микогербицидной активностью против борщевика Сосновского. Подана заявка на изобретение и получен патент РФ № 2439141.

В поисках насекомых, которые могли бы стать естественными врагами борщевика Сосновского во вторичном ареале, проводится изучение видов, привлекаемых этим растением (Кривошеина, 2009). В годы, когда борщевик выращивался как культура, был обнаружен его вредитель - долгоносик-стеблеед, распространенный по всей территории европейской части страны, обгрызающий листья, повреждающий стебли и заметно снижающий выход зеленой массы (Воловник, 1988). Также было выявлено 14 видов насекомых, повреждающих листья и соцветия. Среди них борщевичная пестрокрылка (буравница) и борщевичная фитомиза, откладывающие яйца в ткани листьев: буравница до 450 мин личинок на 100 листьев, а фитомиза - 1049, что приводит к потере 35-41% сырой массы (Кабыш, 1985). Наиболее распространенными болезнями борщевика Сосновского в Ленинградской области являются мучнистая роса (повреждает до 20% листьев), аскохитоз (нарушает нормальное развитие растения) и цилиндроспороз (поражает до 35% листьев). У 60% растений обнаружены ходы в лучах соцветий и стебля, сделанные гусеницами выемчатокрылой моли (*Depressaria pastinacella*), которая, съедая цветки еще в бутонах, сильно снижает семенную продуктивность растений (Вахрушева, Переверзев, 1984).

Биологические методы борьбы с вредным объектом обычно направлены на значительное снижение его численности, но не на полное уничтожение. Однако ситуация с борщевиком Сосновского зашла настолько далеко, что речь может идти только о полном его уничтожении на площади вторичного ареала, поскольку оставшиеся растения способны эпифитотийно и очень быстро восстанавливать численность и размер популяции.

Поэтому в борьбе с борщевиком Сосновского самые большие надежды связаны с использованием химических средств защиты. В настоящее время из химических способов уничтожения этого вида самым распространенным является применение гербицидов сплошного действия на основе глифосата (изопропиламинная соль) в максимальной рекомендуемой дозе. Их действие наиболее эффективно на уже ослабленных, например, после скашивания, растениях или массовых всходах (проростках) (Ламан, Прохоров, 2011) и, особенно, перед началом цветения, в фазе отрастания растения, при его высоте до 50 см (Ткаченко, 2010; О распространении..., 2012). Двукратная обработка с перерывом в 15-20 дней способствует уничтожению 75% особей одного поколения (Ткаченко, 2010).

В публикациях, посвященных борьбе с борщевиком Сосновского, можно найти рекомендации по препаратам и нормам их расхода*. Например, предлагается использовать торнадо ВР (360 г/л глифосата к-ты) с нормой расхода 6-8 л/га с добавлением для усиления действия гербицида магнум ВДГ (600 г/кг) 0.01 кг/га; ураган Форте ВР (360 г/л глифосата к-ты) с нормой расхода 3-4 л/га с добавлением для усиления действия гербицида банвел ВР (400 г/л дикамбы к-ты) до 3 л/га; шквал ВРК (250 г/л) с нормой расхода 2-5 л/га; грейдер ВГР (250 г/л) с нормой расхода 2-5 л/га; арсенал ВК (250 г/л) с нормой расхода 2-5 л/га. На землях несельскохозяйственного использования (земли промышленности, энергетики, транспорта, связи) - и только там! - предлагается использовать препараты на основе действующего

вещества имазапир, предназначенные для уничтожения любой сорной травянистой растительности и нежелательных древесно-кустарниковых пород (О распространении..., 2012).

Работами Санкт-Петербургского НИИ лесного хозяйства установлено, что однократной химической обработки (в течение одного вегетационного сезона) для полного освобождения от борщевика Сосновского недостаточно. Она обеспечивает отмирание только отросших экземпляров и на несколько месяцев предотвращает его возобновление из семян в случае применения персистентных препаратов (анкор-85 и арсенал). Для подавления разновозрастных растений борщевика Сосновского и предотвращения его возобновления за счет почвенного запаса семян на землях несельскохозяйственного назначения наиболее эффективно применение баковой смеси раундап, 5-6 л/га + анкор-85, 0.08-0.2 л/га в первой половине вегетационного сезона (до фазы цветения). Хороший результат дает обработка арсеналом 2.5 л/га в этот же период. Через 1-2 года после первой химической обработки требуется повторная. Можно использовать раундап 5-6 л/га или его смесь с анкором-85 при более низкой норме расхода. Персистентные гербициды арсенал и анкор-85 не могут быть рекомендованы для борьбы с борщевиком Сосновского на приусадебных участках, в садах и на возделываемых сельскохозяйственных землях. В этих случаях лучше использовать глифосатсодержащие гербициды в сочетании с механическими мерами борьбы (Егоров и др., 2010).

Было проведено испытание гербицидов против борщевика Сосновского и в конце вегетационного периода (фазе начала созревания плодов на центральном зонтике).

Было показано, что наиболее эффективно использовать лонтрел, 30% в.р. в

*Автор публикации не проводил опытов с упоминаемыми в статье препаратами и лишь ссылается на данные других исследователей. Следует помнить, что применение гербицидов возможно лишь по регламентам "Государственного каталога пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации", актуального в данный момент.

норме расхода 4,8 л/га, либо раундап, 36% в.р. в норме расхода 3,6 л/га, либо тордон 22К, 25% в.р. в норме расхода 0,62 л/га. Эффективность 88,5%, 93,2% и 88,1% соответственно (Полянский, 1990).

В последнее время уничтожением борщевиков занимаются фирмы по расчистке трасс магистральных трубопроводов, высоковольтных линий электропередачи, оптоволоконных трасс, полос отвода автомобильных дорог и специальных промышленных объектов от древесно-кустарниковой и травянистой растительности. Первая обработка осуществляется в период отрастания сорняка при формировании первой розетки листьев, а затем в середине вегетации, после предварительного скашивания, осуществляется вторая обработка с заливанием препарата в полу трубку стебля, либо сплошной обработкой обочин дорог (норма расхода 120 мл препарата арсенал новый ТМ, грейдер, шквал на 10 л воды). При подавлении борщевика в многолетних зарослях рекомендовано повторить обработку через 50 дней - 80-120 мл препарата на 10 л воды (Способы уничтожения, 2010).

Интересны исследования по определению чувствительности борщевика Сосновского в разных фазах развития к гербицидам в принятых нормах внесения. Фазы развития можно расположить в следующей последовательности: для лонтрела - фаза цветения, фаза начала созревания плодов в центральном зонтике - фаза стеблевания - фаза розетки листьев; для раундапа - фаза стеблевания, фаза начала созревания плодов в центральном зонтике - фаза цветения - фаза розетки листьев; для тордона 22К - фаза начала созревания плодов в центральном зонтике - фаза цветения, фаза розетки листьев - фаза стеблевания. Исследования показали, что 100% гибель обеспечивается в вариантах с обработкой лонтрелом в фазе цветения (4,8 кг/га) и начале созревания (2,4 кг/га); при применении раундапа в фазе стеблевания и фазе начала созревания плодов в центральном зонтике (7,2 и 14,4 кг/га); при применении тордона 22К в фазе розетки листьев и фазе начала со-

зревания плодов в центральном зонтике (1,25 кг/га) (Филатов, Полянский, 1985).

Для обеспечения оптимального сочетания методов искоренения борщевика Сосновского на обширных территориях, охватывающих земли различного назначения, еще на этапе планирования работ необходимо провести картирование его зарослей. Наиболее доступен маршрутный учет с использованием карт соответствующего масштаба.

Применение любого из вышеуказанных методов искоренения борщевика Сосновского требует регулярного контроля результатов и проведения повторных мероприятий на протяжении трех лет (Дальке, Чадов, 2008).

Значительные территории зарослей борщевика Сосновского привели к поиску возможностей использования его биомассы. Так, был получен новый волокнистый полуфабрикат из однолетнего растительного сырья - борщевика Сосновского, близкий по содержанию к тростнику. Авторами обоснована необходимость продолжения исследования по отработке режимов и способов варки целлюлозы и процессу отбеливания и сформулировано предложение - использовать целлюлозу, полученную из борщевика Сосновского, для производства внутренних слоев упаковочных видов картона, частично заменив древесное сырье (Мусихин, Сигаев, 2006).

На борщевик Сосновского обратили внимание и в рамках проблемы выбора культуры для получения биотоплива в нашей стране. Предложено использовать в качестве сырья зеленую массу растений рода *Heraclium*. Высокое содержание в зеленой массе сахаров и высокая урожайность позволит получать дешевое биотопливо в приемлемых количествах, которым можно обеспечить не только внутреннюю потребность, но и стать достойным экспортером биоэтанола на мировом уровне. Одновременно сбор дикорастущих растений рода *Heraclium* позволит ограничить их повсеместное неконтролируемое распространение и вредоносность (Дорджиев, Патева, 2011).

Таким образом, к настоящему времени

разработаны и в разной степени опробованы различные способы борьбы с борщевиком Сосновского. Несмотря на это территория вторичного ареала этого вида увеличивается. За рубежом, в странах, подверженных экспансии борщевика Сосновского (Польше, Германии, Эстонии, Латвии), согласно Международной конвенции по карантину и защите растений борщевик причислен к карантинным объектам, следовательно, является сорняком, подлежащим уничтожению. В нашей стране несмотря на то, что уже долгое время борщевик Сосновского специально не выращивается, до 2012 года был включен в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию, и являлся кормовой культурой. Это затрудняет разработку стратегии и тактики борьбы с данным объектом. В случае включения этого вида в список карантинных растений, борщевик Сосновского был бы зоной ответственности Россельхознадзора, а собственник земель, допустивший произрастание на ней этого вида, облагался бы штрафом. Более того, борщевик не входит и в перечень сорняков (Костылева, 2010). До настоящего времени контроля распространения борщевика не было и каждый собственник решал самостоятельно, бороться ли с борщевиком Сосновского, и какими методами (Ядовитая угроза, 2012).

В Европе давно осознана необходимость серьезных вложений в исследование проблемы борщевика как одного из наиболее вредоносных инвазионных видов (Гельтман, 2007). Этому был посвящен специальный проект Европейского союза (The Giant..., 2002-2005), по результатам которого издан буклет с практическими рекомендациями на основных европейских языках, в том числе и на русском (Практическое..., 2005). В Европе и ряде стран СНГ в настоящее время осуществляются национальные программы по борьбе с данным видом, разработан и используется комплекс мер по его уничтожению и предотвращению расселения, включая профилактические, механические, хи-

мические методы борьбы (Экология..., 2008).

В России одна из первых попыток искоренения борщевика Сосновского была предпринята в Вологодской области (хотя, учитывая масштаб явления, такая инициатива уже должна была исходить не от регионов, а от федерального центра), где для этой цели было выделено в 2006 г. 2 млн рублей, основная часть которых ушла на покупку гербицидов. Борьба осуществлялась станцией защиты растений главным образом на территории районов (хотя этот вид уже тогда был обнаружен и в городе) путем повсеместного скашивания растений борщевика (Машенков, 2006). Однако, эти действия не принесли желаемого результата, поскольку, как показала практика, нужны средства не только на гербициды, но на всю систему мер борьбы с борщевиком: проведение обследования территорий с целью выявления новых мест распространения сорняка, приобретение спецаппаратуры, ручных и механических косилок, спецодежды, выделение средств на оплату труда. Поэтому, спустя несколько лет правительство области приняло постановление о Долгосрочной целевой программе "Предотвращение распространения сорного растения борщевик Сосновского на территории Вологодской области на 2011-2013 годы" (Долгосрочная целевая..., 2010).

Целью программы является "предотвращение дальнейшего распространения сорного растения борщевик Сосновского на территории Вологодской области; сохранение и рациональное использование земель сельскохозяйственного назначения". Задачи Программы были определены как "выявление очагов распространения борщевика на территории Вологодской области; разработка мероприятий по предотвращению распространения борщевика, определение способов борьбы в соответствии с требованиями СанПинН 2.3.2. 1078-01; проведение всего комплекса организационно-хозяйственных, агротехнических, химических, механических мер борьбы одновременно на площадях, засоренных борщевиком; проведение разъяс-

нительной работы среди населения о способах механического и химического уничтожения борщевика и соблюдении предосторожности при борьбе с ним". Запланировано обследование территорий, занятых борщевиком, на площади 2186 га, уничтожение борщевика химическим методом и механическими способами на площади 2186 га.

В Ленинградской области в 2011 г. также была принята долгосрочная целевая программа (2011-2015 гг.), целью которой является локализация и ликвидация очагов распространения борщевика Сосновского на территории Ленинградской области, исключение случаев травматизма среди населения (Lenagro, 2012). Программа предусматривает сотрудничество региональных комитетов по агропромышленному комплексу и дорожному хозяйству, Северо-Западного управления Росавтодора, муниципалитетов 1 и 2 уровней, а также всех заинтересованных землепользователей. Основными задачами Программы являются сохранение и восстановление земельных ресурсов, предотвращение выбытия из оборота высокопродуктивных земель, сельскохозяйственных угодий, сохранение сбалансированной экосистемы антропогенных и природных ландшафтов.

В результате предварительного обследования территории Ленинградской области выявлено более 6000 га засоренных борщевиком земель. Тем не менее, одним из целевых заданий является гораздо более полное обследование - "95817 га территории Ленинградской области на засоренность борщевиком Сосновского с последующим составлением карты-схемы засоренности". Следующее целевое задание: "освобождение от борщевика Сосновского 5755 га, в том числе полос отвода автодорог - 2080 га, территорий муниципальных образований - 2200 га, земель сельскохозяйственных товаропроизводителей - 1475 га (снижение на 96% доли засоренной борщевиком Сосновского территории Ленинградской области)".

Комплекс мероприятий по уничтожению борщевика включает:

-проведение подготовительных работ по борьбе с сорняком;

-выполнение работ по локализации и ликвидации очагов его произрастания;

-химическими методами (опрыскивание очагов гербицидами и арборицидами в соответствии с действующим Государственным каталогом пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации),

-механическими методами (скашивание вегетативной массы борщевика, уборка сухих растений, в некоторых случаях выкапывание корневой системы),

-агротехническими методами (обработка почвы, посев многолетних трав и др.);

-проведение оценки эффективности выполненных мероприятий;

-проведение разъяснительной работы с населением о методах уничтожения борщевика (химический, механический, агротехнический) и мерах предосторожности.

Предполагается, что реализация мероприятий Программы позволит снизить на 96% засоренность борщевиком территории Ленинградской области, в том числе полос отвода автодорог - 100%, территорий муниципальных образований - 88%, земель сельскохозяйственных товаропроизводителей - 98%.

В результате реализации Программы планируется ввести в оборот 1475 га земель сельскохозяйственных товаропроизводителей (0.55% от площади используемых сельскохозяйственных угодий Ленинградской области).

Даже поверхностный анализ программ борьбы с борщевиком Сосновского в двух областях показывает, что отсутствует единая система, единый подход к проблеме, разработка стратегии осуществляется в соответствии со своим видением проблемы. Например, в Вологодской области не предусмотрено картирование, а выполнение работ по уничтожению борщевика априори подразделено на две равные части, независимо от результатов обследования: на половине обследованной территории провести химические меры борьбы, а на остальной половине - работы по механическому уничтожению борщевика.

Борьба с борщевиком Сосновского осуществляется в Тульской (О проведении..., 2010), Московской (Методические рекомендации..., 2009), Новгородской (Распространение..., 2009) областях, республике Коми (Далькэ, Чадин, 2008) и в других регионах РФ. При этом в каждом регионе разрабатывается своя программа, без учета сроков реализации подобных программ в соседних регионах, без учета повторного заноса семян как с соседних зараженных территорий, так и со своей территории на соседние незараженные территории.

Мировой опыт борьбы с борщевиком показывает, что необходимы программы, включающие немедленное распознавание зон, засоренных борщевиком. Для осуществления этих программ нужны организации, предпринимающие безотлагательные действия, а также достаточное финансирование. Практика реализации региональных программ в РФ показала, что для организации эффективной борьбы с борщевиком необходима **система** мер борьбы с этим видом с помощью организационно-хозяйственных, агротехнических и химических методов борьбы (Долгосрочная целевая..., 2010). В настоящее время устранена последняя формальность, препятствующая причислению борщевика Сосновского к вредным объектам. В соответствии с официальным бюллетенем ФГБУ "Государственная комиссия Российской Федерации по испытанию и охране селекционных достижений" от 24.05.2012 г. № 176, окончен допуск борщевика Сосновского к использованию по причине утраты хозяйственной полезности. Но будет ли он при этом занесен в список особо опасных карантинных растений - пока неизвестно (Северный дачник, 2012). Между тем прогноз дальнейшего распространения борщевика на территории Ленинградской области показывает, что через пять-семь лет до 40% земель в природных ландшафтах и до 20% сельскохозяйственных земель может быть засорено борщевиком. Судя по приведенным данным, многие регионы России стоят на пороге возникновения чрезвычайных си-

туаций, последствия от которых в растениеводстве, фермерском и приусадебном хозяйстве могут быть более ощутимыми, чем от известных ранее злостных адвентивных видов сорных растений.

Для эффективного уничтожения борщевика Сосновского на территории РФ нужна единая долгосрочная целевая научно-производственная программа, включающая неукоснительное соблюдение основных условий:

- ежегодные регулярные комплексные мероприятия, предполагающие локализацию очагов, меры по их ликвидации с последующей оценкой их эффективности;
- программа должна быть финансово обеспеченной и осуществляться одновременно во всех зараженных регионах, с регулярным контролем результатов;
- мероприятия по уничтожению борщевика Сосновского должен предвдвять мониторинг с картированием распространения и численности популяций;
- реализация программы должна вестись с использованием комплекса всех мер борьбы и четким распределением их на землях различного назначения;
- обязательно принятие мер по ограничению распространения этого вида в незараженные регионы (мониторинг и предупредительные меры по ликвидации очагов заноса).

Обязательное выполнение последнего пункта обусловлено тем, что занос чужеродных видов на новые для них территории - процесс перманентный. Возможности предсказания биологических инвазий чужеродных растений крайне ограничены. Единственный надежный способ - контроль состава инвазионных видов прилегающих территорий и мониторинг адвентивной флоры региона. Трудно переоценить роль мониторинга в деле выявления очагов инвазии (Майоров, 2011). Недооценка проблемы прогнозирования инвазий и ликвидации первых выявленных очагов привела к экспансии борщевика Сосновского. Настоятельно необходимо создание системы контроля инвазионных видов. Всем известна ситуация с амбрози-

ей полыннолистной (*Ambrosia artemisiifolia* L.) – карантинным видом, которым не только перенасыщены посевы на юге нашей страны, но он все чаще заносится в другие регионы (Надточий и др., 2009). Борщевик Сосновского и амброзия полыннолистная, без сомнения, являются самыми опасными заносными видами в Средней России. К сожалению, в России

не существует системы контроля инвазивных видов. Давно назрела насущная необходимость создания специальной службы при карантинной инспекции, в функции которой входило бы не только выявление очагов на ранних стадиях инвазии, но и уничтожение заносных видов всеми возможными методами (Майоров, 2011; Абрамова, 2011).

Литература

- Абрамова Л.М. Чужеродные виды растений на Южном Урале. Сорные растения в изменяющемся мире: актуальные вопросы изучения разнообразия, происхождения, эволюции // Материалы I Международной научной конференции. Санкт-Петербург, 6-8 декабря 2011 г. СПб, ВИР, 2011, с. 5-10.
- Александрова М.И. Некоторые виды борщевика в среднетаежной зоне Коми АССР. Автореф. канд. дисс. Киров, 1971, 26 с.
- Богданов В.Л., Николаев Р.В., Шмелева И.В. Биологическое загрязнение территории экологически опасным растением борщевиком Сосновского // Фундаментальные медико-биологические науки и практическое здравоохранение: сб. науч. трудов 1-й Международной телеконференции (Томск 20 января - 20 февраля, 2010). Томск, СибГМУ, 2010, с. 27-29.
- Болотова Е.С. Продолжительность жизни борщевика Сосновского в условиях культуры в центральной зоне Коми АССР // Биологические исследования на северо-востоке европейской части СССР (Ежегодник). Сыктывкар, 1974, с. 37-39.
- Борщевик Сосновского/ Русское географическое общество. Информационный портал. 2013. <http://www.rgo.ru/plants/borshchhevik-sosnovskogo>
- Бочкарев Д.В., Никольский А.В., Смолин Н.В. Трансформация пойменно-лугового фитоценоза при внедрении в него адвентивного сорного вида - борщевика Сосновского // Вестник Алтайского государственного аграрного университета, 2011, 7 (81), с. 36-40.
- Вахрушева Т.Е., Переверзев Д.С. Болезни и вредители борщевика Сосновский // Защита растений, 1984, 3, с. 53.
- Вестник Россельхозцентра. Борщевик Сосновского - силосная культура или сорняк? 2011. <http://rosselhoccenter.ru/index.php/rosselkhoztsentr-glavnaya-2/vestnik/627-borshchhevik-sosnovskogo-silosnaya-kultura-ili-somyak>
- Винокуров Г.И. О дерматите, вызываемом растением сладкий борщевик // Военно-медицинский журнал, 1965, 7.
- Воловик С.В. Долгоносик стеблеяд - вредитель борщевика // Защита растений, 1988, 12, с. 31.
- Гельтман Д.В. Борщевик Сосновского на Северо-Западе России // Доклад. Круглый стол "Биологические инвазии - поиск путей решения проблемы" 2007 г. (http://www.zin.ru/conferences/table2007/Pdf/doklad_Geltman)
- Гельтман Д.В. Состав и эколого-фитоценозические особенности сообществ с участием инвазионного вида *Heracleum Sosnowskyi* (Apiaceae) на Северо-Западе европейской России // Растительные ресурсы. 2009, 3, с. 68-75.
- Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. Дополнение, часть 4. М., 2012.
- Далькэ И.В., Чадин И.Ф. Методические рекомендации по борьбе с неконтролируемым распространением растений борщевика Сосновского. Сыктывкар, 2008, 28 с.
- Далькэ И.В., Чадин И.Ф., Захожий И.Г., Малышев Р.В., Головкин Т.К. Борщевик Сосновского - инвазивный вид в агроклиматической зоне Республики Коми // П-я Международная научно-практическая конференция "Проблемы сохранения биологического разнообразия и использования биологических ресурсов", Минск, 22-26 октября 2012 г., с. 440-443.
- Долгосрочная целевая программа "Предотвращение распространения сорного растения борщевик Сосновского на территории Вологодской области на 2011-2013 годы." Официальный портал Вологодской области http://vologda-oblast.ru/ru/press-center/?id_15=29521&id_16=113&from_15=374.06.10.2010
- Доржиев С.С., Патева И.Б. Энергоресурсосберегающая технология получения биоэтанола из зеленой массы растений рода *Heracleum* // Ползуновский вестник, 2011, 2/2, с. 251-255.
- Дунаева Е.А. Влияние борщевика Сосновского (*Heracleum sosnowskyi*) на биоразнообразие растительного сообщества. II Общероссийская студенческая электронная научная конференция "Студенческий научный форум" 15 - 20 февраля 2010 года <http://www.rae.ru/forum2010/10/274>
- Егоров А.Б., Бубнов А.А., Павлюченкова Л.Н. Гербициды для борьбы с борщевиком Сосновского // Защита и карантин растений, 2010, 3, с. 74-75.
- Игнатов М.С., Макаров В.В., Чичев А.В. Конспект флоры адвентивных растений Московской области. В сб.: Флористические исследования в Московской области. М., Наука, 1990, с. 5-105.
- Кабыш Т.А. Укосы борщевика и энтомофауна // Защита растений, 1985, 7, с. 25-26.
- Конечная Г.Ю., Крупкина Л.И. Динамика видового состава сообществ с борщевиком Сосновского в национальном парке "Себежский". Сорные растения в изменяющемся мире: актуальные вопросы изучения разнообразия, происхождения, эволюции // Материалы I Международной научной конференции. Санкт-Петербург, 6-8 декабря 2011 г. ВИР, СПб, 2011, с. 125-132.
- Костылева Е. Борщевик Сосновского в Ленобласти истребят за 5-6 лет. Новости Ленинградской области, 2010. <http://www.lenoblinform.ru/apps/news/2010/07/16/borshchhevik-sosnovskogo-v-lenoblasti-istrebyat-za-1>
- Коюшев И.А. Биологические особенности и приемы возделывания борщевика Сосновского (*Heracleum sosnowskyi* Manden.) и горца Вейриха (*Polygonum weyrichii* F. Schmidt) в центральной таежной зоне Коми АССР: Автореф. канд. дисс. Л., Пушкин, 1969, 22 с.
- Кравченко А.В. Адвентивная флора Карелии и основные тенденции ее меголетней динамики. Сорные растения в изменяющемся мире: актуальные вопросы изучения разнообразия, происхождения, эволюции // Материалы I

Международной научной конференции. Санкт-Петербург, 6-8 декабря 2011 г. ВИР, СПб, 2011, с. 133-138.

Кравченко А.В., Кузнецов О.Л., Тимофеева В.В. Инвазивные и карантинные виды растений в Карелии. Сорные растения в изменяющемся мире: актуальные вопросы изучения разнообразия, происхождения, эволюции // Материалы I Международной научной конференции. Санкт-Петербург, 6-8 декабря 2011 г. ВИР, СПб, 2011, с. 141-144.

Кривошеина М.Г. Насекомые (Insecta) связанные с борщевиком Сосновского в Московской области, и их роль в биоценозах // Бюлл. Московского общ. испытателей природы. Отдел биологический, 2009, 114, 1, с. 26-28.

Ламан Н.А., Прохоров В.Н. Способы ограничения распространения и искоренения гигантских борщевиков: современное состояние проблемы // Ботаника (исследования). Сб. научн. трудов. Ин-т экспериментальной ботаники НАН Беларуси, Минск, 2011, 40, с. 469-489.

Ламан Н.А., Прохоров В.Н., Масловский О.М.. Гигантские борщевики - опасные инвазивные виды для природных комплексов и населения Беларуси. Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф.Купревича НАН Беларуси, Минск, 2009, 40 с.

Лунева Н.Н., Филиппова Е.В.. Постоянство присутствия видов сорных растений в посевах сельскохозяйственных культур в Ленинградской области. Сорные растения в изменяющемся мире: актуальные вопросы изучения разнообразия, происхождения, эволюции // Материалы I Международной научной конференции. Санкт-Петербург, 6-8 декабря 2011 г. ВИР, СПб, 2011, с. 209-215.

Майоров С.Р. Инвазии чужеродных растений - можно ли их предсказать и контролировать? Сорные растения в изменяющемся мире: актуальные вопросы изучения разнообразия, происхождения, эволюции // Материалы I Международной научной конференции. Санкт-Петербург, 6-8 декабря 2011 г. ВИР, СПб, 2011, с. 220-225.

Малышев В.И. Некоторые вопросы технологии высева семян борщевика Сосновского // Биологические исследования на Северо-Востоке европейской части СССР (Ежегодник). Сыктывкар, 1974, с. 60-64.

Манденова И.П. Фрагменты монографии кавказских борщевиков // Заметки по систематике и географии растений, 1944, 12, с. 15-19.

Манденова И.П. Новые таксоны рода *Heracleum* // Заметки по систематике и географии растений, Тбилисский ботанический институт, 1970, 28, с. 21-24.

Машенков В. Борщевик - это опасно. Газета "Речь" № 143(21563). ФОРУМ ПКЦ АСКОНА, 2006 <http://www.askona-star.spb.ru/forum>

Методические рекомендации по борьбе с неконтролируемым распространением растений борщевика Сосновского в Московской области. Нормативно-правовые акты. Министерство сельского хозяйства и продовольствия Московской области, 2009, http://msh.mosreg.ru/norm_prav_acts/993.html

Мишуrows В.П., Волкова Г.А., Портнягина Н.В. Интродукция полезных растений в подзоне средней тайги Республики Коми (Итоги работы ботанического сада за 50 лет; т. 1). СПб, Наука, 1999, 216 с.

Мусихин П.В., Сигаев А.И. Исследование физических свойств и химического состава борщевика Сосновского и получение из него волокнистого полуфабриката // Фундаментальные исследования, 2006, 3, с. 65-67.

Мыслик Е.Н., Лунева Н.Н.. Распространение видов сорных растений на территории Ленинградской области. Сорные растения в изменяющемся мире: актуальные вопросы изуче-

ния разнообразия, происхождения, эволюции // Материалы I Международной научной конференции. Санкт-Петербург, 6-8 декабря 2011 г. ВИР, СПб, 2011, с. 241-245.

Надточий И.Н., Лунева Н.Н., Филиппова Е.В., Мыслик Е.Н.. Редко встречающиеся виды сорных растений на территориях агроландшафтов Ленинградской области. Проблемы защита растений в условиях современного сельскохозяйственного производства. Материалы научной конференции. Санкт-Петербург. ВИЗР, 2009, с. 103-104.

О проведении мероприятий по борьбе с борщевиком Сосновского на территории муниципального образования город Новомосковск. Постановление от 16 июля 2010 г. № 1723. Тульская область www.regionz.ru

О распространении и мерах борьбы с борщевиком Сосновского. 2012. Сайт Рязанского муниципального района. <http://www.oldsite.rzaion.ru/index.php?dn=economy&to=art&id=83>

Овчаренко А.А. Сорные растения как индикаторы состояния пойменных лесов. Сорные растения в изменяющемся мире: актуальные вопросы изучения разнообразия, происхождения, эволюции // Материалы I Международной научной конференции. Санкт-Петербург, 6-8 декабря 2011 г. ВИР, СПб, 2011, с. 255-261.

Официальный портал Вологодской области http://vologda-oblast.ru/ru/press-center/?id_15=29521&id_16=113&from_15=374 06.10.2010

Палкина Т.А. Региональные особенности сеgetальной флоры Рязанской области. Сорные растения в изменяющемся мире: актуальные вопросы изучения разнообразия, происхождения, эволюции // Материалы I Международной научной конференции. Санкт-Петербург, 6-8 декабря 2011 г. ВИР, СПб, 2011, с. 261-266.

Полянский Н.В. Гербициды против борщевика Сосновского. Защита и карантин растений, 1990, 8, с. 29.

Практическое руководство по борьбе с гигантскими борщевиками. 2005. <http://www.giant-alien.dk/manual.html>

О долгосрочной целевой программе "Борьба с борщевиком Сосновского в Ленинградской области на 2001-2015 годы". Постановление от 25 мая 2011 г. № 152. (в ред. Постановления Правительства Ленинградской области от 07.12.2011 № 421) Новости. Ленобласть. 2011. http://new.lenobl.ru/Files/file/20110525_152.pdf

Раков Н.С., Сенатор С.А., Саксонов С.В. Чужеродные виды - источник сорных растений в Самаро-Ульяновском Поволжье. Сорные растения в изменяющемся мире: актуальные вопросы изучения разнообразия, происхождения, эволюции // Материалы I Международной научной конференции. Санкт-Петербург, 6-8 декабря 2011 г. ВИР, СПб, 2011, с. 272 - 277.

Распространение борщевика в Новгородской области и борьба с ним. 2009. <http://borshhevik.myt-online.ru/novarea.html>

Сандина И.Б. Борщевик Сосновского (*Heracleum Sosnowskyi* Manden.), его биология и опыт выращивания в Ленинградской области. Автореф. канд. дисс. Л., 1959, 18 с.

Сащиперова И.Ф. Борщевики флоры СССР - новые кормовые растения. Л. Наука, 1984, 223 с.

Северный дачник. Борщевик Сосновского исключен из Федерального списка. 2012.

<http://www.sotok.net/novosti-kratko/1-news-text/2560-borshhevik-sosnovskogo-isklyuchili-iz-federalnogo-spiska.html>

Симонов Г.А., Никольников В.С., Зотеев В.С. Борщевик Сосновского - злостный засоритель полей // Ученые записки Орловского ГУ. Серия: Естественные, технические и медицин-

ские науки. 2011, 3, с. 324-326.

Смирнов А.А. Некоторые итоги и перспективы развития ботанических исследований на Сахалине // Вестник ДВО РАН, 2006, 1, с. 103-108.

Смирнов А.А., Корнева И.Г. Последствия интродукции *Heracleum sosnowskyi* (Ariceae) на Сахалине // Растительные ресурсы. 2010, 2, с. 18-23.

Соколова И.Г. Инвазивные виды Псковской области. Сорные растения в изменяющемся мире: актуальные вопросы изучения разнообразия, происхождения, эволюции // Материалы I Международной научной конференции. Санкт-Петербург, 6-8 декабря 2011 г. ВИР, СПб, 2011, с. 289-295.

Способы уничтожения борщевика. 2010. Сайт © 2013 ООО Арсенал, Санкт-Петербург <http://ooo-arsenal.spb.ru/2010/06/sposoby-unichtozheniya-borshhevika>

Территория распространения и вредоносность борщевика Сосновского в Республике Мордовия. 2012. <http://do.gendocs.ru/docs/index-67798.html#2193376>

Ткаченко К.Г. Особенности цветения и семенная продуктивность некоторых видов *Heracleum L.*, выращенных в Ленинградской области. // Растит. ресурсы, 1989, 25, I, с. 52-61.

Ткаченко К.Г. Борщевики и борьба с ними. Gardenia.ru. 2010. <http://www.gardenia.ru/pages/borsh001.htm>

Филатов В.И., Полянский Н.В. Борьба с борщевиком как засорителем биоценоза с помощью гербицидов // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 1985, 5, с. 34-40.

Филатова И.А. Борщевик Сосновского осваивает новые площади // Защита и карантин растений, 2002, 12, с. 38-39.

Чегодаева Н.Д., Лабутина М.В., Маскаева Т.А.. Сорные растения агроценозов. Сорные растения в изменяющемся мире: актуальные вопросы изучения разнообразия, происхождения, эволюции // Материалы I Международной научной конференции. Санкт-Петербург, 6-8 декабря 2011 г. ВИР, СПб, 2011, с. 333-335

Черная книга флоры Средней России. Чужеродные виды растений в экосистемах Средней России. 2013. <http://www.bookblack.ru/areal/4.htm>

Чужеродные виды на территории России. Кабинет "Биоинформатики и моделирования биологических процессов" ИПЭЭ РАН . 2004-2013 http://www.sevin.ru/invasive/priortargets/plants_pr.html

Шуйская Е.А. Синантропная флора Южной Карелии. Автореф. канд. дисс. Изд-во ПетрГУ. Сыктывкар, 2009, 26 с.

Шведов А.Н. Дикорастущая флора города Москвы. Автореф. канд. дисс. Москва, 2008, 23 с.

Экология. Борщевик Сосновского. Город Гомель, 2008.

<http://www.gorod.gomel.by/ekologia/ekolog/borschhevik-sosnovskogo.aspx>

Ядовитая угроза. Псковская правда, 31 июля 2012. <http://pravdapskov.ru/rubric/21/8664> Jahodová Šárka, Trybush Svatlana, Pyšek Petr, Wade Max, Karp Angela. Invasive species of

Heracleum in Europe: an insight into genetic relationships and invasion history // Diversity & Distribution. January 2007, 13, 1, p. 99-114.

Kabuce N., Priede N. Invasive Alien Species Fact Sheet - *Heracleum sosnowskyi*. From: Online Database of the North European and Baltic Network on Invasive Alien Species - NOBANIS (2010) www.nobanis.org, Date of access x/x/200x.

Laivins M., Gavriloва G. *Heracleum sosnowskyi* in Latvia: sociology, ecology and distribution // 7-th International Conference on the Ecology and Management of Alien Plant Invasions. November 3-7. 2003. Ft. Lauderdale, Florida.

Lambdon P.W., Pyšek P., Basnou C., Hejda M., Ariannoutsou M., Essl F., Jarošík V., Pergl J., Winter M., Anastasiu P., Andriopoulos P., Bazos I., Brundu G., Celesti-Grapow L., Chassot P., Delipetrou P., Josefsson M., Kark S., Klotz S., Kokkoris Y., Kühn I., Marchante H., Perglová I., Pino J., Vila M., Zikos A., Roy D. & Hulme P.E. Alien flora of Europe: species diversity, temporal trends, geographical patterns and research needs / Zavlčená flóra Evropy: druhová diverzita, časové trendy, zákonitosti geografického rozšíření a oblasti budoucího výzkumu // Preslia, 2008, 80(2), p. 101-149.

Lenagro.ORG: Информационно-консультационная служба Ленинградской области. 2012. <http://lenagro.org/subsidi/95-poryadok-finansirovaniya-razdel-19/2003-19-finansirovanie-dolgosrochnoj-czelevoj-programmy-qborba-s-borshhevikom-sosnovskogo-v-leningradskoj-oblasti-na-2011-2015-godny-q.html>

Moravcová L., Gudžinskas Z., Pys'ek P., Perglová I. Seed Ecology of *Heracleum mantegazzianum* and *H. sosnowskyi*, Two Invasive Species with Different Distributions in Europe // Ecology and Management of Giant Hogweed (*Heracleum mantegazzianum*) (eds P.Pys'ek, M.J.W.Cock, W.Nentwig, H.P.Ravn). Ch10. Pub Date: January 2007, p. 157-169.

Nielsen C., Ravn H.P., Nentwig W., Wade M (eds.), The Giant Hogweed Best Practice Manual. Guidelines for the management and control of an invasive weed in Europe // Forest and Landscape Denmark, Hoersholm., 2005, 44 p.

Šárka Jahodová, Lars Frøberg, Petr Pyšek, Dmitry Geltman, Svatlana Trybush, Angela Karp. Taxonomy, Identification, Genetic Relationships and Distribution of Large *Heracleum* Species in Europe // Ecology and Management of Giant Hogweed (*Heracleum mantegazzianum*) // Ed. P.Pyšek, M.J.W.Cock, W.Nentwig, H.P.Ravn, 2007, p. 352.

The Giant Alien. Giant Hogweed (*Heracleum mantegazzianum*) a pernicious invasive weed: Developing a sustainable strategy for alien invasive plant management in Europe, 2002-2005. (<http://www.giant-alien.dk>)

Wróbel I. Barszcz Sosnowskiego (*Heracleum sosnowskyi* MANDEN.) w Pieninach (Sosnowski's hogweed *Heracleum sosnowskyi* MANDEN. in the Pieniny Mountains) // Pieniny - Przyroda i Człowiek, 2008, 10, p. 37-43.

HERACLEUM SOSNOWSKYI IN RUSSIA: PRESENT STATUS AND RELEVANCE OF ITS FASTEST SUPPRESSION

N.N.Luneva

Expansion of an invasive *Heracleum sosnowskyi* in the Central and North-Western regions of the Russian Federation, and also ceaseless spread of this species to the neighboring regions, caused active search of methods and means of its control. In spite of the fact that methodical recommendations were developed and included in long-term control programs in some regions, desirable results were not reached due to aggressive vital strategy of the species and inconsistency of actions in the neighboring territories. Development of integrated control strategy at federative level is necessary for the prevention of emergency situations in plant growing.

Keywords: *Heracleum sosnowskyi*, invasive species, secondary area, biological characteristic, expansion, consequences of introduction, control means.

H.H.Лунева, к.б.н., natal-lune@yandex.ru

УДК 635.21:632.444.2

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕНОФОНДА КЛУБНЕНОСНЫХ ВИДОВ РОДА SOLANUM ДЛЯ ЗАЩИТЫ КАРТОФЕЛЯ ОТ ФИТОФТОРОЗА

В.А. Колобаев*, Е.В. Рогозина**

* Всероссийский НИИ защиты растений, Санкт-Петербург

** Всероссийский НИИ растениеводства им. Н.И.Вавилова, Санкт-Петербург

Изложены результаты многолетних исследований образцов диких видов картофеля по устойчивости к *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary и межвидовой гибридизации с целью создания исходного материала для селекции на горизонтальный тип устойчивости к болезни. Сформулированы основные принципы выведения сложных межвидовых гибридов, сочетающих устойчивость к заражению возбудителем фитофтороза со способностью подавлять его размножение.

Ключевые слова: картофель, *Phytophthora infestans*, дикие виды, межвидовые гибриды, конвергентные скрещивания, конидиеобразование.

Значительное поражение посадок картофеля фитофторозом, приводящее к большому недобору урожая обусловлено, прежде всего, способностью возбудителя болезни, оомицета *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary к быстрому размножению и широкому распространению. Реализации потенциальной способности патогена к массовому размножению и тотальному поражению картофеля способствуют возделывание восприимчивых сортов и метеоусловия, благоприятные для развития *P. infestans*. - моросящие дожди, высокая (более 80%) влажность воздуха. При этом происходит непрерывный, нарастающими темпами, процесс размножения гриба.

Массовое поражение фитофторозом, охватывающее все растения в посадке картофеля, осуществляется путем автозаражения (Степанов, 1962). На восприимчивых сортах этот процесс сопряжен с образованием большого количества инокулюма и приводит к эпифитотийному развитию болезни. Восприимчивые сорта не только теряют до 50% урожая из-за поражения фитофторой, но и служат накопителями инфекции. На относительно устойчивых сортах размножение гриба замедляется, поражение фитофторозом ослабляется. Отбор по устойчивости к заражению ведет к выявлению образцов картофеля, способных сдерживать размножение гриба, накопление инокулюма и,

тем самым, устранять опасность эпифитотийного развития болезни.

В настоящее время в природных популяциях фитофторы, характеризующихся широким спектром генов вирулентности, защитное действие R-генов расоспецифической устойчивости не проявляется. Поэтому ослабить поражение картофеля фитофторозом способна лишь устойчивость горизонтального типа, обеспечивающая эффективную защиту независимо от расового состава популяции патогена. В современных условиях различия в степени поражения образцов картофеля *P. infestans* определяются уровнем их горизонтальной устойчивости.

При посещении опытной станции в Толуку (Мексика) мы наблюдали полное отмирание ботвы и отсутствие урожая клубней у сорта Хуанита, имеющего 4 гена расоспецифической устойчивости, но не обладающего горизонтальной устойчивостью. При широком разнообразии генов вирулентности в популяции фитофторы наличие у картофеля генов вертикальной устойчивости не смогло компенсировать дефицит горизонтального типа устойчивости. По той же причине в условиях г. Пушкина (Санкт-Петербург) при эпифитотии фитофтороза в 2009 г. сильно поразились ряд сортов, имеющих по несколько генов расоспецифической устойчивости.

В то же время слабое поражение фитофторозом некоторых межвидовых ги-

бридов, обладающих различными R-генами, может быть обусловлено тем, что их родительские формы, взятые в скрещивания как источники вертикальной устойчивости, обладали также и горизонтальной устойчивостью, неучтенной исследователем. При создании первых гибридов с диким клубненосным видом *Solanum demissum* Lindl. исследователи контролировали наследование R-генов, но вместе с ними могли быть унаследованы и гены горизонтальной устойчивости от дикорастущего родителя. Вполне возможно, что большая популярность и успешное возделывание сортов "демиссоидного типа", отмечаемые в конце 20 столетия, основаны не только на выявленных у них R-генах, но и обусловлены не выявленными генами горизонтальной устойчивости, унаследованными от *S. demissum*. Сорта, содержащие два-три R-гена, характеризуются неспецифической устойчивостью к комплексу рас *P. infestans* (Патрикеева, Харитоновна, 1976). Мы объясняем это тем, что в создании таких сортов было использовано несколько источников устойчивости, передавших гибридному потомству не только разные R-гены, но и гены горизонтальной устойчивости различного происхождения (Патрикеева, Колобаев, 1988). При сравнении в условиях жесткого инфекционного фона сортов картофеля, "свободных от R-генов", с гибридами, имеющими гены R1, R10, R11, и потомством сорта Stirling (созданного с участием видов *S. demissum* и *S. microdontum*) установлено, что все формы, несущие R-гены, обнаруживают более высокую устойчивость к фитофторозу. Генетическая основа такой устойчивости неясна, но эф-

фект, обеспечиваемый "слабыми" R-генами или другими сцепленными с ними генами, статистически значим (Stewart et al., 2003).

Создание сортов картофеля, устойчивых к поражению фитофторозом, немыслимо без включения в селекционный процесс диких родичей картофеля, характеризующихся сильно выраженной устойчивостью к заражению *P. infestans*. В настоящее время уже использованы в селекции картофеля на устойчивость к различным патогенам 28 диких видов, из которых восемь видов - из североамериканского генцентра: *S. demissum*, *S. midemissum* Juz., *S. fendleri* A.Gray, *S. polytrichon* Rydb., *S. stoloniferum* Schlecht., *S. vallis-mexici* Juz., *S. verrucosum* Schlecht., *S. bulbocastanum* Dun., и 20 видов южноамериканского происхождения: *S. chacoense* Bitter., *S. commersonii* Dunal. ex Poir., *S. acaule* Bitt., *S. megistacrolobum* Bitt., *S. raphanifolium* Card. et Hawkes, *S. infundibuliforme* Phil., *S. spagazzinii* Bitt., *S. famatinae* Bitt. et Wittm., *S. kurtzianum* Bitt. et Wittm., *S. vernei* Bitt. et Wittm. ex Engl., *S. bukasovii* Juz. ex Rybin, *S. catarthrum* Juz., *S. gourlayi* Hawkes, *S. leptophyes* Bitt., *S. multidissectum* Hawkes, *S. berthaultii* Hawkes, *S. micro-dontum*, *S. simplicifolium* Bitt., *S. maglia* Schlecht. и *S. leptostigma* Juz. (Порозина, 2012).

Необходимость расширения генетической базы селекции и привлечение нового исходного материала обусловлено постоянным процессом приспособления вредных организмов. С учетом вышесказанного, основной целью работы являлось создание источников неспецифической устойчивости картофеля к фитофторозу на основе широкого привлечения дикорастущих видов р. *Solanum*.

Методика исследований

Исходным материалом для выявления источников устойчивости к *P. infestans* служили образцы диких клубненосных видов р. *Solanum* из коллекции ВИР. Пораженность семян и клоновых растений дикого картофеля фитофторозом оценивали в конце вегетационного периода (август-сентябрь), когда в коллекционном питомнике картофеля популяция патогена была представлена расами, включающими все гены вирулентности (М.В.Патрикеева, неопубл.). В каждой семье семян оценивали пораженность растений по стандартной 9-балльной шкале, по ито-

гам наблюдений вычисляли средний балл поражения фитофторозом. Устойчивость клоновых растений определяли по итогам трехлетних наблюдений. Статистическая обработка данных выполнена с помощью программы STATISTICA 6.1.

Скрещивания между диким и культурным картофелем проведены в теплице на отделенных стеблях (методом декапитации). Гибридное потомство и потомство от самоопыления клонов межвидовых гибридов оценено на стадии семян и, повторно, - в первой клубневой репродукции.

Потомства от самоопыления непоражавшихся в поле гибридов первого поколения (F-1) от скрещиваний культурного картофеля с устойчивыми образцами диких клубнеобразующих видов *Solanum* (семья F-2) подвергли искусственному заражению смесью рас *P. infestans* с широким спектром генов вирулентности (v-1...v-10). Инокуляцию семян проводили в фазе рассады, используя суспензию, содержащую 20 конидий в поле зрения микроскопа при 120^x. Среди семян, сохранившихся здоровыми на фоне искусственного заражения и при последующем испытании на инфекционном фоне, отбирали отдельные индивидуумы, которые сохраняли в виде клонов. Клоны использовали для конвергентных скрещиваний, проводимых между такими устойчивыми гибридами, которые унаследовали это каче-

ство от разных видов *Solanum*. Этот принцип подбора родителей использовали при 2- и 3-кратных конвергентных скрещиваниях.

Клоны, выделенные среди гибридов от конвергентных скрещиваний, испытывали на инфекционном фоне, а затем слабо пораженные фитопфторозом (балл 8 и 9) оценивали при заражении отдельных листьев дозированной инфекцией. Учитывали заражающую концентрацию инокулюма, инкубационный период, рост пятен фитопфтороза, а также конидиеобразование патогена, выросшего на испытываемых образцах межвидовых гибридов. Для этого по 3 диска диаметром 1 см пораженной фитопфторозом ткани листа, встряхивали в пробирке с 3 мл воды. В полученных смывах подсчитывали число конидий в 7 полях зрения микроскопа при 120^x.

Результаты исследований

Оценена устойчивость на естественном инфекционном фоне к фитопфторозу более 2700 растений-сеянцев - генеративное потомство 55 диких клубнеобразующих видов *Solanum*, представителей североамериканских серий *Verrucosa*, *Demissa*, *Longipedicellata*, *Polyadenia*, *Trifida*, *Pinnatisecta*, *Cardiophylla*, *Bulbocastana* и южноамериканских серий *Piurana*, *Acaulia*, *Megistacroloba*, *Glabrescentia*, *Bukasoviana*, *Lignicaule*, *Tarijensia*, *Simpliciora*. Результаты изучения фитопфтороустойчивости 35 видов, представленных тремя и более образцами, приведены в таблице 1.

Половое потомство видов дикого картофеля на естественном инфекционном фоне характеризуется разнообразием ответных реакций на заражение *P. infestans*. У видов обеих филогенетических групп выявлена широкая амплитуда изменчивости (от сильного поражения до отсутствия симптомов заболевания). Вариабельность обнаружена между видами, внутри видов и внутри отдельных семей сеянцев, то есть генераций разных коллекционных образцов (табл. 1).

В наших опытах не поражились фитопфторозом (балл 9, стандартное отклонение $s_x = 0$) все сеянцы двух образцов североамериканских видов *S. demissum* (к-15177), *S. polytrichon* (к-7423). Незначительное поражение (баллы 7-8, $s_x = 0-1$) обнаружено у сеянцев образцов североамериканских видов *Solanum brachycarpum* Corr. (кк-24192, 24196), *S. demissum* (кк-3287, 3355, 3362, 8459, 15173, 18487, 18521, 20000, 23306, 24892), *S.*

hougasii Corr.(к-8818), *S. stoloniferum* (кк-2492, 2534, 2536, 3527, 3533, 19327, 21359, 21618, 21622), *S. polyadenium* Greenm. (кк-24408, 23547), *S. pinnatisectum* Dun (кк-9152, 21955, 21956, 24414), *S. vallis-mexici* (к-8473) и образцов южноамериканских видов *Solanum avilesii* Hawkes et Hjerting (кк-20158, 20884), *S. doddsii* Corr.(к-20709), *S. okadae* Hawkes et Hjerting (к-20921), *S. berthaultii* (кк-7635, 23147, 24270), *S. microdontum* (кк-9726, 16799).

Выявлена гетерогенность по реакции на *P. infestans* (балл 5-6, $s_x = 2-3$) в семьях некоторых образцов североамериканских видов *S. fendleri*, *S. hjertingii* Hawkes, *S. polytrichon*, *S. stoloniferum*, *S. cardiophyllum* Lindl., *S. pinnatisectum*, *S. jamesii* Torr., *S. bulbocastanum*. Среди видов южноамериканской группы гетерогенность обнаружена по реакции на фитопфтороз (балл 5-6, $s_x = 1.6-3$) в семьях *S. chacoense*, *S. abancayense* Ochoa, *S. avilesii*, *S. alandiae* Card., *S. incamayense* Okada et Clausen, *S. multiinterruptum* Bitt., *S. okadae*, *S. vernei* (табл. 1).

Различия в поражении сеянцев фитопфторозом на естественном инфекционном фоне у большинства изученных видов статистически достоверны, но влияние фактора "семья" на степень поражения заболеванием не одинаково у разных видов (табл. 1). Принадлежность к определенному образцу оказывает наибольшее влияние (73-94% общей изменчивости) на степень поражения фитопфторозом сеянцев видов *S. verrucosum*, *S. demissum*, *S. brachycarpum*, *S. stoloniferum*, *S. leptophyes*,

S. multiinterruptum, *S. sparsipilum* (Bitt.) Juz. et Buk., *S. microdontum*. Особенности коллекционного образца определяют от 39 до 66% изменчивости степени поражения фитофторозом семян видов *S. fendleri*, *S. polytrichon*, *S. papita* Rydb., *S. trifidum* Corr., *S. chacoense*, *S. alandiae*, *S. abancayense*, *S. doddsii*, *S. famat-*

inae, *S. hondelmannii* Hawkes et Hjerting, *S. su-crense* Hawkes, *S. vernei*, *S. berthaultii*, *S. gandarillasii* Card. Незначительно влияет фактор "семья" (от 19 до 32% общей изменчивости) на поражение фитофторозом семян видов *S. hjertingii*, *S. jamesii*, *S. cardiophyllum*, *S. pinnatisectum*, *S. acaule*.

Таблица 1. Поражение фитофторозом семян диких видов картофеля на естественном инфекционном фоне (Пушкин, 2000-2010)

Виды	К-во семей	Характеристика семей*					h ² **
		1-2	3-4	5-6	7-8	9	
Североамериканские							
<i>S. verrucosum</i>	5	1 (0)	2 (0-1.6)	2 (0-1)			89
<i>S. brachycarpum</i>	3			1 (0)	2 (0-0.5)		94
<i>S. demissum</i>	24	4 (0-1)	4 (0.8-2.3)	5 (0-1)	10 (0.5-0.8)	1 (0)	90
<i>S. fendleri</i>	11	9 (0-1)	1 (2)	1 (2.3)			52
<i>S. hjertingii</i>	5		4 (1.6-2.5)	1 (2.2)			29
<i>S. papita</i>	4	2 (0)	2 (2.6-2.8)				47
<i>S. polytrichon</i>	12	6 (0-1)	4 (0-3)	1 (2.3)		1 (0)	61
<i>S. stoloniferum</i>	27	6 (0-1)	5 (1-2.6)	6 (0-2.7)	10 (0-2)		79
<i>S. trifidum</i>	4	2 (0-1)	2 (0)				66
<i>S. jamesii</i>	6	2 (1)	3 (3)	1 (3)			19
<i>S. pinnatisectum</i>	8		1 (3)	2 (2)	5 (0-2)		19
<i>S. cardiophyllum</i>	9	5 (0-1)	3 (2-3)	1 (3)			24
<i>S. bulbocastanum</i>	4	1 (1)	2 (1.6-2.8)	1 (3)			Н.с.
Итого 13	122						
Южноамериканские							
<i>S. acaule</i>	3	3 (0-1)					32
<i>S. chacoense</i>	13	6 (0-1)	5 (1-2)	2 (0-2)			66
<i>S. abancayense</i>	4	1 (1)	2 (0-1.6)	1 (2)			41
<i>S. alandiae</i>	14	2 (0-1)	9 (0-3)	3 (1-1.7)			39
<i>S. avilesii</i>	3			1 (3)	2 (0-0.5)		Н.с.
<i>S. doddsii</i>	5		3 (0-2)		2 (0-1.3)		54
<i>S. famatinae</i>	3		2 (0.6-1.7)	1 (0)			47
<i>S. hondelmannii</i>	6	4 (0-1)	2 (0-1)				57
<i>S. incamayoense</i>	4		2 (2)	2 (0-3)			Н.с.
<i>S. leptophyes</i>	3	2 (0)	1 (1)				86
<i>S. medians</i>	4	3 (0)	1 (0)				Н.с.
<i>S. multidissectum</i>	5	1 (1)	4 (0-2)				Н.с.
<i>S. multiinterruptum</i>	4	2 (0)	1 (0)	1 (2)			73
<i>S. okadae</i>	5		3 (2.2-2.5)	1 (3)	1 (2)		Н.с.
<i>S. oplocense</i>	4	1 (1)	3 (1-2)				Н.с.
<i>S. sparsipilum</i>	5	2 (0-1)	2 (1-1.7)	1 (1)			73
<i>S. sucrense</i>	4	3 (0-1)	1 (2)				54
<i>S. vernei</i>	6	4 (0-1)	1 (1)	1 (1.6)			60
<i>S. vidaurrei</i>	3	3 (0-1)					Н.с.
<i>S. berthaultii</i>	7		3 (0-3)	1 (1)	3 (0-1)		53
<i>S. gandarillasii</i>	5	4 (0-1)	1 (0)				51
<i>S. microdontum</i>	6		1 (1)	2 (0-1)	3 (0-1)		74
Итого 22	116						

*Количество семей с соответствующим баллом поражения, и лимиты min-max по шкале 1-9, где 1 - очень сильная степень поражения (более 70% листовой поверхности), 9 - поражение отсутствует (Будин, 1997);

**h² (p<0,001) - показатель силы влияния фактор "семья" на поражение семян фитофторозом (по Снедекору), н.с. - различия между семьями несущественны (недостовверны).

Изучение более 2700 семян 55 видов дикого картофеля выявило гетерогенность по реакции на фитофторы образцов клубнеобразующих видов *Solanum*, депонированных в коллекции ВИР в виде ботани-

ческих семян. Семенная репродукция образцов дикого картофеля представлена популяциями, которые различаются по степени поражения и размаху изменчивости признака. Популяция семян может

быть гомогенно устойчивой или слабо поражаемой (средний балл 7-9), гомогенной среднепоражаемой (средний балл 5-7), гомогенно восприимчивой (средний балл 1-3), вариабельной (средний балл 2-7). В изученной нами выборке видов картофеля североамериканской группы образцы гомогенные, устойчивые или слабо поражаемые фитофторозом составляют 23% (рис. 1А). Доверительный интервал генеральной доли образцов такого типа в изученной доли образцов такого типа в изучен-

ной совокупности клубнеобразующих видов *Solanum* составляет 16-30% ($\alpha=0.95$).

В изученной выборке видов картофеля южноамериканского происхождения образцы гомогенные, представленные слабо поражаемыми растениями, составляют 8.2% (рис. 1Б). Доверительный интервал генеральной доли образцов такого типа в изученной совокупности клубнеобразующих видов *Solanum* составляет 3.5-12.9% ($\alpha=0.95$).

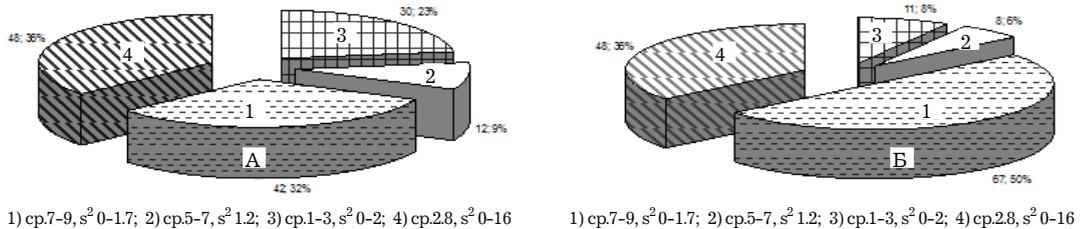


Рис. 1. Распределение популяций сеянцев северо- (А) и южноамериканских (Б) видов картофеля по степени поражения фитофторозом

Образцы дикого картофеля, все генеративное потомство которых слабо поражается фитофторозом, являются надежными источниками устойчивости. В целом встречаемость таких образцов выше в североамериканской группе видов. Наши данные подтверждают мнение К.З.Будина (1997) о большей вероятности нахождения устойчивых к фитофторозу форм именно среди образцов диких видов картофеля Мексиканского генцентра. Образцы гомогенные среднепоражаемые фитофторозом также чаще встречаются у североамериканских, чем южноамериканских видов картофеля: 9% и 6% соответственно (рис. 1, 2).

В каждой из исследуемых групп видов из разных генцентров значительная часть образцов (36%) гетерогенна, содержит генотипы от восприимчивых до слабо поражаемых фитофторозом (балл 2-7). У ранее не использованных в селекции видов серии Bukasoviana: *S. avilesii* (кк-20884, 20158), *S. alandiae* (к-21240), *S. doddii* (кк-20709, 20704), *S. multiinterruptum* (к-18809), *S. incamayoense* (к-9825), *S. okadae* (кк-20921, 20175, 20177) обнаружены сеянцы слабо (балл 7-9) или средние (балл 5-7) поражаемые фитофторозом.

Вариабельность генеративного потом-

ства видов картофеля при взаимодействии с *P. infestans* на естественном инфекционном фоне обусловлена генетическими различиями семенных репродукций дикого картофеля, а также действием внешних факторов. Внутрипопуляционный полиморфизм свойственен диким видам картофеля и в местах их естественного произрастания (Rivera-Pena, 1990). При испытании на устойчивость к фитофторозу генеративного потомства *S. demissum*, *S. stoloniferum* (растений, полученных из семян, собранных in situ в Мексике), наблюдали их расщепление на устойчивые и восприимчивые к болезни формы (Парашкина, 1973).

Дифференциация по устойчивости к фитофторозу растений, выращенных из ботанических семян дикого картофеля из коллекции ВИР, выявлена у южноамериканских видов *S. neorossii* Hawkes et Hjerting, *S. hondelmannii*, *S. incamayoense*, *S. tarijense* Hawkes, *S. mochiquense* Ochoa, *S. chancayense* Ochoa и североамериканских видов *S. fendleri*, *S. stoloniferum*, *S. polytrichon*, *S. jamesii*, *S. pinnatisectum*, *S. bulbocastanum* (Зотева, 1997; Яковлева, Дубинич, 2000).

Проведенные исследования указывают на полиморфизм по признаку устойчиво-

сти к фитофторозу большинства диких видов, депонированных в виде ботанических семян в коллекции ВИР. Константность характеристик образцов клубнеобразующих видов *Solanum* по устойчивости к патогенам, в т.ч. устойчивости к *P. infestans*, имеет важное практическое значение, так как облегчает выбор надлежащих компонентов для межвидовой гибридизации. Такая информация позволит селекционерам проводить более обоснованный выбор источников устойчивости среди диких видов картофеля.

Гибридные популяции, полученные с использованием образцов пяти видов дикого картофеля: *S. simplicifolium* (к-5400), *S. polytrichon* (к 5345-2), *S. verrucosum* (к-8473), *S. pinnatisectum*, *S. berthaultii* (к-8510), служили источниками устойчивости к *P. infestans* (Колобаев, 2001). В таких популяциях в результате искусственного заражения выявлено более 70% устойчивых сеянцев, среди которых отобраны генотипы для закладки клонов и вовлечения их в последующие скрещивания. При использованной методике отбора могли сохраняться здоровыми почти исключительно лишь сеянцы, обладающие высокой горизонтальной устойчивостью. Искусственное заражение сеянцев в фазе рассады не только избавляло гибридные популяции от лишнего груза восприимчивых сеянцев, но и давало возможность выявить родительские формы, наиболее способные к передаче гибридному потомству свойства устойчивости. Перечисленные образцы дикого картофеля можно расценивать как эффективные источники устойчивости к фитофторе, способные передавать свойство сильно выраженной горизонтальной устойчивости своим гибридам, полученным от скрещивания с культурным картофелем. При этом у ряда гибридов устойчивость к фитофторе успешно сочеталась с высокой продуктивностью и хорошим качеством клубней.

По надежности передачи гибридам высокой устойчивости к фитофторе особо выделились скрещивания с использова-

нием вида *S. simplicifolium*. Во всех 20 гибридных популяциях, полученных от скрещиваний с различными сортами, получали устойчивые к фитофторе гибриды. Иногда их количество доходило до 80%. Высокая устойчивость к заражению фитофторой, унаследованная гибридами F-1 от своих дикорастущих родителей, передавалась и последующим поколениям гибридов. Она проявлялась у многих сеянцев от самоопыления устойчивых гибридов, сохранялась в потомствах от беккроссов с культурными сортами, усиливалась в результате конвергентных скрещиваний. Мы выявили клон в поколении BC F-2 от скрещивания (*S. polytrichon* MPI) x MPI (MPI- селекционный клон, интродуцированный из Института им. М.Планка, Германия), не уступавший по уровню устойчивости исходному источнику устойчивости.

Все варианты скрещиваний с использованием межвидовых гибридов характеризовались расщеплением по уровню устойчивости и другим признакам, но во всех гибридных популяциях можно было найти устойчивые к фитофторе сеянцы. Для практики селекции важно, чтобы унаследованная от диких сородичей устойчивость к фитофторе не утрачивалась в результате беккроссов с культурными сортами, проявляясь на высоком уровне у ряда беккроссов - потомков в сочетании с хорошей продуктивностью. Самоопыление устойчивых гибридов способствовало не только закреплению свойства устойчивости, но и усилению ее выраженности. В инцухт-потомствах устойчивые генотипы встречались чаще. Больше всего устойчивых гибридов получено в потомствах от конвергентных скрещиваний.

Они давали гибридные популяции с более высоким процентным содержанием устойчивых к фитофторе сеянцев, чем потомства от самоопыления их родителей. Кроме того, в результате конвергентных скрещиваний между гибридами, унаследовавшими устойчивость от разных видов *Solanum*, были получены трансгрессивные рекомбинанты, превосходившие по уров-

ню устойчивости своих родителей. Многие гибриды от конвергентных скрещиваний выдерживали инфекционную нагрузку, способную заражать родительские формы, использованные в конвергентных скрещиваниях. Сильно выраженная горизонтальная устойчивость к поражению фитофторозом, имевшая различные формы проявления, была отмечена особо часто у сложных межвидовых гибридов, полученных в результате 3-кратных конвергентных скрещиваний. Отмеченный позитивный эффект можно объяснить взаимодействием генов устойчивости различного видового происхождения. Обогащение генетической основы гибридов, проявивших повышенную устойчивость, было связано с включением в их генеалогии нескольких видов *Solanum*. В результате трехкратных конвергентных скрещиваний были получены гибриды, имевшие в своей родословной 4 и даже 5 видов. Такие скрещивания способствовали увеличению разнообразия форм проявления устойчивости к фитофторе.

Ниже приведены родословные наиболее устойчивых межвидовых гибридов, созданных в результате 3-кратных конвергентных скрещиваний с участием нескольких клубненосных видов *Solanum*:

Клон 13-09: $\{[(S. verrucosum \times MPI) \times Licarna] \times [(S. polytrichon \times MPI) \times MPI]\} \times \{[(S. simplicifolium \times MPI) \times Mariella] \times Desire\}$.

Клон 19-09 $/\{[(S. berthaultii \times Тайра) \times Omega] \times [/(S. polytrichon \times MPI) \times MPI]\} \times \{[(S. simplicifolium \times MPI) \times Gitte] \times Hera\} / \times Добрыня$.

Клон 40-09: $/\{[(S. simplicifolium \times MPI) \times Gitte] \times Hera\} \times [(S. polytrichon \times MPI) \times MPI] / \times [/(S. berthaultii \times Тайра) \times Omega] \times (S. pinnatisectum \times Fausta) /$.

Несколько неожиданной была частая встречаемость в потомствах от трехкратных конвергентных скрещиваний гибридных генотипов, способных подавлять размножение фитофторы. Заметим, что во всех гибридных популяциях, полученных при проведении предшествующих скрещиваний, вели отбор на устойчивость к заражению. На способность образовывать

конидии внимание не обращалось. В таблице 2 приведены результаты подсчетов числа конидий в смывах с пораженной фитофторозом ткани листьев от гибридов различного происхождения.

Таблица 2. Интенсивность конидиеобразования фитофторы, на листьях устойчивых гибридов картофеля

Происхождение	Источники устойчивости	К-во образцов	Доля образцов (%), давших в смывах конидий (шт. в поле зрения микроскопа при $\times 120$)				
			< 5	5-10	10-15	15-20	> 20
Однократное*	<i>S. simplicifolium</i> , <i>S. polytrichon</i>						
	34	41,2	41,2	2,9	2,9	11,8	
Трехкратные**	<i>S. simplicifolium</i> , <i>S. polytrichon</i> , <i>S. pinnatisectum</i> , <i>S. berthaultii</i> , <i>S. verrucosum</i>						
	25	60,0	28,0	4,0	8,0	0	

*Однократное конвергентное скрещивание.

**Трехкратные конвергентные скрещивания.

Среди гибридов от 3-кратных конвергентных скрещиваний, имеющих обогащенную генетическую основу, гораздо чаще отмечались образцы, сильно подавляющие конидиеобразование патогенна. А именно, из 25 испытанных образцов большинство (60%) дало в смывах менее 5 конидий, а в смывах от многих (28%) других образцов это количество не превышало 10. Суспензии, содержащие такое небольшое количество конидий, как мы убедились, не способны заразить высокоустойчивые гибриды картофеля.

Таким образом, среди гибридного потомства от 3-кратных конвергентных скрещиваний преобладали высокоустойчивые клоны, которые, если и могли быть заражены концентрированным инокулюмом, тем не менее, не могли быть источником инфекции для внутриклонового перезаражения растений (автоинфекции). Устойчивые образцы картофеля заражаются инокулюмом, содержащим более 20 конидий в поле зрения микроскопа, чего не было отмечено в смывах ни у одного из 25 изученных высокоустойчивых гибридов. Отмеченное явление можно связать с обогащением генной основы у сложных межвидовых гибридов. Таким образом, создан ряд сложных межвидовых гибридов, со-

четающих устойчивость к заражению фитофторой со способностью подавлять размножение патогена (Колобаев, 2009). Такие образцы заражались с трудом. Их успешная инокуляция достигалась лишь при высокой инфекционной нагрузке, при нанесении капель суспензии, содержащей более 40-60 конидий в поле зрения микроскопа.

Получение гибридов от скрещиваний с видами, не привлекавшимися ранее в гибридизацию, может способствовать достижению еще более значимых результатов, в создании гибридных образцов картофеля, превышающих по уровню устойчивости ранее полученные гибриды. Широкое использование генофонда не только поможет повысить уровень устойчивости к фитофторе, сочетать ее с устойчивостью к другим опасным патогенам, но и противостоять изменчивости патогенов гибридные образцы, имеющие богатый и разнообразный по происхождению генетический материал, имеют больше шансов сохраниться здоровыми при появлении нового, более агрессивного патотипа *P. infestans*. В плане создания высокоэффективных доноров горизонтальной устойчивости к фитофторе могут иметь значение полученные нами гибриды с *S. alandiae* (к-21240). Являясь тетраплоидами, они успешно беккроссированы культурными сортами картофеля (Рогозина, 2012). Вид *S. alandiae*, произрастающий *in situ* в Боливии, не использовали до настоящего времени в селекции, его можно расценивать как резерв повышения горизонтальной устойчивости картофеля к поражению фитофторозом. Обращает внимание, что в потомстве от скрещивания *S. alandiae* с сортом Atzimba, унаследовавшим горизонтальную устойчивость от мексиканского вида *S. demissum* (Dicierto Reddik), был выделен клон (24-1), который в скрещиваниях с культурными сортами

давал гибридные популяции с преобладающим устойчивых (балл 7) семянцев.

В потомстве от самоопыления клона 24-1 (F-2) от скрещивания дикого вида с сортом Atzimba) также оказалось больше устойчивых семянцев, чем в потомстве от самоопыления исходного источника устойчивости (Рогозина, 2009). Возникновение гибридов с повышенной устойчивостью к фитофторе (трансгрессивные генотипы) могло быть связано с взаимодействием в гибридах генов горизонтальной устойчивости, унаследованных от разных видов *Solanum*. Такое заключение согласуется с неоднократными случаями повышения устойчивости, наблюдавшимися нами при конвергентных скрещиваниях, которые способствовали комбинированию в получаемых гибридах генов горизонтальной устойчивости различного видового происхождения. Мы провели скрещивания ряда диплоидных южноамериканских видов (*S. okadae*, *S. famatinae*, *S. avilesii*) с дигиплоидами культурных сортов, а также с посредником *S. chacoense*, повышающим успех скрещивания. В полученных гибридных популяциях преобладали среднеустойчивые семянцы, но удалось выделить и несколько устойчивых к фитофторе клонов. Правда, у многих из них уровень устойчивости к фитофторе не превышал ранее достигнутого, полученного при скрещиваниях с другими видами дикого картофеля. Тем не менее, считаем, что гибриды, содержащие генетический материал южноамериканских видов, представляют ценность для использования в качестве компонентов конвергентных скрещиваний с полученными ранее гибридами, содержащими гены горизонтальной устойчивости, унаследованными от мексиканских диких видов.

Обсуждение результатов исследований

Проведенные исследования позволяют заключить, что прогресс в достижении высокого уровня горизонтальной устойчивости к фитофторе может быть достигнут путем вовлечения в ступенчатую гибри-

дизацию нескольких источников устойчивости различной видовой принадлежности, эволюционировавших в различных регионах и, как следствие этого, имеющих различия в наборе генов. Такой подход к со-

зданию высокоустойчивых гибридов в свою очередь требует широкого вовлечения в скрещивания генофонда р. *Solanum*.

В клонах, выделенных из гибридных популяций, полученных при конвергентных скрещиваниях, оказался скомбинирован генетический материал, унаследованный от нескольких диких клубненосных видов *Solanum*. Это касается не только видов, включенных в вышеприведенные родословные. Сорты культурного картофеля, использовавшиеся в наших скрещиваниях в качестве облагораживающих компонентов, были созданы путем гибридизации генетического материала таких видов как *S. demissum*, *S. semidemissum*, *S. andigenum*, *S. stoloniferum*, *S. vernei*. В ходе повторных конвергентных скрещиваний происходила многократная рекомбинация хромосомных наборов от различных видов, а также изменение генетической информации путем мутаций и кроссинговера, чему способствовал часто повторявшийся мейоз. Все это вместе взятое ведет к появлению гибридов, не только сочетающих признаки нескольких видов, но и проявляющих качества, не отмечавшиеся у родительских форм, использованных в гибридизации.

Опыт получения межвидовых гибридов с горизонтальной устойчивостью к фитотрозу позволил сформулировать основные принципы работы по созданию такого материала.

Необходимо преодолеть уровень устойчивости к фитотрозу, достигнутый у существующего ассортимента сортов, что можно осуществить с помощью включения в селекционный процесс генетического материала диких и культурных видов картофеля, проявивших максимально выраженную устойчивость к поражению фитотрозом. Привлечение в селекционную программу нескольких источников устойчивости филогенетически различных видов и получение с их участием сложных межвидовых гибридов повышает надежность защитного действия генов устойчивости.

При выборе источника устойчивости следует учитывать способность используемых диких видов - компонентов скрещи-

вания передавать свойство устойчивости к фитотрозу получаемому гибриднему потомству. Источниками устойчивости можно признавать образцы картофеля, дающие в результате скрещиваний с культурными сортами гибридные популяции с преобладанием (не менее 70%) устойчивых семян.

Уровень горизонтальной устойчивости к фитотрозу - признака, имеющего полигенную основу, - можно усилить, проведя конвергентные скрещивания между гибридами, унаследовавшими устойчивость от разных клубнеобразующих видов р. *Solanum*. При этом создаются трансгрессивные формы - гибриды, сочетающие гены устойчивости различного видового происхождения.

Обеспечить защиту от поражения фитотрозом может не только устойчивость к заражению *P. infestans*, но и способность образцов картофеля подавлять конидиеобразование гриба.

Искусственно созданный инфекционный фон гарантирует наличие достаточного количества и качественного состава инокулюма, его равномерное распределение по опытному участку, что способствует формированию одинаковой инфекционной нагрузки для каждого испытуемого образца.

Следование вышеизложенным принципам позволило получить ряд сложных межвидовых гибридов картофеля, представляющих ценность для селекции картофеля в качестве доноров горизонтального типа устойчивости к поражению *P. infestans*. Надо полагать, что свойственная сложным межвидовым гибридам сильно выраженная горизонтальная устойчивость к возбудителю не наследовалась в готовом виде от какого-либо одного, эффективного источника устойчивости. Она складывалась в процессе чередуемых конвергентных скрещиваний, при которых в получаемые гибриды включался генетический материал нескольких различных видов *Solanum*. Генная основа горизонтальной устойчивости не представляет собой нечто целое, неделимое, а, вероятно, представлена комплексом генов, различных по структуре, но определяющих одно

общее качество - устойчивость к поражению фитофторозом. В процессе скрещиваний состав этого комплекса может меняться за счет включения новых генов от новых компонентов скрещиваний, а также путем рекомбинации существовавших ранее в форме замены хромосом или действием кроссинговера.

Важным условием достижения успеха при создании доноров устойчивости является вовлечение в скрещивания филогенетически различающихся видов дикого картофеля, эволюционировавших в различных регионах американского континента. Формы проявления устойчивости и уровень ее выраженности у сложных гибридов от конвергентных скрещиваний определяется не только свойствами их исходных родительских форм, но зависит и от характера взаимодействия в полученных гибридах генов различного видового происхождения. Широкое возделывание устойчивых к фитофторе сортов еще более усилит защитный эффект горизонтальной устойчивости и приведет к улучшению фитосанитарного состояния агроценоза.

Частая встречаемость высокоустойчивых к фитофторе образцов у североамериканских видов дикого картофеля вполне объяснима. Формирование этой группы видов происходило в Мексике, на исторической родине фитофторы, где имела место сопряженная эволюция патогена и растения-хозяина. Несколько неожиданным воспринимается обнаружение горизонтальной устойчивости у некоторых южноамериканских видов дикого картофеля (*S. berthaultii*, *S. alandiae*), произрастающих в странах, куда фитофтора проникла лишь в середине прошлого столетия. Проявление устойчивости отмечено и у гибридов этих видов с культурным картофелем. Сложившаяся ситуация объяснима тем, что присутствие патогена способствует лишь отбору мутаций по устойчивости, дает преимущества растениям-носителям мутаций, повышающих устойчивость к патогену. А само возникновение мутаций не определяется наличием патогена. Можно также предполагать, что наличие устойчивых к фитофторе образцов как в Северной, так и в

Южной Америке является проявлением закона гомологических рядов в наследственной изменчивости, сформулированного Н.И.Вавиловым (1935).

Продемонстрированная возможность усиления горизонтальной устойчивости путем конвергентных скрещиваний, дающих гибриды, обладающие генами устойчивости различного видового происхождения, подчеркивает значимость вовлечения в скрещивания широкого и разнообразного генофонда видов рода *Solanum*. Выявленные устойчивые к фитофторозу гибриды с южноамериканскими видами служат базой для конвергентных скрещиваний, объединяющих генетический материал представителей генофонда, занимающих далеко удаленные ареалы на своей исторической родине.

Следует особо отметить способность устойчивых образцов картофеля подавлять размножение фитофторы, реализации способности устойчивых образцов картофеля к самозащите, что обусловлено в большей мере вследствие возникающего в их посадках дефициту инокулюма, нежели одной лишь устойчивостью к заражению. Как уже отмечалось, подавление размножения патогена и снижение численности его природной популяции может происходить за счет сокращения вторичных источников инфекции у образцов, устойчивых к заражению фитофторой. Количество образуемого инокулюма уменьшается также благодаря длинному инкубационному периоду. Наконец, для многих гибридных образцов, отобранных по устойчивости к заражению, характерна скудная споропродуктивность в сравнении с поражаемым сортом Наяда.

Даже в условиях эпифитотии на соседних восприимчивых сортах, такие образцы имели единичные пятна поражения фитофторозом. Это обуславливает не только незначительные потери урожая у слабо пораженных растений, но и уменьшение возможностей повторных заражений листьев. Созданные гибридные образцы, обладают двумя механизмами самозащиты: они могут заражаться лишь при избытке инокулюма; в процессе их выращивание создается дефицит инокулюма.

Взаимодействие этих двух качеств полностью исключает возможность эпифитотийного развития фитофтороза в посадках таких образцов. Иными словами, высоко устойчивые образцы не только выдерживают массивное воздействие инокулюма, но и способны ослабить интенсивность процесса внедрения патогена.

Показателем справедливости положений, которыми мы руководствовались при проведении работы, служит сам факт создания доноров горизонтальной устойчивости, получивших высокую оценку у селекционеров-картофелеводов. Ряд гибридов от 3-кратных скрещиваний сочетают сильно выраженную устойчивость к фи-

тофторе (балл поражения 9-8) с хорошей продуктивностью (1500-2000 г/куст). Эти гибридные образцы превосходят возделываемые сорта картофеля по уровню устойчивости к поражению фитофторозом и лишь немного уступают им по продуктивности.

При всем этом созданные нами гибридные образцы проявили хорошую донорскую способность по признаку устойчивости, дав при скрещивании с культурными сортами потомства, содержащие устойчивые клоны. Гибридные комбинации картофеля - источники устойчивости к фитофторозу, созданные в ВИЗР, переданы и сохраняются в коллекции ВИР.

Литература

Будин К.З. Генетические основы создания доноров картофеля. СПб, 1997, 38 с.

Вавилов Н.И. Закон гомологичных рядов в наследственной изменчивости. Сельхозгиз, 1935, 1, с. 36.

Зотеева Н.М. Выделение источников устойчивости к фитофторозу из коллекционных образцов северо- и южноамериканских дикорастущих видов картофеля // Актуальные проблемы современного картофелеводства. Минск, 1997, с. 51-53.

Колобаев В.А. Межвидовые гибриды картофеля, подавляюще размножение фитофторы // Использование мировых генетических ресурсов ВИР в создании сортов картофеля нового поколения. СПб, 2009, с. 50-59.

Колобаев В.А. Принципы и методы создания высокоэффективных доноров горизонтальной устойчивости картофеля к фитофторозу. СПб, ВИЗР, 200, 18 с.

Парашкина Л.И. Некоторые морфологические и биологические особенности семенного потомства диких мексиканских видов картофеля, интродуцированных в ВИР в 1968 г.. Автореф. канд. дисс. Л, 1973, 19 с.

Патрикеева М.В., В.А.Колобаев. Селекция картофеля на групповую устойчивость // Науч. труды ВИЗР, Л., 1988, с. 20-26.

Патрикеева М.В., Харитонова З.М. Комплексная устойчивость перспективных сортов и гибридов картофеля к раку и фитофторозу // Тр. ВИЗР, Л, 1976, 49, с. 18-22.

Рогозина Е.В. Дикие клубненосные виды рода *Solanum* L. и перспективы их использования в селекции картофеля на устойчивость к патогенам. Автореф. докт. дисс. СПб, 2012, 42 с.

Рогозина Е.В. Создание доноров устойчивости картофеля к фитофторозу как развитие творческих идей академика К.З.Будина // Использование мировых генетических ресурсов ВИР в создании сортов картофеля нового поколения. СПб, 2009, с.104-110.

Степанов К.М. Грибные эпифитотии. М., 1962, 454 с.

Яковлева Г.А., Дубинич В.Л. Устойчивость к фитофторозу образцов коллекции диких и примитивных видов картофеля, депонируемых *in vitro* // Картофелеводство, Минск, 2000, 10, с. 155-162.

Rivera-Pena A. Wild tuber-bearing species of *Solanum* and incidence of *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary on the Western slopes of the volcano Nevado de Toluca. 5. Type of resistance to *P. infestans* // *Potato Research*, 1990 (33), p. 479-486.

Stewart H.E., Bradshaw J.E., Pande B. The effect of the presence of R-genes for resistance to late blight (*Phytophthora infestans*) of potato (*Solanum tuberosum*) on the underlying level of field resistance // *Plant Pathol.*, 2003, 52, p. 93-198.

Исследования частично поддержаны грантами МНТЦ 3714 p, EurAsEC project ITP15.

USING THE GENEPOOL OF TUBER-BEARING *SOLANUM* SPECIES FOR POTATO PROTECTION AGAINST LATE BLIGHT

V.A.Kolobaev, E.V.Rogozina

The results of many years' research of wild potato species, their resistance to *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary and interspecific hybridization are provided in order to create a starting material for selection by horizontal type of resistance to the disease. The main principles are set out for developing the complex interspecific hybrids that combine resistance to infestation with ability to inhibit the pathogen reproduction.

Keywords: potato, *Phytophthora infestans*, wild species, interspecific hybrid, convergent cross, conidiosporangia formation.

В.А.Колобаев, д.б.н., vizrspb@mail333.com
Е.В.Рогозина, к.с.-х.н., rogozinaelena@gmail.com

УДК 632.95

АНТИФУНГАЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ 5-АМИНОЛЕВУЛИНОВОЙ КИСЛОТЫ И ЕЕ ЛИПОФИЛЬНЫХ ПРОИЗВОДНЫХ - ГЕКСИЛОВОГО И ОКТИЛОВОГО ЭФИРОВ**С.Г. Спивак*, В.С. Голубева**, В.Ю. Давыдов*, В.И. Долгопалец*, И.В. Тростянюк*, М.А. Кисель***

*Институт биоорганической химии НАН Беларуси, Минск

**Центральный ботанический сад НАН Беларуси, Минск

Показано, что фитопатогенные грибы *Botryotinia fuckeliana* (de Bary) Whetzel. (= *Botrytis cinerea* Pers.) и *Alternaria alternata* (Fr.) Keiss различаются по чувствительности к антифунгальному действию 5-аминолевулиновой кислоты и ее липофильных производных - гексилового и октилового эфиров. Установлено, что липофильные производные 5-аминолевулиновой кислоты более эффективно подавляют развитие семенной грибной инфекции пшеницы, чем 5-аминолевулиновая кислота. Обработка семян пшеницы препаратами в концентрации, подавляющей развитие грибной инфекции, не снижает их жизнеспособность и существенно не влияет на рост 3-дневных проростков.

Ключевые слова: 5-аминолевулиновая кислота, липофильные производные, фитопатогенные грибы, антифунгальная активность, семена пшеницы.

Известно, что 5-аминолевулиновая кислота (5-АЛК) является общим метаболическим предшественником порфиринов в растениях, у животных и у микроорганизмов (Wang et al., 2003). В высоких концентрациях (более 10.0 мМ) 5-АЛК обладает свойствами биодеградабельного фотодинамического гербицида и подавляет рост растений (Rebeiz, 1984; Averina and Yaronskaya, 1991; Hotta et al., 1997b), а в низких (0.1-3.0 мМ) стимулирует рост и продуктивность риса, фасоли, картофеля и др. (Hotta et al., 1997a, 1997b, Wang et al., 2003, 2004; Watanabe et al., 2006), а также повышает устойчивость растений к пониженной температуре и засоленности почв (Hotta et al., 1998; Watanabe et al., 2000). Более того, недавно было обнаружено, что

помимо рострегулирующей активности 5-АЛК присуща еще и способность подавлять рост и развитие ряда фитопатогенных грибов (Luksiene et al., 2005, 2007, 2009). В то же время не исследована антифунгальная активность ее липофильных производных, в частности гексилового (ГЭ-АЛК) и октилового (ОЭ-АЛК) эфиров, которые не только обладают способностью к более легкому проникновению в растительные клетки, но и являются регуляторами роста и развития растений (Спивак и др., 2007).

В связи с этим целью данной работы являлось сравнительное изучение антифунгальной активности 5-АЛК, ГЭ-АЛК и ОЭ-АЛК in vitro и их способности ингибировать развитие семенной инфекции пшеницы.

Методика исследований

Объектами исследования были фитопатогенные микромицеты *Botrytis cinerea* Persl. (*B. cinerea*), *Alternaria alternata* (*A. alternata*) и семена пшеницы *T. aestivum* L. сорт Былина.

5-АЛК и ее липофильные производные - гексильный (ГЭ-АЛК) и октильный (ОЭ-АЛК) эфиры были синтезированы в лаборатории химии липидов ИБОХ НАН Беларуси (Тростянюк и др., 2009).

Изучение антифунгальной активности препаратов проводилось в чашках Петри. Предварительно простерилизованные фильтрацией через мембранные фильтры с размером пор 0.22 мкм водные растворы 5-АЛК, Г-5-АЛК и О-5-АЛК в концентрациях 0.5 мМ, 5.0 мМ и 10.0 мМ вносили в агаризованную среду Чапека, охлажденную до 40°C, и разливали в чашки Петри. Контролем служила среда без добав-

ления препаратов. Диаметр колоний измеряли через 7 суток и оценивали ингибирование роста мицелия грибов. Расчет ингибирующей активности препаратов проводили по формуле Эбота, как процент ингибирования роста колоний грибов, равный

$$100(\text{Дк}-\text{До})/\text{Дк},$$

где Дк - диаметр колонии гриба в контроле, см; До - диаметр колонии гриба в опыте.

Для исследования влияния 5-АЛК, ГЭ-АЛК и ОЭ-АЛК на развитие грибной инфекции семена инкубировали в водных растворах этих соединений 0.5 мМ, 5.0 мМ и 10.0 мМ концентраций в течение 24 часов при +15°C, затем промывали стерильной дистиллированной водой, помещали в чашки Петри на агаризованную питательную среду и проращивали при +25°C в темноте. На 7-е сутки учитывали зара-

женность семян грибами (количество инфицированных зерновок, приходящихся на 100 семян образца). Степень подавления семенной инфекции оценивали по снижению количества инфицированных семян и проростков. Результаты выражали в процентах от общего количества исследуемых семян.

Для изучения влияния 5-АЛК, ГЭ-АЛК и ОЭ-АЛК на прорастание и рост проростков семена инкубировали в водных растворах исследуемых соединений в концентрациях 0.5 мМ, 5.0 мМ и 10.0 мМ в течение 24 часов при +15°C, промывали стерильной

Результаты исследований

Одной из задач данной работы являлось сравнительное исследование способности 5-АЛК и ее липофильных производных - ГЭ-АЛК и ОЭ-АЛК тормозить рост колоний фитопатогенных грибов при контактном действии *in vitro*. Фитоэкспертиза семян пшеницы свидетельствует о том, что в условиях Беларуси доминирующими являются грибы родов *Botrytis*, *Fusarium*, *Alternaria*, *Cladosporium*, *Penicillium* и *Mucor*. Для исследования антифунгальной активности 5-АЛК, ГЭ-АЛК и ОЭ-АЛК *in vitro* в качестве тест-организмов использовали фитопатогенные грибы *B. cynerea*, *A. alternata*, которые культивировали на средах, содержащих исследуемые соединения в концентрациях 0.5 мМ, 5.0 мМ и 10.0 мМ, или не содержащих этих соединений.

Ингибирующий эффект 5-АЛК, ГЭ-АЛК и ОЭ-АЛК на рост колоний был в разной степени отмечен у *B. cynerea* и *A. alternata* (табл. 1). Видно, что наиболее выраженное торможение роста колоний грибов наблюдалось при 10 мМ концентрации препаратов в питательной среде. Наиболее высокую фунгистатическую активность по отношению к *B. cynerea* проявил ГЭ-АЛК, который ингибирует рост колоний этого фитопатогена на 33.6% в 5.0 мМ концентрации, а наименьшую - 5-АЛК (18.2%) при 5 мМ концентрации препарата в среде. В то же время по отношению к *A. alternata* наиболее высокую способность подавлять рост колоний при этой же концентрации препаратов проявила 5-АЛК (56.0%), а наиболее низкую ОЭ-АЛК (7.5%). При этом ОЭ АЛК оказался более эффективным по отношению к *B. cynerea*,

дистиллированной водой, помещали в чашки Петри на агаризованную питательную среду и проращивали при +25°C в темноте. Длину проростков измеряли на 3-е сутки проращивания.

В контрольных опытах семена замачивали в стерильной дистиллированной воде. Эталонном в исследованиях служил химический протравитель фундазол (0.2% раствор), что соответствует 10.6 мМ концентрации.

Результаты представлены как средние значения трех независимых экспериментов ± стандартное отклонение.

чем к *A. alternata* (табл. 1). Это согласуется с данными других авторов (Luksiene et al., 2007), показавших, что чувствительность фитопатогенных грибов к ингибирующему действию 5-АЛК зависит от их таксономической принадлежности. В отличие от 5-АЛК, ее липофильные производные ингибировали рост колоний фитопатогенных микромицетов уже в 0.5 мМ концентрации. Представленные результаты свидетельствуют о том, что ГЭ-АЛК и ОЭ-АЛК в концентрациях 5.0 мМ и выше (10.0 мМ) проявляют фунгистатическую активность и оказывают выраженное сдерживающее действие на рост мицелия грибов *B. cynerea* и *A. alternata* в чистой культуре.

Таблица 1. Антифунгальное действие 5-АЛК, ГЭ-АЛК и ОЭ-АЛК на фитопатогенные грибы *in vitro* в зависимости от концентрации добавленных в питательную среду препаратов

Препараты	Концентрация препаратов*	Ингибирование роста колоний грибов на 7-е сутки культивирования (% к контролю)	
		<i>B. cynerea</i>	<i>A. alternata</i>
5-АЛК	0.5	4.0±2.4	12.3±3.4
	5.0	18.2± 3.0	56.0±2.8
	10.0	52.6± 3.0	81.0±4.0
ГЭ-АЛК	0.5	21.1± 2.2	25.0±2.2
	5.0	33.6±3.5	42.4±2.8
	10.0	40.0±3.6	54.4±3.2
ОЭ-АЛК	0.5	22.0±3.4	4.8±2.0
	5.0	29.4±3.0	7.5±2.7
	10.0	57.3±3.5	25.0±3.3

*В агаризованной среде Чапека, мМ.

Сравнительное исследование антифунгального действия 5-АЛК, ГЭ-АЛК и ОЭ-АЛК проведено на семенах пшеницы сорта Былина. Все исследуемые соединения в различной степени подавляли развитие поверхностной семенной инфекции (рис.).

Так, ГЭ-АЛК, ОЭ-АЛК и 5-АЛК в кон-

центрации 10.0 мМ подавляют развитие семенной инфекции на 80%, 74% и 47% соответственно. Наиболее высокую антифунгальную активность проявил ГЭ-АЛК. Обработка семян фундазолом в 10.6 мМ концентрации снизила их зараженность на 79.3%. Несмотря на то что 10.6 мМ препарат фундазола несколько более эффективно обеззараживает семена пшеницы, чем 5-АЛК, ГЭ-АЛК и ОЭ-АЛК в концентрации 5.0 мМ, следует отметить, что исследуемые соединения в этой "обеззараживающей" концентрации обеспечивают достаточно высокий уровень подавления семенной инфекции. Липофильные производные 5-АЛК, ГЭ-АЛК и ОЭ-АЛК обеззараживали семена более эффективно, чем 5-АЛК.

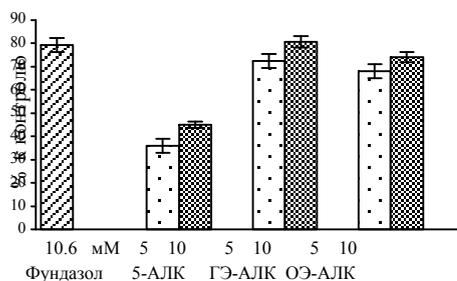


Рис. Подавление развития семенной инфекции пшеницы 5-АЛК, ГЭ-АЛК и ОЭ-АЛК (% к контролю)

С целью выявления возможных отрицательных эффектов 5-АЛК, ГЭ-АЛК и ОЭ-АЛК на растения мы исследовали их влияние в "обеззараживающих" концентрациях на прорастание и рост проростков и корней пшеницы. Обработка семян препаратами в концентрации 10.0 мМ приводила к существенной (концентрации 5.0 мМ - меньшей) задержке роста проростков и корней (табл. 2). Из приведенных данных видно, что липофильные производные 5-АЛК тормозят рост проростков и корней в несколько большей степени, нежели 5-АЛК. Обработка семян фундазолом также сопровождалась некоторой задержкой роста проростков и корней, сопоставимой с 5-АЛК, ГЭ-АЛК и ОЭ-АЛК (табл. 2).

Таким образом, 5.0 мМ "обеззараживающая" концентрация 5-АЛК, ГЭ-АЛК и ОЭ-АЛК является малофитотоксичной и, с этой

точки зрения, допустимой для обработки против семенной инфекции изученных нами видов грибов. Следует отметить, что задержка роста проростков и корней после обработки семян исследуемыми препаратами в концентрации 5.0 мМ наблюдалась лишь на начальных этапах развития.

Таблица 2. Влияние обработки семян 5-АЛК, ГЭ-АЛК и ОЭ-АЛК на рост проростков и корней пшеницы

Препараты	Концентрация препаратов в среде, мМ	Длина проростков на 3 сутки в % к контролю	Длина корней на 3-и сутки в % к контролю
5-АЛК	5.0	89.0±2.5	86.0±2.7
	10.0	58.0±2.5	56.5±3.0
ГЭ-АЛК	5.0	85.5±1.8	82.0±2.5
	10.0	40.3±2.0	41.5±2.9
ОЭ-АЛК	5.0	79.0±2.4	75.0±2.0
	10.0	36.0±3.0	32.5±3.0
Контроль, вода	-	100.0	100.0
Фундазол	10.6	88.3±2.7	85.5±3.0

Обнаруженная нами способность липофильных производных 5-АЛК более эффективно подавлять развитие грибной семенной инфекции может быть обусловлена их более легким проникновением в клетки грибов. Это предположение предстает наиболее вероятным, так как ранее нами было показано, что ГЭ-АЛК и ОЭ-АЛК значительно легче проникают в клетки листьев ячменя и проявляют рострегулирующую активность в более низких концентрациях, чем 5-АЛК (Спивак и др., 2007). Возможно, снижение уровня зараженности семян и проростков обусловлено не только собственно антифунгальным действием исследуемых соединений, но и повышением устойчивости самих растений пшеницы к фитопатогенной инфекции за счет активации ферментов растительной антиоксидантной системы (Luksiene et al., 2007) или каких-либо других защитных реакций растений. В биосинтезе тетрапирролов (гема и хлорофилла) в растениях и других организмах 5-АЛК играет ключевую роль, являясь их общим метаболическим предшественником, что, по-видимому, и обуславливает широкий спектр ее биологической активности. Биологический эффект влияния 5-АЛК на

растения в высоких концентрациях - более 10 мМ, когда она проявляет свойства фотодинамического гербицида, опосредован продуктами ее внутриклеточного метаболизма - порфиринами. Избыток протопорфирина IX индуцирует образование активных форм кислорода, перекисное окисление мембранных липидов (Rebeiz, 1984; Averina and Yaronskaya, 1991; Hotta et al., 1997b) и, как следствие, деструкцию клеточных структур и разрушение биологической ткани. Следует отметить, что, в отличие от 5-АЛК, ее липофильные производные не индуцируют образование избытка порфиринов, так как активность эстераз в клетках растений значительно ниже, чем в клетках животных, что существенно затрудняет превращение липофильных эфиров в собственно 5-АЛК и, следовательно, в порфирины (Kolossoff, Rebeiz, 2005). Как следствие, липофильные эфиры 5-АЛК не могут быть эффективными фотодинамическими гербицидами.

Если природа фотодинамического действия 5-АЛК экспериментально доказана, то механизм ее рострегулирующей активности в низких концентрациях (0.1-3.0 мМ) пока не установлен. Ранее мы показали, что 5-АЛК, ГЭ-АЛК и ОЭ-АЛК в высоких концентрациях (более 5 мМ) индуцируют в клубнях картофеля реакцию сверхчувствительности (СВЧ), которая сопровождается существенным подавле-

нием биосинтеза стероидных гликоалкалоидов уже при 0.05 мМ концентрации препаратов (Спивак и др., 2009). Ингибирование биосинтеза стероидных гликоалкалоидов у растений, в частности у картофеля, в случае индукции СВЧ элиситорами и некротизирующими фитопатогенами обусловлено подавлением активности скваленсинтазы - ключевого белка биосинтеза стероидов у эукариотических организмов (Zook, Кус, 1991).

Поэтому мы полагаем, что торможение роста как растений, так и грибов 5-АЛК и ее липофильными эфирами в относительно высокой концентрации также может быть обусловлено ингибированием биосинтеза стероидов и, как следствие этого, важных стероидных биорегуляторов. Возможно, что в этот процесс также вовлечены продукты метаболизма 5-АЛК - порфирины.

Интересно отметить, что изучаемые нами патогены отличаются по чувствительности к ингибирующему действию 5-АЛК, ГЭ-АЛК и ОЭ-АЛК. Это может быть обусловлено особенностями мембранного транспорта и метаболизма этих соединений, а также разницей в их амфифильных свойствах. Липофильные производные 5-АЛК способны нарушать нативную структуру мембран и, тем самым, проявлять так называемую "темную токсичность". Подобный механизм рассматривается в отношении инактивации ряда грамотрицательных и грамположительных бактерий под действием различных липофильных производных 5-АЛК (Fotinos et al., 2008).

Заключение

Данная работа является первым примером применения липофильных производных 5-АЛК для подавления фитопатогенной грибной семенной инфекции. В работе выявлен избирательный характер действия исследуемых соединений на рост *B. synnerea* и *A. alternata* при контактном действии *in vitro*. Установлено, что *in vivo* ГЭ-АЛК и ОЭ-АЛК более эффективно подавляют развитие грибной семенной инфекции, чем 5-АЛК, не уменьшая жизнеспособность семян, но снижая силу роста до уровня, присущего фундазолу. Следует отметить, что липофилизация молекулы 5-АЛК позволила по-

высить ее эффективность почти в два раза.

Не исключено, что среди производных 5-АЛК при углубленном исследовании данной группы соединений могут быть найдены более эффективные и нетоксичные вещества, которые будут обладать не только длительной антифунгальной активностью, но и способствовать повышению продуктивности растений и их устойчивости к неблагоприятным факторам окружающей среды.

Учитывая, что оценка энергии прорастания и лабораторной всхожести (4 и 7-й день соответственно) не выявляет весь "запас" семенной инфекции, проявление

которой отмечается 2-3 недели (Хорошайлов, 1972), полученные результаты можно рассматривать как предварительные, что предполагает необходимость дальнейших исследований. Надо полагать, что при отсутствии вредного влияния за-

держки начального роста проростков на полевую всхожесть и продуктивность вполне реальна перспектива разработки более безопасной и экономически выгодной технологии защиты растений от семенных инфекций пшеницы.

Литература

- Спивак С.Г., Яронская Е.Б., Вершиловская И.В., Давыдов В.Ю., Тростянюк И.В., Долгопалец В.И., Аверина Н.Г., Кисель М.А. Стимуляция роста и развития растений ячменя липофильными эфирами 5-аминолевулиновой кислоты // Доклады НАН Беларуси, 2007, 51, 50, с. 95-99.
- Спивак С.Г., Давыдов В.Ю., Санько Е.В., Долгопалец В.И., Тростянюк И.В., Кисель М.А. Влияние 5-аминолевулиновой кислоты и ее липофильных производных на биосинтез фитоалексинов и стероидных гликоалкалоидов в клубнях картофеля // Матер. докл. Всероссийской конференции "Устойчивость организмов к неблагоприятным факторам внешней среды", Иркутск, 2009, с. 94-98.
- Тростянюк И.В., Долгопалец В.И., Кисель М.А., Лахвич Ф.А. Новый подход к синтезу липофильных эфиров 5-аминолевулиновой кислоты // Доклады НАН Беларуси, 2009, 53, 3, с. 87-89.
- Хорошайлов Н.Г. Методы определения посевных качеств семян с учетом состояния их здоровья и воздействия обеззараживающих веществ // Влияние микроорганизмов и протравителей на семена. М., Колос, 1972, с.16-21.
- Averina N., Yaronskaya E. Involvement of 5-aminolevulinic acid in the regulation of plant growth // Photosynthetica, 1991, 26, p. 27-31.
- Fotinos N., Convert M., Piffaretti J., Gurny R., Lange I N. Effects on gram-negative and gram-positive bacteria mediated by 5-aminolevulinic acid and 5-aminolevulinic acid derivatives // Antimicrobial Agents and Chemotherapy, 2008, 52, 4, p. 1366-1373.
- Hotta Y., Tanaka T., Takaoka H., Takeuchi Y., Komai M. New physiological effects of 5-aminolevulinic acid in plants: the increase of photosynthesis, chlorophyll content and plant growth // Biosci. Biotech. Biochem., 1997a, 61, 2, p. 2025-2028.
- Hotta Y., Tanaka T., Takaoka H., Takeuchi Y., Konnai M., Khateeb A. Promotive effects of 5-aminolevulinic acid on the yield of several crops. // Plant Growth Regul., 1997b, 22, 2, p. 109-114.
- Hotta Y., Tanaka T., Bingshan L., Takeuchi Y., Komai M. Improvement of cold resistance in rice seedlings by 5-aminolevulinic acid // J. Pestic. Sci., 1998, 23, p. 29-33.
- Kolossov V., Rebeiz A. Chloroplast Biogenesis 91: Detection of delta-aminolevulinic acid esterase activity in higher plant and insect tissues // Pest. Biochem. Physiol., 2005, 83, p. 9-20.
- Lukšienė Z., Peciulytė D., Jurkoniene S., Puras R. Inactivation of possible fungal food contaminants by photosensitization // Food Technology and Biotechnology, 2005, 43, p. 1-7.
- Lukšienė Z., Danilčenko H., Tarasevičienė Z., Anusevičiūse Z., Marozienė A., Nivinskas H. // New approach to the fungal decontamination of wheat used for wheat sprouts: effects of aminolevulinic acid // Int. J. Food Microbiol., 2007, 116, 1, p. 153-158.
- Lukšienė Z., Zukauskas A. Prospects of photosensitization in control of pathogenic and harmful micro-organisms // J. Appl. Microbiol., 2009, 107, 5, p. 1415-1424.
- Rebeiz C., Montazer Z., Hoppen H., Wu S. Photodynamic herbicide. I. Concept and phenomenology // Enzyme. Microb. Technol., 1984, 6, p. 390-401.
- Watanabe K., Tanaka T., Kuramochi H., Takeuchi Y. Improving salt tolerance of cotton seedling with 5-aminolevulinic acid // Plant Growth. Regul., 2000, 32, p. 97-101.
- Wang L., Jiang W., Zhang Z., Yao Q., Matsui H., Ohara H. Biosynthesis and physiological activities of 5-aminolevulinic acid (ALA) and its potential application in agriculture // Plant Physiol. Commun., 2003, 39, p. 185-192.
- Wang L., Jiang W., Huang B. Promotion of 5-aminolevulinic acid on photosynthesis of melon (*Cucumis melon*) seedling under low light and chilling stress conditions // Physiol. Plant., 2004, 121, p. 258-264.
- Wang L., Jiang W., Liu H., Liu W., Kang L., Hou X. Promotion by 5-aminolevulinic acid of germination of Pakchoi (*Brassica campestris* ssp. *chinensis* var. *communis* Tsen et Lee) seeds under salt stress // J. Integr. Plant Biol., 2005, 47, 9, p. 1084-1091.
- Watanabe K., Tanaka T., Kuramochi H., Takeuchi Y. Improving salt tolerance of cotton seedling with 5-aminolevulinic acid // Plant Growth. Regul., 2000, 32, p. 97-101.
- Watanabe K., Nishihara E., Watanabe S., Tanaka T., Takahashi K., Takeuchi Y. Enhancement of growth and fruit maturity in 2-year-old Grapevines cv. Delaware by 5-aminolevulinic acid // Plant Growth. Regul., 2006, 49, 1, p. 35-42.
- Zook M., Kuc J. Induction of sesquiterpene cyclase and suppression of squalene synthetase activity in elicitor treated or fungal infected potato tuber tissue // Physiol. Mol. Plant Pathol., 1991, 39, p. 377-390.

ANTIFUNGAL ACTIVITY OF 5-AMINOLEVULINIC ACID AND ITS LIPOPHILIC DERIVATIVES - HEXYL AND OCTYL ETHERS

S.G.Spivak, V.S.Golubeva, V.Y.Davydov, V.I. Dolgopalets, I.V. Trostyanko, V.A.Kisel

This study is devoted to comparative investigation of antifungal activity of 5-ALA and its lipophilic derivatives. Presented data revealed that sensitivity of fungi belonging to different taxonomic groups to 5-ALA and its lipophilic derivatives treatment varied considerably. Lipophilic ethers were more efficient than 5-ALA for reducing fungus growth. The treatment of wheat seeds by 5-ALA and its lipophilic derivatives in fungus growth inhibition concentration showed the absence of impairing the vigour of seed germination and viability.

Keywords: 5-aminolevulinic acid, lipophilic derivative, phytopathogenic microfungus, antifungal activity, wheat seed.

С.Г.Спивак, к.б.н., spivak@iboch.bas-net.by
В.С.Голубева, н.с., В.Ю.Давыдов, н.с.,
В.И.Долгопалец, к.х.н., И.В.Тростянюк, к.х.н.,
М.А.Кисель, д.х.н.

УДК 635.21:632.470.4

ОБНАРУЖЕНИЕ КОЛЬЦЕВОГО НЕКРОЗА КЛУБНЕЙ КАРТОФЕЛЯ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН

С.Г. Вологин*, Н.Д. Былинкина**, З. Сташевски*, Ф.Ф. Замалиева*

* Татарский НИИ сельского хозяйства, Казань

** Казанский (Приволжский) федеральный университет

Проведено изучение обнаруженных случаев кольцевого некроза клубней картофеля. Процесс выявления некротических симптомов носил спорадический характер и в настоящее время распространение заболевания находится на низком уровне. На основании различных методов исследования был идентифицирован возбудитель болезни - некротический штамм *Y-вируса картофеля* (*YBK^{NTN}*). Частота образования некрозов в клубневом потомстве пораженных образцов обычно была небольшой и редко достигала 70%. В различные годы данный показатель варьировал и зависел как от условий вегетации, так и от особенностей инфицированных растений. Данное исследование является первым сообщением о циркуляции *YBK^{NTN}* на территории Среднего Поволжья.

Ключевые слова: идентификация, вирус картофеля, штамм, кольцевой некроз клубней картофеля, ИФА, ПЦР.

Растения картофеля (*Solanum tuberosum* L.) в силу своих биологических особенностей подвержены инфицированию различными вирусами. В естественных условиях возделывания данную сельскохозяйственную культуру поражает около 40 патогенов вирусного происхождения. Инфицирование наиболее распространенными из них протекает по типу системной инфекции, которая проявляется в форме крапчатой, морщинистой и полосчатой мозаичности листовой ткани, в виде скручивания листьев, а также серьезных нарушений процессов развития растений. В ряде случаев вирусная инфекция сопровождается процессами локальной или системной некротизации поврежденных тканей, затрагивая различные органы растений. При этом выявляются некрозы листовых и стеблевых сосудов, точечные некрозы листовой ткани, а также некротические повреждения клубней и ягод.

Образование некротических поражений клубней картофеля имеющих кон

центрическую форму может быть индуцировано тремя патогенами: *вирусом мотельчатости верхушки картофеля* (*ВМВК*), *вирусом погрешности табака* (*ВПТ*), а также некротическим штаммом *Y-вируса картофеля* (*YBK^{NTN}*). Исследованиями, ранее проведенными на территории Республики Татарстан, было обнаружено инфицирование посадок картофеля *ВМВК* и *ВПТ* (Замалиева, 1995).

Оба вируса, встречались преимущественно в частном секторе или крайне редко в хозяйствах, работавших с серьезными нарушениями севооборота. До настоящего времени диагностические работы по обнаружению штамма *YBK^{NTN}* в регионе не проводились. Однако в последние годы участились случаи выявления кольцевого некроза клубней в образцах картофеля выращенных на данной территории. Целью данной работы явилась идентификация возбудителя заболевания, изучение уровня распространения болезни и особенностей ее проявления в условиях Республики Татарстан.

Методика исследований

Исследуемым материалом служили растения картофеля, образующие клубни с проявлениями кольцевого некроза. Отбор пораженного материала проводили в семеноводческих и селекционных питомниках Татарского НИИСХ (Лаишевский район Республики Татарстан). Идентификация штаммов

YBK осуществлялось по алгоритму, описанному в работе И.Шуберта с соавтор. (2004). Установления серотипов *YBK*, а также диагностика *ВМВК* и *ВПТ*, проводилось методом иммуноферментного анализа (ИФА) с использованием диагностических наборов фирмы Neogen Europe (Великобритания) согласно

инструкции производителя. Молекулярно-генетическое выявление штамма *YBK^{NTN}* осуществляли с помощью иммуносорбентной полимеразной цепной реакции (ИС-ПЦР) по протоколу описанному в работе (Фолимонова и др., 1998) с применением олигонуклеотидов и реактивов НПО «СибЭнзим» (г. Новосибирск, Россия).

Выращивание растений картофеля, а также инфицирование растений *Nicotiana tabacum cv. Sam-sup NN* проводилось на торфогрунте в марлевом изоляторе с проведением регулярных инсектицидов

Результаты исследований

Первые случаи выявления растений, имеющих клубни с некрозами концентрической формы (рис. 1а), были отмечены в период вегетационных сезонов 2005-2006 гг. Обнаружение зараженных растений носило спорадический характер и в течение одного сезона выявлялось 5-6 пораженных образцов. Впоследствии, уровень распространения инфицированных растений несколько увеличился (табл. 1) и по данным трехлетнего изучения средневзвешенная частота встречаемости морфологически-выявляемой формы болезни составила 0.2% от всей проанализированной выборки.

Таблица 1. Частота встречаемости растений, имеющих клубни с проявлениями кольцевого некроза

Годы	Количество исследованных растений, шт.	Из них инфицированных	
		шт.	%
2009	10245	15	0.15
2010	9510	17	0.18
2011	10664	28	0.25

Морфологический анализ показал, что кольцевые некрозы с одинаковой частотой повреждали апикальную и базальную зону клубня. В процессе хранения кольцевые структуры углублялись, растрескивались, а в ряде случаев распространялись на значительную часть поверхности клубня (рис. 1б). Некротическая зона была представлена поверхностной опробковевшей тканью, не затрагивавшей сосудистое кольцо (рис. 1в).

Данная особенность некротизации клубней относится к числу характерных признаков инфицирования картофеля некротическим штаммом *YBK^{NTN}* (Вайдemann и др., 1999).

Однако необходимо учитывать, что в ряде случаев *ВМБК*- и *ВПТ*-поражение

ных обработок для предотвращения перекрестного вирусного заражения. В качестве контроля были использованы *YBK*-инфицированные растения, образующие клубни без симптомов некротизации: два изолята - выявленных в данной работе, а также два изолята, обозначенные нами *Smr1-04* и *Smr2-04*, любезно предоставленных к.с.-х.н. Кинчаровой М.Н. (Самарская ГСХА). Учет количества клубней пораженных некрозами проводился на вегетативном потомстве трех растений, в случае контрольных изолятов - шести растений.

клубней картофеля может протекать без образования внутренних некротических симптомов, в результате чего диагностируемые образцы могут быть ошибочно идентифицированы как содержащие штамм *YBK^{NTN}* (Le Romancer et al., 1994).



Рис. 1. Кольцевой некроз клубней картофеля: после уборки урожая (а), после хранения в течение 6 месяцев (б), особенности процесса некротизации (в)

Для проверки данного предположения с помощью метода ИФА была осуществлена диагностика *ВМБК* и *ВПТ*, показавшая отсутствие данных патогенов во всех исследуемых образцах. Проведенное в тот же период времени дифференциальное ИФА-исследование выявило, что все некротизированные образцы оказались позитивными в реакции, выявляющей N-серотип *YBK* (табл. 2). Небольшая часть исследуемых образцов была одновременно инфицирована двумя серотипами вирусного патогена. Три контрольных образца, не формировавших клубневые некрозы, проявили положительный результат на присутствие О/С-серотипа *YBK*, а контрольный образец Kzn1-05 - на наличие N-серотипа вируса.

Инокуляция листьев *N. tabacum* соком растений картофеля пораженных кольцевым некрозом, первоначально вызвала мозаичность и морщинистости листьев, а также к просветлению тканей окружающих листовые жилки (рис. 2а).

Таблица 2. Изучение образцов инфицированных различными штаммами УБК

Образцы	Образование некрозов, шт.*			Реакция растений**		Серотип	РНК УБК	Состав образца
	2009	2010	2011	картофель	табак			
<i>Образцы, не пораженные кольцевым некрозом клубней</i>								
Smr1-04	0 / 18	0 / 20	0 / 24	S: m	S: vc	O/C	+	YBK ^O
Smr2-04	0 / 23	0 / 22	0 / 20	S: m	S: vc	O/C	+	YBK ^O
Kzn2-06	0 / 18	0 / 21	0 / 20	S: m	S: vc	O/C	+	YBK ^O
Kzn1-05	0 / 19	0 / 26	0 / 27	S: m	S: vc, vn	O/C+N	+	YBK ^{O+N}
<i>Образцы, проявляющие симптомы кольцевого некроза клубней</i>								
Kzn2-08	1 / 21	1 / 27	0 / 21	S: m	S: vc	-	+	YBK ^{NTN}
Kzn4-06	0 / 12	1 / 18	2 / 11	S: m	S: vc, vn	N	+	YBK ^{NTN}
Kzn3-06	1 / 17	0 / 13	4 / 23	S: m, n	S: vc, vn	N	+	YBK ^{NTN}
Kzn1-08	2 / 5	4 / 22	3 / 11	S: m	S: vn	N	+	YBK ^{NTN}
Kzn3-08	3 / 7	2 / 4	1 / 10	S: m	S: vc, vn	N	+	YBK ^{NTN}
Kzn5-06	5 / 13	11 / 25	2 / 6	S: m	S: vc, vn	N	+	YBK ^{NTN}
Kzn5-08	2 / 8	12 / 25	9 / 17	S: m	S: vn	N	+	YBK ^{NTN}
Kzn1-06	14 / 14	9 / 12	3 / 11	S: m	S: vc, vn	N	+	YBK ^{NTN}
Kzn4-08	4 / 15	2 / 10	2 / 14	S: m	S: vc, vn	O/C+N	+	YBK ^{O+NTN}
Kzn1-07	2 / 12	4 / 12	1 / 13	S: m	S: vc, vn	O/C+N	+	YBK ^{O+NTN}
Kzn2-07	7 / 22	6 / 26	4 / 21	S: m, n	S: vc, vn	O/C+N	+	YBK ^{O+NTN}

*Числитель - количество клубней, пораженных кольцевыми некрозами, знаменатель - общее количество исследованных клубней; **S- системная реакция, m- мозаика, n- некроз, vc- просветление листовых жилок, vn- некротизация листовых жилок; "-" негативная реакция, + позитивная реакция.

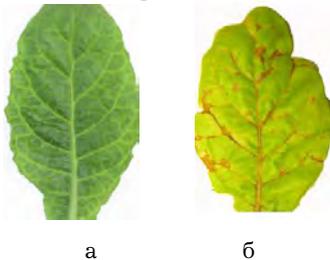


Рис. 2. Симптомы проявления УБК на растениях табака: морщинистость листа и просветление жилок (а), некротизация жилок и прилегающей листовой ткани (б)

Эти морфологические изменения возникли на 14-21 сутки с момента инокуляции. В последствии, на растениях *N. tabacum*, инфицированных биоматериалом большинства некрозосодержащих вариантов и контрольного образца *Kzn1-05*, обнаруживался хлороз листьев, а также происходила некротизация листовых жилок и примыкающей к ним листовой ткани (рис. 2б). В образцах, инфицированных только штаммом *YBK^{NTN}*, данные симптомы обнаруживали в период с 28 по 32 сутки, после искусственного заражения. В случае образцов, одновременно поражен-

ных N- и O/C-серотипами вируса, некротизация листовых жилок выявлялась значительно позднее - по прошествии 45 суток с момента проведения инокуляции. Проявлений симптомов стриковой мозаики листьев табака в данном исследовании обнаружено не было, что свидетельствует об отсутствии в тканях исследуемых образцов штамма *YBK^C*.

Таким образом, основываясь на алгоритме Й.Шуберта с соавтор. (2004) и совокупности полученных в данном исследовании результатов, было сделано предположение о том, что возбудителем выявленных случаев кольцевого некроза является штамм *YBK^{NTN}*. Для проверки данного предположения была проведена идентификация патогена с помощью метода ИС-ПЦР. На элетрофореграмме был детектирован фрагмент, размером 835 п.о. (рис. 3), соответствующий нуклеотидной последовательности *YBK^{NTN}*. Таким образом полученные результаты подтвердили наличие штамма *YBK^{NTN}* в тканях растений, проявляющих симптомы клубневого некроза. Основываясь на совокупности полученных данных, контрольные образ-

цы были нами отнесены к штаммам YBK^O (изоляты *Smr1-04*, *Smr2-04*, *Kzn2-06*) и YBK^N (*Kzn1-05*).

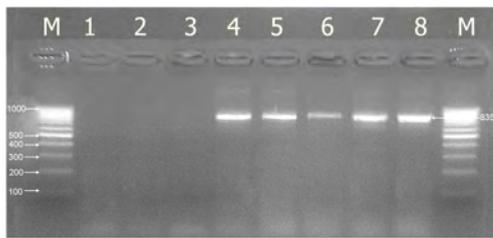


Рис. 3. Идентификация штамма YBK^{NTN} с помощью метода ИС-ПЦР. М-маркер молекулярных размеров; 1 - отрицательный контроль; 2 - образец *Kzn2-06* (YBK^O), 3 - образец *Kzn1-05* (YBK^N), 4-8 - соответственно образцы *Kzn1-06*, *Kzn3-06*; *Kzn4-06*, *Kzn1-08* и *Kzn4-08* (YBK^{NTN})

Исследования, проведенные в условиях марлевого изолятора, показали, что при высадке в торфогрунт до 30% некротизированных клубней не давали всходов из-за поражения почвенными патогенами бактериального происхождения. На первых этапах развития у YBK^{NTN} -содержащих растений картофеля наблюдалось вздутие листовых пластинок в межжилковой области, связанное, как мы предполагаем, с торможением роста сосудистых тканей. Данные морфологические нарушения отмечались до достижения растениями стадии 4-5 настоящих листьев, в дальнейшем они исчезали. В контрольной группе подобные нарушения не выявлялись. В дальнейшем на всех растениях обнаруживалась мозаичность листьев, а в случае изолятов *Kzn3-06* и *Kzn2-07* отмечено торможение роста листовых пластинок и их некротизация, заканчивающаяся отмиранием. Подобные нарушения затрагивали листья нижнего и среднего ярусов, в то время как верхний ярус оставался не измененным.

Частота образования некрозов в клубневом потомстве пораженных образцов в различные годы сильно варьировала (табл. 2). Расчет средней частоты некрозообразования, проведенный по данным трехлетнего изучения, позволил выделить три группы образцов: с низким (3-8%), средним (20-37%) и высоким (50-67%)

уровнем образования некрозов. Подобная дифференциация свидетельствует о зависимости проявления кольцевых поражений от генетических характеристик растений картофеля. Также выявленный уровень варьирования указывает на зависимость некрозообразования от условий вегетационного периода. Следует отметить, что широкий диапазон проявления симптомов кольцевого некроза в условиях открытого и защищенного грунта отмечается во всем мире, и до сих пор не определены оптимальные условия для развития данного признака (Singh et al., 2008). Учитывая относительно низкий уровень поражения исследованных образцов, можно предположить, что истинный уровень распространения штамма YBK^{NTN} на территории Республики Татарстан может оказаться более высоким, чем это отмечено нами при проведении визуальных учетов.

Согласно нашим наблюдениям на протяжении шести месяцев послеуборочного хранения количество клубней, содержащих кольцевые некрозы, не изменялось. Полученные результаты не согласуются с данными, описанными Х.Вайдеманн с соавторами (1999), показавшими возрастание относительного количества некротизированных клубней с 13% в период уборки урожая (начало августа) до 61% после двухмесячного хранения (конец сентября). Выявленное различие может быть обусловлено температурными условиями хранения исследуемых образцов. В случае цитируемого литературного источника, учет поврежденных клубней проводился при достаточно высокой температуре окружающей среды. В наших исследованиях первый учет осуществлялся в начале октября, второй - в конце марта, после хранения клубней при стандартных условиях. Таким образом, исследованные нами образцы могли достигнуть максимального уровня некротизации при нахождении в почве, а последующее хранение при оптимальной температуре могло блокировать процесс некрозообразования. Зависимость формирования некрозов при YBK^{NTN} -инфекции от температурных

условий хранения картофеля установлена в работе Dolničar с соавторами (2010).

В настоящее время вопрос об уровне распространения штамма YBV^{NTN} на территории России остается практически не исследованным, а сообщения на данную тему немногочисленны. Диагностическое изучение, осуществленное с помощью ПЦР, позволило выявить YBV^{NTN} в нескольких образцах на территории Подмосквья, однако симптомы заболевания зафиксированы не были (Фолимонова и др., 1998). В Северо-Западном регионе России симптомы кольцевого некроза клубней картофеля также обнаружены не были (Созонов, 2005).

Литература

Вайдемманн Х.Л., Шпаар Д., Блоцкая Ж.В. Новый опасный штамм вируса Y картофеля в Европе // Известия Академии аграрных наук Республики Беларусь, 1999, 1, с. 48-51.

Замалиева Ф.Ф. Почвенные вирусы и совершенствование системы семеноводства картофеля на оздоровленной основе в республике татарстан. Автореф. канд. дисс., СПб, Пушкин, 1995, 15 с.

Романова С.А., Волков Ю.Г., Какарека Н.Н. и др. Y-вирус картофеля на дальнем востоке (штаммовый состав, вредоносность и эпидемиология) // Фитосанитарное оздоровление экосистем: материалы второго съезда по защите растений, СПб, ВИЗР, 2005, 1, с. 205-207.

Созонов А.Н. Вирус у картофеля в северо-западном регионе РФ: распространение, штаммовый состав и профилактика вызываемых им заболеваний. Автореф. канд. дисс., СПб, Пушкин, 2005, 19 с.

Фолимонова С.Ю., Фолимонов А.С., Аграновский А.А. и др. Идентификация штамма Y-вируса картофеля,

В тоже время YBV^{NTN} был выделен на Дальнем Востоке из пораженного клубня картофеля, а также из нескольких видов дикорастущих растений (Романова и др., 2005).

Случаи обнаружения кольцевого некроза отмечены в Среднем Поволжье (Прокофьев, Кинчарова, 2012), однако строгая идентификация штаммового состава при этом не проводилась. Настоящая работа является первым сообщением о циркуляции штамма YBV^{NTN} на территории Среднего Поволжья, а также об уровне распространения морфологически-выявляемой формы болезни, индуцируемой данным штаммом.

вызывающего кольцевой некроз клубней, с помощью иммуноспецифической ПЦР // Доклады РАСХН, 1998, 5, с. 16-17.

Шуберт Й., Рабенштайн Ф., Хрцановска М. и др. К проблеме диагностики штаммов Y-вируса картофеля // Вестник защиты растений, 2004, 3, с. 3-10.

Dolničar P., Pleško I. M., Viršček Marn M. et al. The influence of storage temperatures on development of necrotic symptoms caused by PVY^{NTN} on tubers of potato cv. Igor //14th triennial meeting of the Virology Section of the European Association for Potato Research, Norway, Hamar, 2010, p. 21.

Le Romancer M., Kerlan C., Nedellec M. Biological characterization of various geographical isolates of potato virus Y inducing superficial necrosis on potato tubers // Plant. Pathol., 1994, 43, p. 138-144.

Nie X., Singh R.P. A new approach for the simultaneous differentiation of biological and geographical strains of Potato virus Y by uniplex and multiplex RT-PCR //J. Virol. Meth., 2002, 104, p. 41-54.

DETECTION OF POTATO TUBER NECROTIC RINGSPOT DISEASE IN THE MIDDLE REPUBLIC OF TATARSTAN

S.G.Vologin, N.D.Bylinkina, Z.Stashevski, F.F.Zamalieva

Cases of the Potato tuber necrotic ringspot infection of plants were studied. Necrotic symptom identification was sporadic, and at present the disease spread is low. Based on various methods, a pathogen caused the disease was identified, i.e. a necrotic strain of the Potato virus Y (PVY^{NTN}). Necrosis frequency on infected samples of progeny tubers was low and rarely reached to 70%. It varied at different years and depended on both conditions of growing season and characteristic features of infected plants. Presented study is the first report of PVY^{NTN} strain spread in the Middle Republic of Tatarstan.

Keywords: identification, potato virus, strain, potato tuber necrotic ringspot.

С.Г.Вологин, с.н.с., semen_vologin@mail.ru
Н.Д.Былинкина, студентка,
З.Сташевски, к.б.н.,
Ф.Ф.Замалиева, д.с-х.н.

УДК 632:001.891

**ВЛИЯНИЕ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ И
ВЛАЖНОСТИ ЗЕРНОВОГО СУБСТРАТА НА ПАТОГЕННЫЕ
СВОЙСТВА МИЦЕЛИЯ *STAGONOSPORA CIRSIИ*****С.В. Сокорнова, А.О. Берестецкий***Всероссийский НИИ защиты растений, Санкт-Петербург*

Гриб *Stagonospora cirsiИ* обладает биологическим потенциалом для создания на его основе биогербицида против многолетнего сорного растения бодяка полевого (*Cirsium arvense*). Мицелий *S. cirsiИ*, полученный с помощью твердофазной ферментации, хранится до 3 месяцев, практически не теряя своих патогенных свойств, поэтому он может быть использован при создании препаративной формы для отложенного применения. Инфекционный материал на основе мицелия *S. cirsiИ* может использоваться в виде цельных гранул, а также после измельчения в виде суспензии. Патогенность обоих типов инокулюма существенно ($p < 0.01$) зависела от продолжительности культивирования. Влажность субстрата, а также совместное влияние этого фактора и продолжительности культивирования были существенны ($p < 0.001$) только для измельченного мицелия. Таким образом, в процессе культивирования мицелия *S. cirsiИ* характер изменения его патогенности определяется влажностью субстрата.

Одним из развивающихся в последнее время способов получения инокулюма грибов - продуцентов биопестицидов служит твердофазная ферментация (ТФ) с использованием различных зерновых субстратов (Берестецкий, Сокорнова, 2009). В большинстве случаев ТФ позволяет получить устойчивые к стресс-факторам (например, высушиванию и хранению) конидии (Hölker et al., 2004;

Singh, Pandey, 2010). При помощи ТФ получают простейшие варианты гранулированных препаративных форм биопестицидов, состоящих из зернового субстрата, колонизированного мицелием. Эти гранулы, как правило, вносят в почву или на ее поверхность (Brosten, Sands, 1986; Daigle et al., 1998; Abbas, Boyette, 2000; Bailey, Derby, 2010; Singh et al., 2010). Кроме того, полученный с помощью ТФ инфекционный материал можно высушивать, измельчать и применять в виде суспензии (Hintz, US Patent 7754653 B2).

Гриб *Stagonospora cirsiИ* J.J.Davis предложен в качестве потенциального микогербицида для биологической борьбы с бодяком полевым (*Cirsium arvense* (L.) Scop.). Наши предварительные исследования показали, что этот патоген хорошо растет на зерновых субстратах, а полученный на пшенице мицелий этого гриба способен вызывать поражение основания надземных побегов бодяка при внесении на поверхность почвы в виде гранул. Измельченный вместе с колонизированным субстратом мицелий *S. cirsiИ* был вирулентен и для листьев бодяка (Берестецкий, 2005; Сокорнова, Берестецкий, 2011). Цель данной работы - оценка факторов, способных влиять на качество биоматериала, полученного при помощи ТФ - продолжительности культивирования при различной начальной влажности субстрата - на патогенность мицелия *S. cirsiИ* при применении в виде гранул и водной суспензии.

Методика исследований

В работе использован штамм *S. cirsiИ* C-163 из рабочей коллекции лаборатории микологии и фитопатологии ВИЗР, хранившийся при 5°C в пробирках на скошенном картофельно-глюкозном агаре (КГА). Для получения посевного материала гриб культиви-

ровали 2 недели на КГА при 25°C в темноте. Мицелий гриба получали в 250-мл колбах Эрленмейера на стерилизованном пшенице (20 г субстрата). Для предотвращения образования комков в субстрате воду к пшенице добавляли дробно: до стерилизации (10

мл) и после стерилизации (5 или 10 мл). В результате получали субстрат с содержанием воды около 35 и 50% соответственно. Субстрат инокулировали двумя блоками двухвездчатый мицелием культуры диаметром 5 мм. Культивирование гриба проводили при 25°C в течение 5, 10 и 15 суток с периодическим встряхиванием субстрата. После окончания ферментации колонизированный мицелием гриба субстрат высушивали током воздуха 2 суток при комнатной температуре. Для приготовления суспензии мицелий вместе с субстратом измельчали в лабораторной мельнице.

Бодяк полевой выращивали до фазы розетки в сосудах с торфом и песком (3:1) при 25°C и искусственном освещении 16 ч в день. Патогенность мицелия *S. cirsii* определяли при помощи лабораторной

методики на листовых высечках бодяка (диаметром 1 см), помещенных на предварительно смоченную фильтровальную бумагу. Затем в центр высечек помещали одно зерно пшена, обросшее мицелием, либо наносили 5 мкл суспензии, содержащей 100 мг/мл измельченного мицелия в 0.01% твин-80. Зараженный материал инкубировали во влажной камере (прозрачных пластиковых контейнерах, 28x18x4 см) при постоянной температуре 24°C и искусственном освещении 12 ч в сутки. Учет развития болезни проводили по относительной площади некрозов, образовавшихся на листовых высечках через 2 суток после инокуляции *S. cirsii*. Статистическая обработка данных проведена при помощи дисперсионного анализа по схеме двухфакторного комплекса.

Результаты исследований

Независимо от начальной влажности субстрата максимальная патогенность неизмельченного мицелия *S. cirsii* проявилась на 5 сутки роста на пшенице. С увеличением продолжительности ТФ патогенность мицелия заметно снижалась. При этом мицелий, полученный на менее влажном субстрате (содержание воды 35%), был более патогенным, чем на более влажном (50%) субстрате. Однако эти различия были статистически незначительными (рис., слева).

Пик развития некрозов на листовых дисках бодяка при использовании измельченного мицелия наблюдали на 10 сутки ферментации на автоклавированном пшенице с начальной влажностью 50%. На 15 сутки ферментации на этом субстрате патогенность гриба существенно снижалась. При начальной влажности (35%) максимальную патогенность мицелия наблюдали на 15 сутки ферментации (рис., справа).

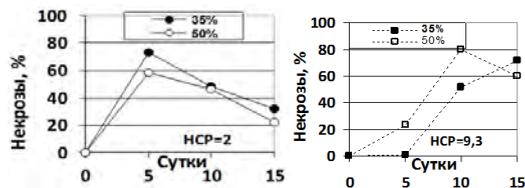


Рис. Влияние начальной влажности субстрата и продолжительности ферментации на патогенные свойства мицелия *Stagonospora cirsii* C-163 в зависимости от способа применения инокулюма: гранулы (слева), водная суспензия (справа)

По данным двухфакторного дисперсион-

ного анализа патогенность мицелия *S. cirsii* существенно зависела от продолжительности ТФ как в случае его применения в виде гранул, так и водной суспензии. Начальная влажность субстрата оказывала существенное влияние лишь на патогенность измельченного мицелия, в то время как ее влияние на патогенные свойства неизмельченного мицелия было статистически незначительным (табл.).

Факторы	df	Гранулы		Суспензия	
		F	p	F	p
Время (t)	2	7.78	0.004	202.7	0.0000
Влажность (v)	1	1.18	0.29	25.2	0.0001
Взаимод t×v	2	0.19	0.83	23.6	0.0000
Ошибка	18				
Всего	23				

Совместное влияние продолжительности ферментации и начальной влажности субстрата на патогенность гранулированного инокулюма было незначительным. Это указывает на сходную зависимость патогенных свойств неизмельченного мицелия от продолжительности культивирования при двух избранных вариантах начального увлажнения субстрата (табл.). При использовании измельченного мицелия гриба в виде водной суспензии взаимодействие двух изученных факторов на его патогенность было существенным (табл.). Это позволяет судить о различиях в формировании патогенных свойств гриба в зависимости от увлажнения субстрата.

Таким образом, для получения вирулентного мицелия *S. cirsii* при помощи ТФ следует учитывать не только продолжи-

тельность культивирования гриба, но и способ его применения. Кроме того, подбор начальной влажности субстрата должен способствовать сокращению

продолжительности ТФ и, следовательно, уменьшению затрат на получение инфекционного материала микогербицида.

Литература

Берестецкий А.О. Эффективность штаммов различных видов грибов и методов инокуляции для биологической борьбы с бодяком полевым // Материалы II Всероссийского съезда по защите растений. Фитосанитарное оздоровление экосистем. СПб, 2005, с. 136-138.

Берестецкий А.О., Сокоорнова С.В. Получение и хранение биоpestицидов на основе микромицетов // Микология и фитопатология, 2009, 43, 6, с. 473-489.

Сокоорнова С.В., Берестецкий А.О. Процесс инфицирования бодяка полевого конидиями и мицелием фитопатогенного гриба *Stagonospora citrisii* // Вестник защиты растений, 2011, 3, с. 54-57.

Abbas H.K., Boyette C.D. Solid substrate formulations of the mycoherbicide *Colletotrichum truncatum* for Hemp Sesbania (*Sesbania exaltata*) control // Biocontrol Sci. Technol., 2000, 10, 3, p. 291-300.

Bailey K.L., Derby J.A. Fungal isolates and biological control compositions for the control of weeds // EP Pat. 1401284 B1.

Daigle D.J., Connick W.J., Boyette C.D., Jackson M.A., Dorner J.W. Solid-state fermentation plus extrusion to make biopesticide granules // Biotechnol. Techniques, 1998, 12, 10, p. 715-719.

Hintz W. Sprayable formulation of mycelium based biological control agent produced by solid fermentation // US Patent 7754653 B2.

Hölker U., Höfer M., Lenz J. Biotechnological advantages of laboratory scale solid-state fermentation with fungi // Appl. Microbiol. Biotechnol., 2004, 64, p. 175-186.

Singh J., Pandey A.K. Effect of temperature and storage time on shelf life of mycoherbicide products of *Colletotrichum dematium* // Am. J. Agric. Biol. Sci. 2010, 5, 3, p. 315-320.

Singh J., Majumdar D., Pandey A., Pandey A.K. Solid substrate fermentation of mycoherbicide agent *Alternaria alternata* // Recent Research in Science and Technology, 2010, 2, 9, p. 22-27.

Работа выполнена при финансовой поддержке ЕС (6-рамочная программа, направление "Food Quality and Safety") в рамках проекта "Enhancement and Exploitation of Soil Biocontrol Agents for Bio-Constraint Management in Crops" (Contract FOOD-CT-2003-001687).

С.В.Сокоорнова, к.б.н., mymryk@gmail.com

А.О.Берестецкий, к.б.н., aberestetski@yahoo.com

УДК 633.2/3:632.488

УСТОЙЧИВОСТЬ НЕКОТОРЫХ СОРТОВ КОРМОВЫХ БОБОВ (*Vicia faba* L.) К ФУЗАРИОЗУ ВСХОДОВ

Ю.Н. Куркина, Нгуен Тхи Лан Хьюнг

Белгородский государственный университет

Фузариозы - широко известные в мире фитомикозы. В поражении растений участвует комплекс фузариевых грибов, многие из которых экологически пластичны и распространены во всех регионах России (Гагкаева, Гаврилова, 2009). Микотоксины *Fusarium* относятся к приоритетным контаминантам продовольственного сырья и пищевых продуктов, представляющих опасность для человека и животных (Захарова и др., 2008). Показано, что фузариотоксины являются канцерогенами (вызывают рак пищевода), могут быть причиной токсикозов, алейкии и желудочно-кишечных заболеваний человека (Цугленок, Василенко, 2007; Аристархова

и др., 2008; Мартынова, 2008). Эти вещества вызывают развитие лейкоэнцефаломалиции лошадиных, отек легких у свиней, гепатоз и дисхондроплазию у цыплят, синдром "ухудшения качества яйца" у кур (Chu et al., 1988; Fiorentin, Wentz, 1988; Laurent et al., 1988; Меденцев и др., 1993; Рухляда, Билан, 2008).

Грибы рода *Fusarium* относятся к оппортунистическим, или потенциально патогенным для человека и животных (Марфенина и др., 2002; Овчинников и др., 2008), могут вызывать некрозы и язвы на ногтях, пальцах (Левитин, 2009).

Кормовые бобы (*Vicia faba* L.) - высокобелковая кормовая и пищевая культура,

отличный предшественник и медонос, с высоким потенциалом продуктивности, который в значительной мере лимитируется патогенной микофлорой. Заболевания фузариозной этиологии являются доминирующими в комплексе микозов культуры (Куркина, 2008). Поэтому проблема устойчивости кормовых бобов к возбудителям фузариозов является актуальной. Целью данной работы было изучение в лабораторных условиях степени устойчивости некоторых сортов кормовых бобов к фузариозу всходов.

Методика исследований. На протяжении ряда лет (1999-2011) на базе ботанического сада НИУ "БелГУ" изучали коллекцию бобов (200 сортообразцов) на естественном инфекционном фоне. Распространенность болезни рассчитывали по формуле: $P = (100 \times n) / N$, где n - число пораженных растений, у которых хотя бы один орган имел балл 1 и выше, N - общее число растений в пробе, 100 - перерасчет показателя в проценты. Недобор, или потери урожая, выражали в процентах и определяли по формуле: $Q = (A-a) \times 100 / A$, где A - урожай здоровых растений, a - урожай больных растений.

В 2012 г. в лаборатории кафедры биотехнологии и микробиологии НИУ "БелГУ" инокулировали изолированные листья растений бобов 16-ти сортов суспензией (5 мл) спор патогена в стерильной воде (1×10^6 конидий/мл). Листья инкубировали при температуре $+23^\circ\text{C}$ в условиях влажной камеры. На 4-е сутки описывали симптомы заболевания. В контроле листья опрыскивали водой.

Ширина листьев бобов варьировала по сортам, поэтому размер пятен после инокуляции оценивали по 4-балльной 5-ти ступенчатой международной шкале, согласно которой 0 баллов (высокоустойчивые сорта) соответствует поражению до 10% площади листа, 1 балл (устойчивые) - при 11-25%, 2 балла (средняя устойчивость) - 26-50%, 3 балла (слабая устойчивость) - 51-75% и 4 балла (неустойчивые сорта) - при поражении 76-100% листа.

Результаты исследований. Фузариоз проявлялся ежегодно на всех этапах вегетации бобов. Пораженные всходы быстро желтели (рис. 1), увядали и погибали.



Рис. 1. Фузариоз всходов бобов (справа)

На поперечных срезах стеблей и корней отмечались потемневшие сосуды. Сильное поражение семян приводило к гибели проростков. В отдельные годы распространенность фузариоза достигала 72%, а недобор урожая зерна - 68%.

Из пораженных всходов выделили и идентифицировали *Fusarium sporotrichioides* Sherbakoff и *Fusarium oxysporum* Schlechtendal. По данным Т.Ю.Гаггаевой и О.П.Гавриловой (2009), *F. oxysporum* является относительно слабым патогеном, тогда как *F. sporotrichioides* обуславливает повсеместную скрытую зараженность зерна. Поэтому инокуляцию листьев в лаборатории проводили суспензией спор *F. sporotrichioides*.

Исследования не выявили иммунных и устойчивых к фузариозу сортов бобов (0-1 баллов). Большинство испытанных сортов бобов (11) отличались слабой устойчивостью (3 балла). Для 4-х сортов (Русские черные, Альфред, Pirkkonen, Geo) была характерна среднеслабая устойчивость (2,5 балла) (рис. 2). И лишь сорт Эр-баньцин-ху-доу отличался средней степенью устойчивости к фузариозу всходов (2 балла).

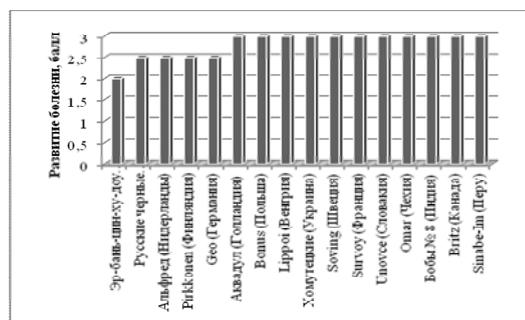


Рис. 2. Развитие болезни на сортах бобов

Интерес для селекции могут представлять сорта с быстрым ростом на начальных этапах развития, что в полевых условиях будет способствовать "уходу" от массового заражения всходов фузариомами. В нашем исследовании это сорта Русские черные, Аквадул, Soving.

Таким образом, в селекции на устойчивость к фузариозу всходов кормовых бобов могут представлять интерес сорта Эр-бань-

цин-ху-доу (Китай), Русские черные (Россия), Альфред (Нидерланды), Pirkkonen (Финляндия) и Geo (Германия).

Литература

Аристархова Т.В., Пичугина Л.В., Мастернак Т.Б., Мартынова Е.А. Фумонизин В1 влияет на клетки крови человека *ex vivo* // Современная микология в России. Материалы 2-го Съезда микологов в России. М., Национальная академия микологии, 2008, 2, с. 242-243.

Гагкаява Т.Ю., Гаврилова О.П. Фузариоз зерновых культур // Защита и карантин растений, 2009, 12, с. 13-15.

Захарова Л.П., Седова И.Б., Аксенов И.В. Изучение содержания микотоксинов (дезоксиниваленола, зеараленона, фумонизинов В1 и В2, ократоксина А) в продовольственном зерне урожая 2006-2007 годов // Современная микология в России. Материалы 2-го Съезда микологов в России. М., Национальная академия микологии, 2008, 2, с. 253-254.

Куркина Ю.Н. Грибные болезни бобов // Защита и карантин растений, 2008, № 10, с. 41-43.

Левитин М.М. Фитопатогенные грибы и болезни человека // Защита и карантин растений, 2009, 9, с. 24-25.

Мартынова Е.А. Новые достижения в изучении механизмов действия фумонизина В1 // Современная микология в России. Материалы 2-го Съезда микологов в России. М., Национальная академия микологии, 2008, 2, с. 257-258.

Марфенина О.Е., Иванова А.Е., Кулько А.Б., Иванушкина Н.Е., Кожевин П.А. Особенности распространения оппортунистических грибов во внешней среде // Тез. I Съезда микологов России, 2002, с. 68.

Меденцев А.Г., Котик А.Н., Труфанова В.А., Акименко

В.К. Идентификация ауорофузарина в изолятах *Fusarium gramineum*, вызывающих у кур синдром ухудшения качества яйца // Прикладная биохимия и микробиология. М., Наука, 1993, 29, 4, с. 542-546.

Овчинников Р.С., Маноян М.Г., Ершов П.П., Гайнуллина А.Г. Возрастающая значимость грибов-оппортунистов в этиологии микозов животных // Современная микология в России. Материалы 2-го Съезда микологов в России. М., Национальная академия микологии, 2008, 2, с. 356-357.

Рухляда В.В., Билан А.В. Изучение влияния фумонизина В1 на цыплят и протективного действия микосорба // Современная микология в России. Материалы 2-го съезда микологов в России. М., Национальная академия микологии, 2008, 2, с. 263.

Цугленок Г.И., Василенко А.В. Идентификация видового состава возбудителей фузариоза колоса ячменя в лесостепи Красноярского края // Вестник Крас ГАУ, 2007, 2, с. 126-127.

Chu Q., Cook M.E., Wu W., Smalley E.B. Immune and bone properties of chicks consuming corn contaminated with a *Fusarium* that induces dyschondroplasia // Avian Dis., 1988, 32, 1, p. 132-136.

Fiorentin L., Wentz I. The damage done by mycotoxicosis // Pigs, 1988, 4, 2, p. 28-29.

Laurent D., Pellegrin F., Kohler F. *Fusarium moniliforme* du maïs en Nouvelle Calédonie: toxicologie animale // Microbiol. Aliments Nutrit, 1988, 6, 2, p. 159-164.

Ю.Н.Куркина, к.с.-х.н., iu.kurkina@yandex.ru
Нгуен Тхи Лан Хьюнг, аспирант

УДК 581.998.16:581.9

АРЕАЛ И ЗОНА ВРЕДНОСТИ ЧЕРЕДЫ ТРЕХРАЗДЕЛЬНОЙ *VIDENS TRIPARTITA* L. (СЕМЕЙСТВО АСТРОВЫЕ (СЛОЖНОЦВЕТНЫЕ) *ASTERACEAE* DUMORT.)

И.Н. Надточий*, И.А. Будревская**

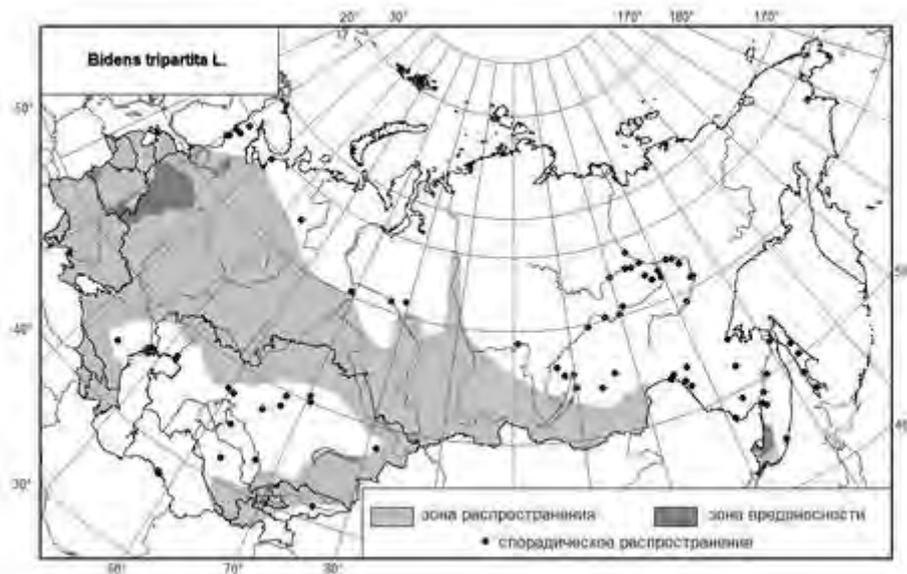
*Всероссийский НИИ защиты растений, Санкт-Петербург

**Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, Санкт-Петербург

Черда трехраздельная относится к группе поздних яровых однолетников, но возможно ее развитие и по типу озимого вида. Это сорное растение высотой 15-100 см с максимальной плодовитостью 12 тыс. семян, прорастающих после 3-месячного периода биологического покоя после созревания. Минимальная температура прорастания семян +8-10°C, оптимальная +24-30°C. Благодаря шипикам семянки легко могут удерживаться на одежде человека, мешкотаре и шерсти животных и таким образом распространяться. Встречается черда в виде густых зарослей на илистых наносных почвах берегов рек. Это растение любит относитель-

но плодородную, рыхлую и песчаную почву, склонную к переувлажнению. Засоряет овощные культуры, сады, встречается в посевах яровых и озимых хлебов (Сорные растения СССР, 1935; Никитин, 1983; Сорняки в сахарной свекле, 1996).

Распространена черда трехраздельная в Европе (кроме Арктики), Северной Африке, Малой Азии до Индии, Монголии, Японии, Кореи, Китая, Гималаях, Тибете, Ираке, Иране, Северной Америке, Австралии; на территории б. СССР: европейская часть, Кавказ, Сибирь, Дальний Восток, Средняя Азия (Сорные растения СССР, 1935; Никитин, 1983).



При построении карты распространения данного сорняка использовались опубликованные в открытой печати картографические материалы ("Атлас ареалов и ресурсов лекарственных растений СССР" (1983); Hulten, Fries (1986)) и литературные источники. Карта ареала распространения, опубликованная в "Атласе...", более подробна и обширна, поэтому взята за основу. В исходный ареал были внесены изменения на юге европейской части (дельта р. Волги), в Восточной Сибири (бассейны рек Алдан, Вилюй, Витим, Лена) и на Дальнем Востоке (Хабаровский край и Амурская область). Здесь граница основного ареала распространения сужена и отмечена как зона спорадического

распространения, так как места нахождения вида в этих районах разрежены, единичны и приурочены к крупным городам, расположенным на берегах рек.

Зона вредности череды трехраздельной выделена по критериям встречаемости (50% полей, где этот вид обнаружен) и обилия, выраженного через проективное покрытие вида в посевах (свыше 15% от общей площади посева) (Танский и др., 1998), с использованием литературных данных (Козловская, Симонович, 1966; Каталог Мировой коллекции ВИР, 1982; Оксенюк, 1982; Шатохин, Биркбаум, 1982) и согласована с картой пахотных земель.

Литература

Атлас ареалов и ресурсов лекарственных растений СССР. Ред. Чиков П.С., Москва, ГУГК, 1983, 340 с.

Гайдамакин В.И., Макашвили А.К., Яброва В.С., Ярошенко П.Д. Сорные растения влажных субтропиков СССР и меры борьбы с ними. Сухуми, ВНИИЧХ, 1936, 31, 136 с.

Каталог мировой коллекции ВИР. Сорнополевые растения Нечерноземной зоны РСФСР. Ред. Коровина О.Н. Л., ВИР, 1982, 338, 117 с.

Козловская Н.В., Симонович Л.Г. Характер распространения сорных растений на дерново-подзолистых почвах Полесья // Геоботанические исследования. Минск, Наука и техника, 1966, с.56-64.

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

Оксенюк Ю.Ф. Борьба с сорняками в насаждениях плодово-ягодных культур и на виноградниках на Дальнем Востоке // Борьба с сорной растительностью на Дальнем Востоке. Новосибирск, Сибирское отделение ВАСХНИЛ, 1982, с.71-74.

Районы распространения важнейших сорных растений в СССР. Ред. Волков А.Н. М-Л, Государственное издательство колхозной и совхозной литературы, 1935, 151 с.

Симонов И. Сорные растения и борьба с ними. Свердловск, Средне-Уральское книжное издательство, 1969, 132 с.

Сорные растения СССР. Ред. Келлер Б.А. и др. Л., АН СССР, 1935, 4, 414 с.

Сорняки в сахарной свекле. Берлин, Хехст Шеринг

АгрЭво Гмбх, 1996, 479 с.

Шатохин А.И., Биркбаум Ф.Н. Опыт борьбы с сорняками в Хабаровском крае // Борьба с сорной растительностью на Дальнем Востоке. Новосибирск, Сибирское отде-

ление ВАСХНИЛ, 1982, с.94-96.

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

Работа выполнена по отраслевой программе РАСХН при поддержке гранта МНТЦ 2625.

УДК 633.16:632.165

К ВОПРОСУ О ПОВЫШЕНИИ УСТОЙЧИВОСТИ ОЗИМОГО ЯЧМЕНЯ К ПОЛЕГАНИЮ

В.Ф. Ващенко*, Н.В. Серкин**

**НИИ экологических проблем в металлургии, Липецк*

***Краснодарский НИИСХ им. П.П.Лукьяненко*

Эректоидный колос и наибольшее по длине последнее междоузлие - основная причина полегания ячменя, приводящая к снижению урожая и посевных качеств вследствие проникновения грибной инфекции. Одним из способов повышения устойчивости растений к полеганию является ингибирование роста последнего междоузлия главного стебля.

Известно, что этиленпродуцирующие вещества в растениях гидролизуются с образованием этилена, который изменяет гормональный баланс растений и, соответственно, оказывает влияние на процессы их роста и развития. Разнообразие ответных реакций растений на обработку продуцентами этилена, зависящих от видовых и сортовых особенностей, фазы развития в период обработки, дозы препарата, способа его применения и других факторов, по-прежнему представляет практический интерес в связи с возможностью использования ретардантной активности

продуцентов этилена в борьбе с полеганием.

Повышенное образование листостебельной массы в ущерб формированию генеративных органов является проблемой для зерновых культур, особенно для высокорослых сортов озимого ячменя в Краснодарском крае. В качестве сдерживающего фактора расширенного применения ингибитора роста 2-ХЭФК рассматривается отсутствие прибавки урожая по отношению к неполегшему посеву. Поэтому рекомендовалось применять 2-ХЭФК только при угрозе сильного полегания (Moes J., 1990).

В задачу наших исследований входило испытание высокорослых сортообразцов с высоким уровнем урожайности при погодных условиях, способствующих полеганию, предотвращение которого осуществлялось однократной обработкой ингибитором роста 2-ХЭФК до выхода колоса из флагового листа (в фазу 49 и 51 по ЕС). Контролем служили неполегшие посевы, не подвергавшиеся обработке 2-ХЭФК.

Методика исследований

В двух полевых опытах отдела селекции ячменя КНИИСХ им. П.П. Лукьяненко проведена обработка 6 сортообразцов 48%-м 2-ХЭФК (1л/га) в двух фазах (49 и 51 по ЕС) перед образованием последнего ин-

терлодия. Почва - мощный чернозем. Погодные условия в 2010-2011 гг. способствовали формированию максимальной урожайности. Статистическая обработка полученных данных проведена по Б.Доспехову (1965).

Результаты исследований

Средняя прибавка по сортам от применения ретарданта в фазу 49 по ЕС составила 8.0 ц/га, а в фазу 51 по ЕС - 3 ц/га, что достаточно четко характеризует преимущество более ранней обработки (табл.).

Снижение высоты растений у сортообразцов (на 6-25 см) привело к повышению

устойчивости к полеганию на 1-3 балла, причем у 60% сортообразцов была достигнута максимальная устойчивость к полеганию. Формирование прибавки урожайности обеспечивается во всех вариантах опытов, ее максимальная величина достигает 10.1-18.4 ц/га. Фаза 49 по ЕС доста-

точно для адаптации к полеганию, побеги кущения выравниваются с главным стеблем. Растения, обработанные 2-ХЭФК в фазу 51 по ЕС, были на 7.3 см ниже, существенная прибавка урожая отмечена

лишь у двух сортообразцов, тогда как опрыскивание ингибитором в фазу 49 по ЕС (флаговый лист) обеспечивает существенную прибавку по всем сортообразцам при снижении высоты на 11 см.

Таблица. Урожайность (ц/га) озимого ячменя при обработке 2-ХЭФК (2010-2011 гг.)

Сортообразцы	Обработка в фазу 49 по ЕС			Обработка в фазу 51 по ЕС		
	Контроль	Прибавка, ц/га		Контроль	Прибавка, ц/га	
1	59,8	66,1	+ 6,3	60,3	64,0	+ 3,7
2	60,0	65,6	+ 5,6	54,9	65,0	+ 9,9
3	47,5	55,5	+ 8,0	44,6	47,8	+ 3,2
4	49,4	67,8	+ 18,4	57,0	62,0	+ 5,0
5	62,9	73,0	+ 10,1	56,3	57,7	+ 1,4
6	74,7	79,3	+ 5,4	63,4	66,0	+ 2,6
Среднее	59,1	67,9	8,0	56,0	60,5	3,0
НСР ₀₅			5,0			4,2

Анализ полученных данных позволяет судить об оптимальности срока обработки в фазе 49 по ЕС, когда колос еще не выдвинулся и полегание не проявляется. Прибавка урожая сформировалась не за счет потерь в контроле, а путем перераспределения метаболитов, обусловленного изменением систем гормональной регуляции роста и развития; накопленные и вновь синтезируемые метаболиты используются в большей мере на формирование колоса, а не на удлинение соломины под колосом. Реализуется максимальный продукционный потенциал адаптивных высокорослых сортов и обеспечивается стабильная прибавка урожайности. Именно отсутствие стабильной прибавки определяло ранее мнение об экономической неэффективности этого агроприема.

Ингибирование роста стебля в фазу 49 по ЕС ценно не только возникновением адаптации к полеганию, но и самостоятельно как агроприем, способствующий формированию большей урожайности. В отличие от хлорхолинхлорида, использовавшегося в конце фазы кущения - начале выхода растений в трубку, вызывавшего существенное укорочение всего стебля (Чижова, 1983) и уменьшавшего конкурентные преимущества ячменя при засоренности посева, ретардантная активность 2-ХЭФК в фазу 49 по ЕС проявляется, когда элементы продуктивности колоса уже отнормированы в объеме, свойственном конкретному генотипу (максимально - у сортообразца № 4). При этом реализуются возможности высокорослых образцов в сдерживании роста и развитии сорной растительности.

Литература

- Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М., Колос, 1965, 423 с.
 Чижова С.И. Регуляция роста ячменя ретардантами с целью повышения устойчивости к полеганию. // Автореф. канд. дисс. М., ИФР АН СССР, 1983, 24 с.
 Al-Jamali A.F., Turk M.A., Tawaha A.R.M.. Effect of

- ethephon spraying at three developmental stages of barley planted in arid and semiarid Mediterranean locations // J. Agronomy Crop Science, 2002, 188, p. 254 - 259.
 Moes J. Assimilate partitioning, tillering, and yield components in barley treated with ethephon // Sciences and Engineering, 1990, 3, p.1049.

В.Ф.Ващенко, к.с.-х.н., vashenko56@mail.ru
 Н.В.Серкин, к.с.-х.н.



К 80-ЛЕТИЮ НИНЫ АЛЕКСАНДРОВНЫ ВИЛКОВОЙ

7 декабря 2012 года исполнилось 80 лет руководителю лаборатории энтомологии и иммунитета растений к вредителям ВИЗР, доктору сельскохозяйственных наук профессору, Заслуженному деятелю науки РФ Вилковой Нине Александровне.

Нина Александровна родилась в семье военного в г. Ленинграде. После окончания школы в 1952 году она поступила в Ленинградский сельскохозяйственный институт на факультет защиты растений. Во время учебы в институте специализировалась по кафедре общей энтомологии. После окончания института поступила на Пушкинскую научно-исследовательскую базу Всесоюзного института защиты растений (ВИЗР), где работала в качестве младшего, а затем старшего лаборанта. В 1960 году поступила в аспирантуру ВИЗР по специальности энтомология, которую окончила в 1963 году и успешно защитила диссертацию на соискание ученой степени кандидата биологических наук. В том же году она зачислена на должность младшего научного сотрудника, а с 1966 по 1972 год занимала должность старшего научного сотрудника. В 1973 году Нина Александровна назначена руководителем лаборатории физиологии насекомых, а с 1979 года по настоящее время является руководителем лаборатории энтомологии и иммунитета растений к вредителям ВИЗР.

После защиты докторской диссертации в 1980 году ей присвоена ученая степень доктора сельскохозяйственных наук, а в 1984 году - ученое звание профессора по специальности фитопатология и защита растений. В 2000 году Н.А.Вилковой от имени Президента Российской Федерации вручена государственная награда "Заслуженный деятель науки РФ". Вся ее многолетняя плодотворная научная, педагогическая и производственная деятельность в течение 55 лет связана с Всесоюзным научно-исследовательским институтом защиты растений.

Многогранная деятельность Нины Александровны позволяет ей сочетать научно-исследовательские интересы с научно-организационной и общественной работой. Она является членом Совета и Президиума Русского энтомологического общества, членом Ученого совета и специализированного совета по защите диссертаций ВИЗР, членом редколлегии журнала "Вестник защиты растений", председателем комиссии по иммунитету растений к вредителям Отделения защиты растений РАСХН, руководителем международной рабочей группы ВРГ - 4.2 МОББ. В течение ряда лет Нина Александровна была проффоргом и пропагандистом лаборатории, членом местного комитета института, членом Комиссии постоянного производственного совещания ВИЗР, ученым секретарем комиссии по новообразованиям растений Всесоюзного Ботанического общества, внештатным инспектором отдела науки народного контроля при Пушкинском РК КПСС, председателем Государственной аттестационной комиссии на факультете защиты растений Санкт-Петербургского государственного аграрного университета, руководила филиалом кафедры энтомологии СПГАУ по проблеме иммунитета растений к вредителям. За научные достижения и активное участие в общественной жизни института и Пушкинского района Н.А.Вилковой неоднократно объявлялись благодарности, ей вручались дипломы и Почетные грамоты РАСХН, ВИЗР и Пушкинского района.

Плодотворная деятельность Н.А.Вилковой отмечена правительственными наградами. Она удостоена звания "Заслуженный деятель науки РФ", награждена серебряными медалями ВДНХ, а также медалями "Изобретатель СССР", "Ветеран труда", "В память 300-

летия Санкт-Петербурга".

Н.А.Вилкова прошла трудный путь становления ученого - от лаборанта до руководителя лаборатории и стала видным и широко известным исследователем в области фундаментальных и прикладных проблем защиты растений как в нашей стране, так и за рубежом.

Она сыграла большую роль в создании и становлении в ВИЗР такого сложного и многогранного направления в науке как иммунитет растений к вредителям. Нина Александровна - ведущий энтомоиммунолог и физиолог насекомых. Под ее руководством и при непосредственном участии были развернуты фундаментальные работы по физиологии поведения, питания и пищеварения насекомых и по физиолого-биохимическим основам иммунитета растений к вредителям, а также по оценке роли растений как источника обеспечения жизнедеятельности насекомых-фитофагов.

В итоге исследований были выявлены неизвестные ранее явления иммунитета, сформулированы новые представления о системе иммуногенетических барьеров, определяющих устойчивость растений к насекомым, разработаны и предложены методы оценки устойчивости сельскохозяйственных культур к основным вредителям. Эти исследования позволили создать современную теорию устойчивости семенных растений к вредным членистоногим, научно обосновать и разработать структурную и функциональную организацию иммуногенетической системы растений, провести анализ значимости структурной организации и биохимических функций иммуногенетической системы растений в агробиоценозах.

Важнейшим результатом научной деятельности Н.А.Вилковой является обоснование теоретических аспектов группового и комплексного иммунитета растений к вредным организмам, разработка методологии и методов выявления и изучения механизмов, их обуславливающих, и создания на этой основе форм сельскохозяйственных культур с групповой и комплексной устойчивостью. Нина Александровна является соавтором нескольких гибридов кукурузы, созданных в рамках селекционной программы творческого объединения селекционеров "Север".

В настоящее время научные интересы Нины Александровны направлены на изучение экологических основ иммунитета растений к вредителям и обоснование стратегии использования устойчивых к вредным организмам сортов в сельскохозяйственном производстве как основы при разработке систем интегрированной защиты растений и управления фитосанитарным состоянием агробиоценозов.

Н.А.Вилкова внесла крупный вклад в создание и развитие научной школы иммунитета растений к вредным членистоногим, основная деятельность которой проходит в лаборатории энтомологии и иммунитета растений к вредителям ВИЗР - ведущем теоретическом и научно-методическом центре по проблемам энтомоиммунитета в стране и за ее пределами.

Нина Александровна принимает активное участие в подготовке высококвалифицированных кадров по иммунитету и защите растений. Ею подготовлено 4 доктора и около 40 кандидатов наук. Она постоянно оказывает консультативную помощь в анализе и систематизации результатов исследований докторантам и аспирантам ВИЗР и других учебных и научно-исследовательских учреждений, щедро и доброжелательно передает свои знания и богатый опыт молодым специалистам. При ее участии изданы учебники, монографии и учебные программы, предназначенные для студентов аграрных университетов, аспирантов и слушателей школ повышения квалификации. Результаты фундаментальных и прикладных исследований отражены в более 350 печатных работах и в 18 авторских свидетельствах и патентах на изобретения. Н.А.Вилкова является соавтором концепции конституционального иммунитета семенных растений, зарегистрированного как открытие (диплом № 345 от 25.11.2007 г.).

Нине Александровне свойственно аналитическое и системное мышление, высокие человеческие качества, она умелый наставник, педагог и организатор.

Желаем Нине Александровне доброго здоровья, неиссякаемой энергии, дальнейших творческих успехов.

**МАРК МИХАЙЛОВИЧ
ЛЕВИТИН**



**АКАДЕМИК
РОССЕЛЬХОЗАКАДЕМИИ**

К 75-летию со дня рождения

Левитин Марк Михайлович родился в 1937 г. на Украине в г. Семеновке Черниговской области. В 1961 г. окончил факультет защиты растений Ленинградского сельскохозяйственного института и до 1964 г. работал старшим научным сотрудником-фитопатологом Дальневосточного НИИ сельского хозяйства. С 1965 г. во Всесоюзном (ныне Всероссийском) НИИ защиты растений, где прошел путь от аспиранта (1965-1968), младшего (1968-1972) и старшего сотрудника (с 1972) до руководителя лаборатории (1986). С 2001 года - главный научный сотрудник ВИЗР. В 1968 г. защитил кандидатскую диссертацию, в 1977 г. присвоено ученое звание старшего научного сотрудника по специальности "Фитопатология и защита растений". В 1983 г. защитил докторскую диссертацию, в 1988 г. присвоено ученое звание профессора. С 1993 года М.М.Левитин член-корреспондент, с 1999 года - академик РАСХН. Заслуженный деятель науки РФ (2007). Лауреат премии им. А.А.Ячевского (2010).

М.М.Левитин является крупным ученым, известным у нас в стране и за рубежом своими работами в области теоретических и прикладных проблем фитопатологии. Более 35 лет он занимается проблемой изменчивости фитопатогенных грибов, проводит глубокое экспериментальное изучение механизмов расообразовательных процессов и взаимоотношений в системе паразит-хозяин. Отличительной чертой этих работ является широкое привлечение в фитопатологические исследования методов экспериментальной генетики. Одним из первых в стране, в 1960-е годы М.М.Левитин приступил к изучению генетики фитопатогенных грибов. Объектами этих работ стали возбудители полиспороза и фузариоза льна, вилта хлопчатника, сетчатой и темно-бурой пятнистости ячменя, фузариоза колоса зерновых культур. Использование генетических методов значительно расширило возможности фитопатологических исследований и позволило сформулировать ряд новых представлений об особенностях мутационного и комбинативного процессов у разных групп грибов, оценить роль этих явлений в изменчивости моно- и мультикаротиогенных видов, описать фенотип и географическую изменчивость многих видов опасных возбудителей болезней сельскохозяйственных культур, выявить новые существенные закономерности взаимоотношений хозяина и паразита.

Результатом дальневосточных исследований М.М.Левитина стала книга "Борьба с главнейшими вредителями и болезнями сельскохозяйственных растений на Дальнем Востоке". Многолетние генетико-популяционные исследования обобщены в двух монографиях: "Генетика фитопатогенных грибов" (Наука, 1972, 15 п.л.) и "Генетические основы изменчивости фитопатогенных грибов" (Агропромиздат, 1986, 15 п.л.). Книга "Генетика фитопатогенных грибов" была первым отечественным изданием по этой важной для фитопатологов проблеме. Она была высоко оценена научной общественностью, о чем свидетельствует присуждение ей премии Всесоюзного общества генетиков и селекционеров им. Н.И.Вавилова. Теоретические исследования М.М.Левитина послужили основой для проведения им ряда работ, имеющих непосредственное значение для практической селекции и защиты растений. Так, впервые разработан метод дифференциации популяций возбудителя сетчатой пятнистости ячменя по признаку вирулентности, предложена система идентификации рас и описан расовый состав патогена, разработаны ускоренные методы оценки устойчивости сортообразцов ячменя к возбудителям сетчатой и темно-бурой пятнистостей, проведена широкая оценка коллекции ячменя на устойчивость к болезням, выявлены перспективные источники устойчивости. Применительно к фито- и

энтомопатогенным грибам адаптированы современные методы генетики микроорганизмов. На этой основе М.М.Левитиным разработан способ селекции вирулентных штаммов энтомопатогенного гриба боверия, за который автор был награжден медалью ВДНХ, а один из штаммов защищен авторским свидетельством.

Более 20 лет М.М.Левитин уделяет большое внимание проблеме фузариоза колоса и поражения растений токсигенными грибами. Вместе с рядом сотрудников проведены исследования биологических и экологических особенностей состава возбудителей болезни, видового и популяционного разнообразия патогенов.

Важное народнохозяйственное значение имеют работы М.М.Левитина по экологизации защиты растений и разработке экологически малоопасных интегрированных систем защиты зерновых культур. Плодотворная деятельность М.М.Левитина как фитопатолога получила отражение в монографии "Фитосанитарная диагностика в интегрированной защите растений" (1995, в соавторстве).

Одной из основных черт М.М.Левитина как исследователя является постоянный поиск новых направлений исследований, которые представляют существенный научный и практический интерес. По его инициативе впервые в стране начаты исследования по проблеме создания биогербицидов на основе фитопатогенных грибов, а в последние годы сотрудники лаборатории успешно развивают исследования также и по систематике и биологии альтернариоидных гифомицетов.

М.М.Левитин принимал активное участие в многочисленных Всесоюзных и Международных съездах, совещаниях, конференциях, на которых выступал с докладами. Был организатором и сопредседателем симпозиумов на XII Международном ботаническом конгрессе и XIV Международном генетическом конгрессе, XV конгрессе европейских микологов. Является одним из организаторов нескольких Съездов микологов России, руководителем отдела сельскохозяйственной микологии Национальной Академии микологии, членом Русского фитопатологического общества.

М.М. Левитин активно занимается педагогической деятельностью. В течение 12 лет читал курс иммунитета растений в Ленинградском сельскохозяйственном институте. С курсами лекций выезжал в Ереванский государственный университет и в Грузинский сельскохозяйственный институт. В 2001 году прочел курс лекций по популяционной биологии фитопатогенных грибов в Университете г. Турку (Финляндия). Является соавтором программы курса "Учение об иммунитете растений" для сельскохозяйственных вузов (утверждена МСХ СССР в 1977 г.). Хорошо известна научная школа, созданная М.М. Левитиным. Подготовленные им аспиранты (15) и докторанты (4) успешно защитили диссертации.

М.М.Левитиным опубликовано более 230 печатных работ в советских и зарубежных изданиях, в том числе 3 монографии, 10 крупных обзорных статей по вопросам генетики фитопатогенных грибов и совершенствованию технологий защиты растений от болезней, ряд методических рекомендаций для селекционеров, фитопатологов, службы защиты растений.

Большое внимание М.М.Левитин уделяет научно-организационной работе. В 1975 г. являлся руководителем раздела "Генетика иммунитета растений и селекция на иммунитет" Межведомственной Программы "Генетические основы создания новых сортов растений и пород животных". В настоящее время является председателем секции агропромышленного комплекса и экспертного Совета по присуждению научных премий при Губернаторе Ленинградской области. За последние 15 лет руководил многочисленными российскими и зарубежными грантами и программами. Его глубокая эрудиция и выдающиеся организаторские способности обусловили успешное выполнение программ исследований.

М.М.Левитин является председателем Совета Санкт-Петербургского отделения ВОГиС, членом Ученого совета и заместителем председателя Специализированного совета ВИЗР, а также членом Специализированного Совета Института ботаники РАН, председателем секции иммунитета Отделения защиты растений РАСХН. Он также член редколлегий ряда научных журналов: Микология и фитопатология, Агро XXI, Вестник защиты растений.

Коллектив ВИЗР поздравляет академика М.М.Левитина с юбилеем и желает ему доброго здоровья и новых успехов в научной работе.

Коллектив института

**ЮРИЙ ЯКОВЛЕВИЧ АКАДЕМИК
СПИРИДОНОВ****РОССЕЛЬХОЗАКАДЕМИИ****К 75-летию со дня рождения**

Юрий Яковлевич Спиридонов родился 28 февраля 1938 года в семье крестьянина в селе Ломоносово Холмогорского района Архангельской области. В 1955 году окончил Ломоносовскую среднюю школу и поступил учиться на биолого-почвенный факультет МГУ им. М.В.Ломоносова, который окончил в 1960 году по специальности почвовед-агрохимик. В том же году поступил в очную целевую аспирантуру при кафедре общего земледелия того же факультета МГУ. В течение 3-х лет работал над диссертацией, которую успешно защитил в 1963 году. В 1964 году распределен в Грузинский филиал ВНИИФ, где работал сначала старшим научным сотрудником, а с 1965 по 1969 гг. - заведующим лабораторией гербицидов. В эти годы активно занимался изучением особенностей поведения гербицидов, принадлежащих к различным классам химических соединений, в почвах влажных субтропиков Западной Грузии и разработкой рекомендаций по их эффективному применению в посевах кукурузы и сои, а также в многолетних плантациях чая и цитрусовых культур. Итогом научно-исследовательской работы в данном направлении были подготовленные и изданные две монографии.

С 1969 года переведен в головной институт ВНИИФ, где работал сначала в должности старшего научного сотрудника и заместителя заведующего лаборатории гербицидов, а с 1972 года и по настоящее время Ю.Я.Спиридонов возглавляет один из ведущих отделов ВНИИ фитопатологии - отдел гербологии, занимающийся разработкой чрезвычайно важного и перспективного направления сельскохозяйственной науки, связанного с теоретическим обоснованием безопасных для окружающей среды технологий применения пестицидов в практике растениеводства и смежных областях хозяйственной деятельности (лесное хозяйство, борьба с сорняками на трассах газодов и нефтепроводов, на железных и шоссейных дорогах, на линиях электропередач и т.п.).

В 1987 году Ю.Я.Спиридонов защитил докторскую диссертацию, а в 1988 году за успешную многолетнюю подготовку высококвалифицированных кадров научных сотрудников ему присвоено ученое звание профессора. В 1992 году по конкурсу избран членом-корреспондентом Академии технологических наук РФ (АТН) по отделению биоаграрных и медицинских технологий. В 1998 году присвоено звание "Заслуженный деятель науки РФ". В 1999 году избран членом-корреспондентом Россельхозакадемии, а в 2007 г. - академиком по Отделению защиты растений.

Спиридонов Ю.Я. является крупным специалистом в области химии и технологии сельскохозяйственного использования гербицидов и ряда других пестицидов. Им внесен существенный вклад в развитие теории и практики химического метода защиты растений от болезней, вредителей и сорняков, при этом особое внимание уделялось оптимизации технологии обработки посевов пестицидными препаратами с тем, чтобы при сохранении высокой эффективности приемов сделать их экологически безопасными.

За время научной деятельности Спиридоновым Ю.Я. опубликовано свыше 530 научных трудов, включая 7 монографий и 19 брошюр, в том числе за последние 5 лет 38 статей, 5 монографий, книг и брошюр. Он является автором 72 авторских свиде-

тельств на изобретения и 20 патентов, 7 из которых получены в последние годы, что свидетельствует о стабильности научных интересов автора, об их научной новизне и практической ценности. Под руководством Юрия Яковлевича разработаны и рекомендованы к практическому использованию новые гербицидные препараты сангор, фенфиз, дифезан, ковбой, кросс, кронос, димогран, гранж, артрон Про, горчак, ДФЗсупер, а также комплексные полифункциональные протравители семян Копранг и Копранг-15, детоксиканты гербицидов на основе активных углей, а также их модификаций с включением неорганических солей, в том числе биологически активных микроэлементов, а также природных цеолитов. Производство большинства перечисленных препаратов налажено на отечественных химических заводах и за последние годы ими уже обработаны десятки млн гектаров посевов различных сельскохозяйственных культур и других земельных угодий, что принесло хозяйствам страны значительную экономическую выгоду и обеспечило экологическую безопасность производства.

Большое число фундаментальных исследований Спиридонова Ю.Я. посвящено изучению поведения и процессов трансформации гербицидов, используемых в Российской Федерации, в почвах и природных ландшафтах большинства регионов страны. Эти работы позволили теоретически обосновать методологию прогноза уровня эффективности, персистентности и возможного отрицательного последствия препаратов при почвенном внесении, создать семейство частных и универсальных имитационных математических моделей, хорошо описывающих указанные процессы. Научно-теоретическое значение такого типа моделей обобщено в специальных монографиях.

Активно занимаясь научно-исследовательской деятельностью, Спиридонов Ю.Я. уделяет большое внимание подготовке научных кадров. Он подготовил 36 специалистов высшей квалификации, в том числе 4 доктора наук; из них 2 доктора наук и 5 кандидатов наук подготовлены за последние пять лет. Им создана отечественная школа специалистов в области гербологии, работающих в области разработки эффективных и экологически безопасных технологий применения пестицидов.

Спиридонов Ю.Я. ведет большую научно-организационную работу не только во ВНИИФ. Он является научным руководителем, консультантом и координатором совместных исследований с 11-ю НИУ РФ и ряда стран СНГ, а в области разработки новых гербицидных препаратов успешно сотрудничает с 8-ю отечественными и зарубежными фирмами. Он организовал и провел 4 международных научно-производственных конференции (1995, 2000, 2005 и 2011 гг.) по борьбе с сорной растительностью, является членом двух специализированных ученых советов по защите диссертаций и членом редколлегии трех научно-производственных журналов.

За активную научную и научно-организационную работу Спиридонов Ю.Я. награжден орденом Трудового Красного Знамени, медалями "За трудовую доблесть" и "Ветеран труда", а также 3-я серебряными медалями ВДНХ, серебряной медалью 45-й Международной выставки научных и технических достижений "Эврика-96" (г. Брюссель, Бельгия), премией Правительства РФ по науке и технике за 2005 г.

Желаем Юрию Яковлевичу Спиридонову крепкого здоровья и долгих лет активной творческой жизни.

*Директор ГНУ ВНИИФ, академик С.С.Санин
Заместитель директора по науке И.В.Кудайкина*

Содержание

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СОЗДАНИЯ КОМПЛЕКСНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПОДАВЛЕНИЯ МАКА И КОНОПЛИ <i>В.А.Павлюшин, Ю.А.Титова, А.П.Дмитриев, Н.А.Белякова, И.И.Новикова, Т.А.Маханькова, А.К.Лысов</i>	3
МОДЕРНИЗАЦИЯ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ. 5. ОПТИМИЗИРОВАННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ЗАЩИТЫ ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР ОТ КОМПЛЕКСА ВРЕДНЫХ ОРГАНИЗМОВ НА ЮГО-ВОСТОКЕ ЦЕНТРАЛЬНОГО ЧЕРНОЗЕМЬЯ <i>А.Б.Лаптев, А.М.Шпанев, Н.Р.Гончаров</i>	19
БОРЩЕВИК СОСНОВСКОГО В РОССИИ: СОВРЕМЕННЫЙ СТАТУС И АКТУАЛЬНОСТЬ ЕГО СКОРЕЙШЕГО ПОДАВЛЕНИЯ. <i>Н.Н.Лулева</i>	29
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕНОФОНДА КЛУБНЕНОСНЫХ ВИДОВ РОДА SOLANUM ДЛЯ ЗАЩИТЫ КАРТОФЕЛЯ ОТ ФИТОФТОРОЗА <i>В.А.Колобаев, Е.В.Рогозина</i>	44
АНТИФУНГАЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ 5-АМИНОЛЕВУЛИНОВОЙ КИСЛОТЫ И ЕЕ ЛИПОФИЛЬНЫХ ПРОИЗВОДНЫХ - ГЕКСИЛОВОГО И ОКТИЛОВОГО ЭФИРОВ <i>С.Г.Спивак, В.С.Голубева, В.Ю.Давыдов, В.И.Долгопалец, И.В.Тростянко, М.А.Кисель</i>	55
ОБНАРУЖЕНИЕ КОЛЬЦЕВОГО НЕКРОЗА КЛУБНЕЙ КАРТОФЕЛЯ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН <i>С.Г.Вологин, Н.Д.Былинкина, Э.Сташевски, Ф.Ф.Замалиева</i>	60
<u>Краткие сообщения</u>	
ВЛИЯНИЕ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ И ВЛАЖНОСТИ ЗЕРНОВОГО СУБСТРАТА НА ПАТОГЕННЫЕ СВОЙСТВА МИЦЕЛИЯ STAGANOSPORA CIRSI. <i>С.В.Сокорниова, А.О.Берестецкий</i>	65
УСТОЙЧИВОСТЬ НЕКОТОРЫХ СОРТОВ КОРМОВЫХ БОБОВ (VICIA FABA L.) К ФУЗАРИОЗУ ВСХОДОВ <i>Ю.Н.Куркина, Нгуен Тхи Лан Хьонг</i>	67
АРЕАЛ И ЗОНА ВРЕДНОСТИ ЧЕРЕДЫ ТРЕХРАЗДЕЛЬНОЙ VIDENS TRIPARTITA L. (СЕМЕЙСТВО АСТРОВЫЕ (СЛОЖНОЦВЕТНЫЕ) ASTERACEAE DUMORT.). <i>И.Н.Надточий, И.А.Будревская</i>	69
К ВОПРОСУ О ПОВЫШЕНИИ УСТОЙЧИВОСТИ ОЗИМОГО ЯЧМЕНЯ К ПОЛЕГАНИЮ <i>В.Ф.Ващенко, Н.В.Серкин</i>	71
<u>Хроника</u>	
К 80-ЛЕТИЮ НИНЫ АЛЕКСАНДРОВНЫ ВИЛКОВОЙ	73
МАРК МИХАЙЛОВИЧ ЛЕВИТИН, АКАДЕМИК РОССЕЛЬХОЗАКАДЕМИИ К 75-летию со дня рождения	75
ЮРИЙ ЯКОВЛЕВИЧ СПИРИДОНОВ, АКАДЕМИК РОССЕЛЬХОЗАКАДЕМИИ К 75-летию со дня рождения	77

Contents

BIOLOGICAL GROUNDS FOR COMPLEX TECHNOLOGY DEVELOPMENT OF POPPY AND HEMP CONTROL <i>V.A.Pavlyushin, Yu.A.Titova, A.P.Dmitriev, N.A.Belyakova, I.I.Novikova, T.A.Makhankova, A.K.Lysov</i>	3
MODERNIZATION OF PLANT PROTECTION. 5. OPTIMIZED TECHNOLOGIES OF FIELD CROP PROTECTION AGAINST COMPLEX OF PEST ORGANISMS IN THE SOUTHEAST OF THE CENTRAL CHERNOZEM REGION <i>A.B.Laptiev, A.M.Shpanev, N.R.Goncharov</i>	19
<i>HERACLEUM SOSNOWSKYI</i> IN RUSSIA: PRESENT STATUS AND RELEVANCE OF ITS FASTEST SUPPRESSION <i>N.N.Luneva</i>	29
USING THE GENEPOOL OF TUBER-BEARING <i>SOLANUM</i> SPECIES FOR POTATO PROTECTION AGAINST LATE BLIGHT <i>V.A.Kolobaev, E.V.Rogozina</i>	44
ANTIFUNGAL ACTIVITY OF 5-AMINOLEVULINIC ACID AND ITS LIPOPHILIC DERIVATIVES - HEXYL AND OCTYL ETHERS <i>S.G.Spivak, V.S.Golubeva, V.Y.Davydov, V.I.Dolgopalets, I.V.Trostyanko, V.A.Kisel</i>	55
DETECTION OF POTATO TUBER NECROTIC RINGSPOT DISEASE IN THE MIDDLE REPUBLIC OF TATARSTAN <i>S.G.Vologin, N.D.Bylinkina, Z.Stashevski, F.F.Zamalieva</i>	60
<u>Brief Reports</u>	
THE INFLUENCE OF CULTIVATION DURATION AND GRAIN SUBSTRATUM HUMIDITY ON THE PATHOGENIC PROPERTIES OF <i>STAGONOSPORA CIRSII</i> MYCELIUM <i>S.V.Sokornova, A.O.Berestetskii</i>	65
RESISTANCE OF SOME FODDER BEAN GRADES (<i>VICIA FABA</i> L.) TO FUSARIOSIS OF SHOOTS <i>Yu.N.Kurkina, Nguyen Thi Lan Huong</i>	67
AREA AND ZONE OF HARMFULNESS OF <i>BIDENS TRIPARTITA</i> (ASTERACEAE) <i>I.N.Nadtochii, I.A.Budrevskaya</i>	69
ON THE ISSUE OF INCREASE OF WINTER BARLEY RESISTANCE TO LODGING <i>V.F.Vashchenko, N.V.Serkin</i>	71
<u>Chronicle</u>	
TO THE 80 TH BIRTHDAY ANNIVERSARY OF NINA ALEKSANDROVNA VILKOVA	73
TO THE 75 TH BIRTHDAY ANNIVERSARY OF ACADEMICIAN MARK MIKHAILOVICH LEVITIN	75
TO THE 75 TH BIRTHDAY ANNIVERSARY OF ACADEMICIAN YURII YAKOVLEVICH SPIRIDONOV	77

ISSN 1727-1320