

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
“Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений”
(ФГБНУ ВИЗР)

ISSN 1727-1320

В Е С Т Н И К
ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

PLANT PROTECTION NEWS

2(84) – 2015

Санкт-Петербург – Пушкин
2015

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

Главный редактор В.А.Павлюшин

Зам. гл. редактора В.И.Долженко

Отв. секретарь В.Г.Иващенко

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

А.Н.Власенко академик РАН, СибНИИЗХим

Патрик Гроотаерт, доктор наук, Бельгия

Дзянь Синьфу, профессор, КНР

В.И.Долженко академик РАН, ВИЗР

Ю.Т.Дьяков д.б.н., профессор, МГУ

В.А.Захаренко академик РАН, МНИИСХ

С.Д.Каракотов чл.корр. РАН,

 ЗАО Щелково Агрохим

В.Н.Мороховец к.б.н., ДВНИИЗР

В.Д.Надыкта академик РАН, ВНИИБЗР

В.А.Павлюшин академик РАН, ВИЗР

С.Прушински д.б.н., профессор, Польша

Т.Ули-Маттила, профессор, Финляндия

Е.Е.Радченко д.б.н., ВИР

И.В.Савченко академик РАН, ВИЛАР

С.С.Санин академик РАН, ВНИИФ

С.Ю.Синев д.б.н., ЗИН

К.Г.Скрябин академик РАН, “Биоинженерия”

М.С.Соколов академик РАН, ВНИИФ

С.В.Сорока к.с.-х.н., Белоруссия

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

О.С.Афанасенко

 член-корреспондент РАН

И.А.Белоусов к.б.н.

Н.А.Белякова к.б.н.

Н.А.Вилкова д.с.-х.н., проф.

Н.Р.Гончаров к.с.-х.н.

И.Я.Гричанов д.б.н.

А.Ф.Зубков д.б.н., проф.

В.Г.Иващенко д.б.н., проф.

М.М.Левитин академик РАН

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

Email: vestnik@vizr.spb.ru, vestnik@icZR.ru

www.vizr.spb.ru

© Всероссийский НИИ защиты растений (ВИЗР)

СОДЕРЖАНИЕ

Грантовая поддержка фундаментальных исследований ВИЗР в 1993 – 2015 годах: эффективность, достижения, проблемы и перспективы. <i>В.А. Павлюшин, Н.А. Белякова, Н.И. Путьевич, С.И. Левина, А.Н. Фролов</i>	4
Структурно-функциональная организация иммуногенетической системы мятликовых и ее влияние на взаимосвязи с вредными организмами в агроэкосистемах. <i>Н.А. Вилкова, Л.И. Неведова</i>	13
Механизмы и способы видообразования фитопатогенных грибов. <i>М.М. Левитин</i>	20
Изменчивость генного пула популяции <i>Globodera rostochiensis</i> Woll. в результате отбора на слабоустойчивых гибридных клонах картофеля. <i>Н.В. Мироненко, О.С. Афанасенко, Е.В. Rogozina</i>	24
Видовой состав микромицетов на сорных и дикорастущих травянистых растениях Псковской области. <i>Е.Л. Гасич, Ф.Б. Ганнибал, А.О. Берестецкий, И.А. Казарцев, Л.Б. Хлопунова, И.В. Бильдер</i>	28
Оптимизированный метод учета численности американского трипса (<i>Echinothrips americanus</i> Morgan) на декоративных растениях в оранжереях ботанического сада. <i>Г.Е. Сергеев, Г.И. Сухорученко, Л.Ю. Кудряшова</i>	36
Оценка влияния ответных реакций растений на фитофагов в системах растения – фитопаразитические нематоды. <i>Н.Е. Агансонова</i>	41
Биологическое обоснование защиты капусты, возделываемой по безрассадной технологии, от комплекса вредных организмов. <i>Б.П. Асякин</i>	48
Трипсы (Thysanoptera, Insecta) на озимой пшенице в Калининградской области. <i>В.И. Рожина, А.М. Дротикова, О.А. Земскова</i>	53
<u>Краткие сообщения</u>	
Ареал и зона вредоносности пикульника ладанникового. <i>Т.Д. Соколова, И.А. Будревская</i>	56
<u>Хроника</u>	
Российско-вьетнамское сотрудничество по оценке вредоносности главных вредителей и болезней основных сельскохозяйственных культур во Вьетнаме в 1980-1990 гг. <i>А.Ф. Зубков, Нгуен Ван Хань, Н.Д. Тряхов, Нгуен Тхо, С.Г. Иванов</i>	58

CONTENT

Grant support for basic research in All-Russian Institute of Plant Protection during 1993-2015: efficiency, achievements, problems, and prospects. <i>Pavlyushin V.A., Belyakova N.A., Putevich N.I., Levina S.I., Frolov A.N.</i>	4
Structural-functional organization of Poaceae immunogenetic system and its influence on interrelations between grasses and pest organisms in agroecosystems. <i>N.A. Vilkova, L.I. Nefedova</i>	13
Mechanisms and ways of speciation of phytopathogenic fungi. <i>M.M. Levitin</i>	20
Variability of gene pool of <i>Globodera rostochiensis</i> population as a result of selection on weakly resistant potato hybrid clones. <i>N.V. Mironenko, O.S. Afanasenko, E.V. Rogozina</i>	24
Species composition of micromycetes on weeds and wild herbaceous plants in Pskov Region. <i>E.L. Gasich, F.B. Gannibal, A.O. Berestetskiy, I.A. Kazartsev, L.B. Khlopunova, I.V. Bilder</i>	28
Optimized method of evaluation of American thrips (<i>Echinothrips americanus</i>) numbers on ornamental plants in botanical garden greenhouses. <i>G.E. Sergeev, G.I. Sukhoruchenko, L.Yu. Kudryashova</i>	36
Assessment of influence of plant responses on phytophages in systems “plants – phytoparasitic nematodes” <i>N.E. Agansonova</i>	41
Biological grounds of protection of cabbage cultivated by non-seedling technology from complex of pest organisms. <i>B.P. Asyakin</i>	48
Thrips (Thysanoptera, Insecta) on winter wheat in Kaliningrad Region. <i>V.I. Rozhina, A.M. Drotikova, O.A. Zemskova</i>	53
<u>Brief Reports</u>	
Area and zone of harmfulness of <i>Galeopsis ladanum</i> . <i>T.D. Sokolova, I.A. Budrevskaya</i>	56
<u>Chronicle</u>	
Russian-Vietnamese cooperation on major pest and disease harmfulness assessment on main crops in Vietnam in 1980-1990. <i>A.F. Zubkov, Nguyen van Han, N.D. Tryakhov, Nguyen Tho, C.G. Ivanov</i>	58

УДК 001:632

ГРАНТОВАЯ ПОДДЕРЖКА ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ВИЗР В 1993 – 2015 ГОДАХ: ЭФФЕКТИВНОСТЬ, ДОСТИЖЕНИЯ, ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

В.А. Павлюшин, Н.А. Белякова, Н.И. Путевич, С.И. Левина, А.Н. Фролов

Всероссийский НИИ защиты растений, Санкт-Петербург

Проведен библиометрический анализ грантовой поддержки научно-исследовательских работ, выполнявшихся во Всероссийском научно-исследовательском институте защиты растений (ВИЗР), начиная с 1990-х годов. Особое внимание уделено статистике поддержанных Российским Фондом Фундаментальных Исследований (РФФИ) инициативных исследовательских проектов за период 1993–2015 гг. Статистический анализ свидетельствует, что доля таких неуклонно повышалась, характеризуя рост творческого потенциала руководителей и исполнителей проектов. Пользуясь мировым признанием научные школы ВИЗР, в первую очередь микологии, закрепляют свое лидерство, добившись впечатляющих успехов в отношении поддержки грантами Российского Научного Фонда и РФФИ. В целом по институту за последние годы отмечен существенный рост грантового финансирования как в абсолютном, так и относительном исчислении, достигшем в 2015 г. 27.8% от уровня финансирования по Программе фундаментальных научных исследований государственных академий. Учитывая существующие тенденции, можно полагать, что доля грантового финансирования фундаментальных работ в институте к 2020 г. достигнет уровня 40–50%.

Ключевые слова: библиометрический анализ, гранты, научные проекты, сельскохозяйственная энтомология, микология и фитопатология, гербология, защита растений.

По численности работников, занятых научно-исследовательской работой, выпуску специалистов с высшим образованием и защите диссертаций СССР занимал первое место в мире. Весьма высокой была и качественная составляющая советской науки: так, за последние 15 лет существования СССР индекс цитирования 50 ученых превысил 1000, что свидетельствует об их влиянии на мировые научные процессы, сравнимом с таковым Нобелевских лауреатов [Маршакова-Шайкевич, 1995; Бердашкевич, 2000]. Сила и, одновременно, слабость науки в СССР состояла в том, что она целиком опиралась на фундамент административно-командной экономики, и когда та развалилась, участь науки была предрешена [Ларичев и др., 2001; Юревич, Цапенко, 2001].

В переходный период факторами, смягчавшими негативные эффекты от резкого сокращения господдержки научных исследований, послужили международное научное сотрудничество, телекоммуникационные технологии и грантовое финансирование [Мирская, 2007]. Установлено, что зарубежные программы помощи российским ученым [например, краткосрочные гранты 1992 г. и долгосрочные 1993–1995 гг., выделенные Международным научным фондом Дж. Сороса] в целом оказали позитивный сдерживающий эффект на так называемую «утечку» умов, вызванную переходом научных работников в другие сферы экономики внутри страны и отъездом за рубеж [Дежина, 2002, 2007]. Сейчас хорошо известно, что под «грантом» (калька с английского, что в переводе означает «дар») понимается целевая безвозмездная финансовая дотация, предоставляемая на проведение научных исследований, что гранты – один из основных способов финансирования научных исследований на Западе, где ученый тратит порядка 30 % времени на написание заявок. А в 1990-е годы всё это было в новинку: сотрудники ВИЗР также впервые столкнулись с реалиями новой грантовой системы финансирования науки, получая как краткосрочную (1992 г.), так и долгосрочную поддержку (с 1993 г.) от иностранных фондов, прежде всего Фонда Дж. Сороса. Так, по программе долгосрочных грантов МНФ в ВИЗР в 1993–1995 гг. выполнялся проект NTH000 «Modes and factors of race and species formation in *Ostrinia nubilalis* species group (Lepidoptera, Pyralidae) (рук. Фролов А.Н.)».

Если рассматривать развитие грантовой системы в стране в динамике, то иностранные фонды, несомненно, оказали очень существенную роль в поддержке постсоветской науки в трудные 1990–2000-е годы, особенно в 1992 г. Среди прочих нельзя не упомянуть Международный Научно-Технический Центр (МНТЦ), благодаря которому удалось реализовать несколько проектов, в том числе уникальный для сельскохозяйственной науки Агроатлас www.agroatlas.ru, созданный при поддержке грантом МНТЦ № 2625р «Создание компьютерного сельскохозяйственного Атласа для обеспечения продовольственной безопасности России и сопредельных государств» [(Афонин и др., 2008)]. Создавали Агроатлас сотрудники трех российских институтов: Санкт-Петербургского Университета (факультет географии и геоэкологии), ответственного за создание агроклиматических карт и разработку программного обеспечения, информационного портала и координацию выполнения проекта в целом; Всероссийского НИИ растениеводства им. Н.И.Вавилова, ответственного за подготовку цифровых карт по регионам возделывания культурных растений и карт по распространению их диких сороричей, произрастающих в пределах бывшего СССР; и Всероссийского научно-исследовательского института защиты растений, ответственного за подготовку цифровых карт, характеризующих распространение и зоны вредоносности вредных объектов: заболеваний культурных растений, беспозвоночных и позвоночных, а также сорных растений, имеющих экономическое значение для производства сельскохозяйственной продукции в странах бывшего СССР [Павлюшин и др., 2005; Frolov et al., 2008].

Несмотря на определенные недостатки, присущие грантовой форме финансирования (краткосрочность исследовательских программ, объемная по времени, зачастую малопродуктивная канцелярская работа по составлению заявок, смет и написанию отчетов), такое финансирование имеет очевидные преимущества: соревновательность, поддержание разнообразия тематик и методических подходов, сохранение кадрового потенциала [Дежина, 2007; Миндели, Черных, 2009]. И с 1990-х гг. началось создание отечественных фондов конкурсного финансирования инициативных проектов на основе независимой вневедомственной экспер-

тизы самого научного сообщества. Самым ярким событием несомненно стало появление Российского Фонда Фундаментальных Исследований (РФФИ), созданного по образцу Национального научного фонда США (NSF) [Салтыков, 2006].

Возникший по Указу Президента РФ от 27 апреля 1992 года № 426 «О неотложных мерах по сохранению научно-технического потенциала Российской Федерации», РФФИ вплоть до настоящего времени является одним из наиболее значимых факторов в жизни научного сообщества России, убедительно доказав высокую эффективность новой грантовой формы организации науки, при которой само научное сообщество определяет направленность развития. Применяемое этим фондом адресное, основанное на конкурсном подходе, финансирование способствует естественной концентрации ученых вокруг важных и оригинальных задач [Алфимов и др., 2000]. С самого начала возникновения РФФИ ученые ВИЗР принимали участие в конкурсах научных проектов, объявленных фондом, и уже в 1993 г. одна из двух поданных на конкурс заявок была поддержана: 93-04-21290 «Биохимические регуляторы и факторы трофических связей фитофагов с растениями [рук. Н.А.Вилкова].

Центральное место в деятельности РФФИ занимает конкурс инициативных проектов (конкурс «а»). Всего за период 1993 – 2014 (22 года) сотрудниками института на этот конкурс была подана 161 заявка (от 2 до 17 ежегодно при среднем значении, равном 7), из которых 44 Фондом было поддержано. Сразу заметим, что учитывали мы при библиометрическом анализе лишь те заявки, в которых ВИЗР был указан как головная организация [по классификации РФФИ – организация ФКР, то есть через которую осуществлялось финансирование (Ф), где выполнялась работа (К) и которая служила местом работы руководителя проекта (Р)]. Поскольку правилами Фонда не предусмотрен самостоятельный конкурс заявок в рамках сельскохозяйственных наук, подавляющее большинство проектов от института подавалось на конкурс по специальности «Биология и медицинская наука» и лишь единичные направлялись по информационным наукам (две поддержанные Фондом заявки под руководством Н.Н. Луневой) и по инженерным наукам (две поддержанные заявки, представленные коллективом исследователей под руководством Ал.В. Конарева).

Основываясь на немалом объеме материала, накопленного за 22 года участия коллектива ученых ВИЗР в конкурсах РФФИ, мы выполнили стандартные статистические процедуры с целью выявить те или иные библиометрические закономерности, представляющие не только частный, но и более общий интерес.

Прежде всего в качестве общей тенденции, которая характеризуется на рис. 1 линией регрессии, можно отметить пусть и небольшое, но явное снижение числа подаваемых заявок на протяжении учетного периода.

Что касается доли поддержанных заявок, то в среднем за анализируемый период она оценивается величиной 0.319 ± 0.045 ($m \pm SE$), то есть в среднем 31.9% поданных на конкурс работ поддерживалось, хотя сильная вариация «проходимости» заявок через экспертизу по годам несомненно имеет место (рис. 2). При этом важно подчеркнуть, что доля поддержанных заявок обнаруживает явную тенденцию к росту (0.35 за 22-летний учетный период).

Общий вывод таков: количество поданных и поддержанных заявок весьма слабо связано друг с другом ($r = 0.19$, $p = 0.38$). Примечательно, что не только по инициативным

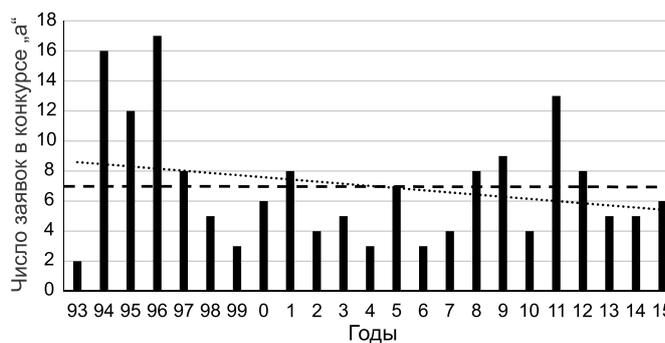


Рисунок 1. Динамика числа поданных на конкурс инициативных проектов РФФИ заявок, в которых ВИЗР являлся организацией ФКР (объяснение см. в тексте выше). Пунктир – среднее многолетнее значение (7), точки – линия регрессии

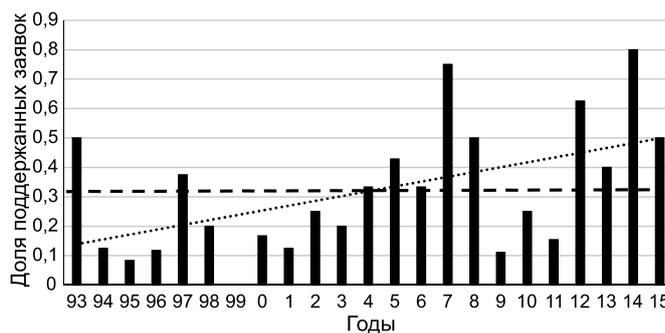


Рисунок 2. Динамика доли поддержанных заявок от числа поданных на конкурс инициативных (конкурс «а») проектов РФФИ, в которых ВИЗР являлся организацией ФКР (объяснение см. в тексте выше). Пунктир – среднее многолетнее значение (0.319), точки – линия регрессии

проектам, но и по всей совокупности ежегодно выполняемых в ВИЗР с 1993 г. по настоящее время исследовательских проектов РФФИ наблюдается четкий рост их числа (при временных спадах в 1999–2004 и 2010–2013 гг.) (рис. 3). Под исследовательскими проектами в данном случае мы понимаем поданные на конкурсы инициативных проектов «а», международных «м», молодежных [«Мой первый грант» (мол_а) и выполняемых молодыми учеными под руководством кандидатов и докторов наук (мол_нр)]. Из расчета исключали проекты экспедиционные, направленные на укрепление материальной базы, поддержку научных школ и пр., которых в ВИЗР за 1993–2015 гг. также было немало.

Поскольку деятельность РФФИ детально проанализирована статистическими методами, в том числе за 15- и 20-летний периоды [Чиженкова, 2010, 2014], мы имеем возможность сопоставить эти данные с приведенными нами выше. Прежде всего оказывается, что средняя «проходимость» ВИЗРовских заявок через экспертизу РФФИ (31.9%) не отличается от таковой по всему массиву заявок, поданных на конкурс «а» по биологическим наукам (31.13% (из 31858 ученных заявок в области знания «Биология и медицинская наука» поддержали 9917) [Чиженкова, 2014].

Важно отметить, что общая динамика числа поддержанных проектов по области знания «Биологии и медицинской науки» в течение 20-летнего периода не обнаруживает какой-либо тенденции к росту (рис. 4): выделялось грантов на один год от 426 до 908, в среднем 604.65. Как видно из рисунка 4, наибольшие колебания отмечались в первое десятилетие: максимальное число поддержанных заявок было в 1996 г. наименьшее – в 1993 г. [Чиженкова, 2014].

Следовательно, можно утверждать, что увеличение числа поддержанных РФФИ заявок от ВИЗР не связано с ка-

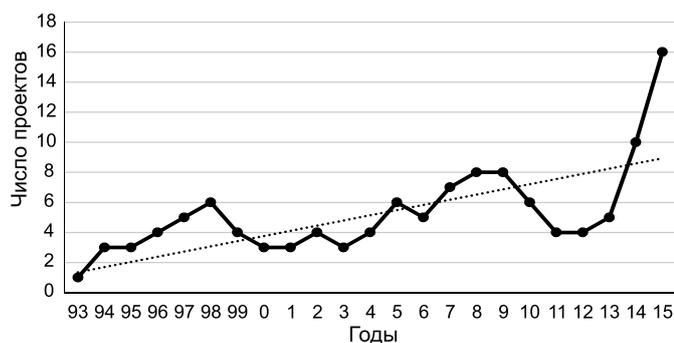


Рисунок 3. Динамика числа ежегодно выполняемых в ВИЗР исследовательских проектов РФФИ (включая инициативные, международные и молодежные проекты) в 1993-2015 гг. Точками обозначена линия регрессии

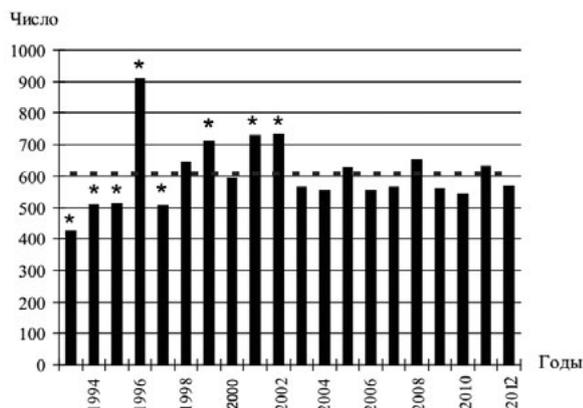


Рисунок 4. Динамика числа поддержанных инициативных научных проектов в области знания «Биология и медицинская наука» за 1993-2012 гг. Горизонтальная пунктирная черта – среднее многолетнее значение. Звездочками отмечены достоверные отличия соответствующих величин от среднего значения при $p < 0.01$ (взято из: Чиженкова, 2014)

ким-либо ростом квоты на поддержку проектов в области знания «Биология и медицинская наука», а обусловлено иными причинами, например, приобретением опыта у руководителей и исполнителей проектов, позволяющего им составлять более конкурентоспособные заявки. Это предположение находит подтверждение при сопоставлении общего числа поданных (232 заявки) и поддержанных (99) заявок по всему массиву конкурсов РФФИ за 1993–2015 гг. (рис. 5). В отличие от общего числа ежегодно подаваемых заявок (максимумы достигнуты в 1994–1996 гг.), доля поддержанных проектов обнаруживает явную тенденцию к росту, то есть эффект повышения «проходимости» ВИЗРовских заявок через экспертизу во времени обнаруживается и в этом случае тоже. Очевидно, что повышение конкурентоспособности заявок ученых ВИЗР является следствием роста творческого потенциала руководителей и исполнителей проектов, усиления их публикационной активности, укрепления международных связей и контактов и т.п.

Полученные нами результаты, свидетельствующие о слабой связи между числом поданных и поддержанных заявок от ВИЗР, на первый взгляд противоречат статистически обоснованному [Чиженкова, 2014] выводу об известном параллелизме числа выделенных грантов и подаваемых заявок ($r = 0.72$; $p < 0.01$). Однако, если учесть, что число заявок, подаваемых сотрудниками ВИЗР на конкурс «а», как правило, гораздо меньше 1% от общего числа заявок, участвующих в конкурсе «Биология и медицинская наука»,

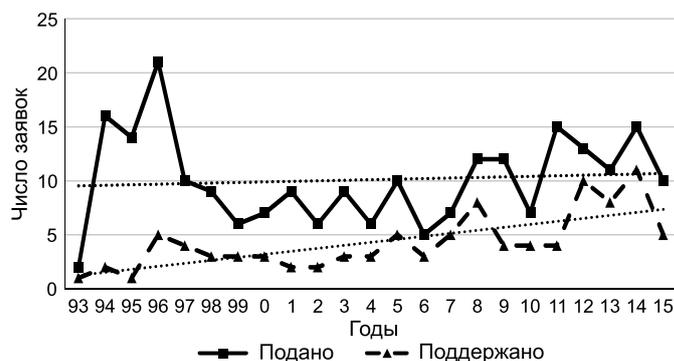


Рисунок 5. Динамика числа участвовавших в конкурсах и поддержанных заявок, в которых ВИЗР являлся головной организацией (ФКР), по всему массиву конкурсов РФФИ за период 1993-2015 гг.

их влияние на вариацию доли «биомедицинских» проектов в общем числе заявок крайне незначительно. Впрочем, тут следует отметить, что вклад исследователей всех учреждений б. Россельхозакадемии в реализацию инициативных проектов РФФИ по всем областям знаний оценивается величиной всего лишь 0.4% [Чиженкова, 2010].

В то же время, несмотря на невысокую долю проектов, выполняемых учеными б. Россельхозакадемии при поддержке грантами РФФИ, нельзя не отметить безусловной уникальности той «экологической ниши», которую занимают проводимые в нашем институте исследования в сравнении с прочими проектами, реализуемыми при поддержке РФФИ по биомедицинским наукам. Для примера сошлемся на долгосрочный (1994–2017 гг.) проект, направленный на выявление закономерностей многолетней динамики численности насекомых-фитофагов в агроценозах с помощью таблиц выживаемости, поддержанный инициативными грантами РФФИ 94-04-11328 «Факторы динамики численности и их значение в эволюции растительоядных насекомых на примере кукурузного мотылька»; 97-04-48015-а «Динамика численности растительоядного насекомого: анализ эффектов модифицирующих и регулирующих факторов с помощью таблиц выживаемости»; 00-04-48010-а «Цикличность колебаний численности растительоядного насекомого: анализ ее природы у кукурузного мотылька с помощью таблиц выживаемости»; 03-04-49269-а «Природа цикличности динамики численности растительоядного насекомого: сравнительный анализ таблиц выживания кукурузного и лугового мотыльков»; 06-04-48265-а «Циклические колебания численности растительоядного насекомого как результат специфических взаимодействий регулирующих и модифицирующих факторов»; 09-04-00619-а «Зависимые от плотности факторы: насколько значима их роль в циклических колебаниях численности?»; 12-04-00552-а «Регулирующие факторы в многолетней динамике численности растительоядных насекомых» и 15-04-01226-а «Периодические колебания в многолетней динамике численности насекомых-фитофагов: индукторы и механизмы». Благодаря финансовой поддержке Фонда удалось показать, что периодичность всплеск массовых размножений вредителей является результатом сложных и специфических взаимодействий модифицирующих и регулирующих факторов [Фролов и др., 2013а, б]. В настоящее время работа сосредоточена на выявлении индукторов и поиске механизмов периодичности колебаний численности, что, помимо теоретического, имеет важное практическое значение для мо-

нитинга и прогнозов [Фролов и др., 2008; Фролов, 2011, 2015; Frolov et al., 2012, и др.].

Несомненно, невысокая вовлеченность работников учреждений б. Россельхозакадемии в проекты РФФИ обусловлена тем обстоятельством, что в рубрикации поддерживаемых Фондом областей знания отсутствует направление сельскохозяйственных наук. В скобках заметим, что аналогичным государственным научным фондом Беларуси (БРФФИ) конкурсы в области сельскохозяйственных наук проводятся с начала образования Фонда (1991 г.). Другим всем известным недостатком РФФИ является невысокий уровень финансирования поддержанных проектов [как известно, средства РФФИ образуются за счет фиксированного процента отчислений от общей суммы государственных расходов на науку, указанной в бюджете, первоначально 3%, с 1994 г. 4%, с 2000 г. 6% [Зубкова, 2012]. Созданный в ноябре 2013 г. Российский научный фонд (Федеральный закон от 02.11.2013 № 291-ФЗ «О Российском научном фонде и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации») лишен указанных недостатков. Финансирование проектов, поддержанных Российским научным фондом, в отличие от РФФИ, существенно выше, поскольку ожидается, что поддержанный Фондом коллектив исполнителей должен выполнять без привлечения средств из дополнительных источников [Интервью ..., 2014]. В ответ на вопрос «Газеты.ру» «Не лучше ли организовать конкурсы не с малым числом победителей и большим финансированием, а с большим числом победителей и небольшим финансированием?» генеральный директор РНФ А.В.Хлунов [Интервью ..., 2015] ответил: «Не лучше. Я восемь лет как член совета РФФИ, вижу эти проблемы каждодневно. Не лучше. Это как нищий на паперти, которому медяки сыпятся. Нельзя говорить о том, что 300–400 тыс. руб. являются серьезным финансовым источником для проведения научного проекта. Я против этого. Это не проект». Кроме того, в Классификаторе Фонда специально выделена рубрика сельскохозяйственных наук, внутри которой, к сожалению, специальность «Защита растений» отдельной строкой не указана. Впрочем, уже само появление в Рубрикаторе Раздела 06 «Сельскохозяйственные науки» представляется безусловным прогрессом.

Хотя РНФ лишь только начал функционировать, среди победителей конкурсов 2014 г. значится несколько проектов, которыми либо руководят ученые ВИЗР, либо их участие в них является решающим: 14-16-00114 «Выявление биоразнообразия и трофического статуса микробиоты кормовых культур в связи с созданием качественных и биологически безопасных кормов» (рук. Т.Ю.Гагкаева), 14-26-00067 «Полифазный подход как современная основа для ревизии биоразнообразия фитопатогенных грибов» (рук. Ф.Б.Ганнибал) и 14-16-00072 «Скрининг генетического разнообразия рода *Avena* L. по устойчивости к грибам рода *Fusarium* Link. и выявление генотипов, перспективных для создания высококачественных сортов овса» (рук. И.Г.Лоскутов, ВИР им. Н.И.Вавилова).

Одна из важнейших задач, стоящих перед научными Фондами, – поддержка научной молодежи. Решается она в рамках деятельности всех фондов, в том числе РФФИ: помимо уже упомянутых выше «молодежных» исследовательских проектов (в ВИЗР в настоящее время выполняется 4 таких проекта и 1 успешно завершен), этот Фонд много лет осуществлял поддержку мобильности молодых ученых – как стажировок, так и участия в конференциях и съездах

(всего было поддержано 9 заявок, поданных молодыми учеными ВИЗР). Кроме того, участие молодых ученых и во «взрослых» проектах поощряется дополнительными баллами (РФФИ), либо весьма жестко регламентируется Правилами конкурсов (РНФ). Наконец, нельзя не упомянуть Совет по грантам Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых. В конкурсах, проводимых этим Советом, молодым ученым ВИЗР также удалось достичь весьма неплохих результатов: поддержку получили проекты МК-6611.2006.4 «Разработка методов повышения эффективности потенциальных биогербицидов» (рук. А.О.Берестецкий), МК-653.2007.4 «Патогенные свойства микроспоридий – облигатных внутриклеточных паразитов вредных членистоногих» (рук. Ю.С.Токарев), МК-3419.2009.4 «Молекулярная филогения микроспоридий – облигатных внутриклеточных паразитов членистоногих» (рук. Ю.С.Токарев), МК-1175.2013.4 «Генетическое разнообразие энтомопатогенных микроорганизмов как следствие популяционной стратегии их хозяев – растительноядных чешуекрылых» (рук. Ю.М.Малыш).

Одна из задач данной статьи состоит в том, чтобы оценить, насколько поддерживаемые государственным грантами направления работ соответствуют спектру ключевых фундаментальных проблем нашей отрасли знания – защиты растений. Эта задача очень важна, поскольку грантовая поддержка фундаментальных исследований реализовалась до 2014 г., то есть времени образования РНФ, главным образом РФФИ, конкурсы которого не предусматривали участия проектов из области сельскохозяйственных наук.

Среди фундаментальных проблем сельскохозяйственной энтомологии выделяют: а) выявление закономерностей и тенденций изменения ареалов и зон вредоносности у фито- и энтомофагов под влиянием климатических и антропогенных факторов, б) изучение направленности и механизмов адаптивных изменений у вредных и полезных членистоногих к новым условиям в связи с антропогенными воздействиями, в) разработку принципов создания и применения новых ХСЗ, обладающих биорегуляторной активностью, г) изучение экологической роли и оценка возможности практического использования энтомопатогенных микроорганизмов, таких как микроспоридии, в качестве элементов биотической регуляции в агроэкосистемах [Павлюшин и др., 2008]. Значительная часть проектов из числа поддержанных в рамках конкурсов РФФИ и Совета по грантам Президента РФ, посвященных сельскохозяйственной энтомологии, уже упоминалась выше; помимо них следует также упомянуть 97-04-49620-а «Экологическая изменчивость видоспецифичности половых аттрактантов чешуекрылых и ее значение в репродуктивной изоляции видов» (рук. М.А.Булыгинская); 05-04-48095-а «Взаимодействие фитофагов и фитопатогенов при формировании у растений реакций индуцированной устойчивости» (рук. В.Н.Буров); 07-04-92170-НЦНИ_а «Вредные виды рода *Ostrinia* в Евразии как модель экологического видообразования» (рук. А.Н.Фролов); 12-04-91174-ГФЕН_а «Изучение экологических аспектов диапаузы и миграций лугового мотылька *Loxostege sticticalis* в приграничном регионе России и Китая» (рук. А.Н.Фролов); 12-04-32119_мол_а «Генетический полиморфизм и колебания численности у чешуекрылых рода *Pyrausta* (Pyraloidea, Crambidae)» (рук. Ю.М.Малыш); 12-08-00885-а «Генно-инженерное конструирование специфичных ингибиторов протеиназы клопа вредная черепашка, гидролизующей клейковину, для создания устойчивых

форм пшеницы и использования в пищевых технологиях» (рук. Ал.В.Конарев); 13-04-01905-а «Видовое разнообразие и генетический полиморфизм энтомопатогенных грибов рода *Lecanicillium*» (рук. Г.В.Митина); 14-01-31020_мол_а «Разработка модели вспышки численности интродуцированного насекомого-фитофага на основе уравнений с отклоняющимся аргументом» (рук. А.Г.Мосейко); 15-08-04247-а «Анализ комплекса протеиназ клопа вредная черепашка, вызывающих деградацию клейковины зерна пшеницы, и создание их специфичных ингибиторов, перспективных для применения в пищевых технологиях и защите растений» (рук. Ал.В.Конарев). Очевидно, что в первом приближении инициативные проекты, осуществляемые в ВИЗР, охватывают спектр актуальных проблем сельскохозяйственной энтомологии. Кроме того, и методологический уровень энтомологических исследований в последние годы стал повышаться, растет и долевое участие молодых ученых в проектах, что убедительно иллюстрируют многие проекты, например, 14-04-32040_мол_а «Метагеномное исследование структуры и динамики микробиома, ассоциированного с древесным детритом» (рук. И.А.Казарцев) и 15-34-50209_мол_нр «Мультигенная филогения и молекулярная диагностика энтомопатогенных аскомицетов (Ascomycota, Нуроткреалес) Северной Палеарктики» (рук. Ю.С.Токарев).

Рассматривая проблемы фитосанитарного оздоровления агроэкосистем в более широком плане [Долженко, Захаренко, 2011; Павлюшин, 2011], отметим, что программами работ ВИЗР, как головного института по проблеме, обозначены пять основных направлений фундаментальных исследований в области защиты растений: 1. фитосанитарное районирование территории РФ как основы мониторинга и прогноза вредных и полезных видов в агроэкосистемах с использованием современной электронной техники, молекулярно-генетического анализа и экспресс-диагностики; 2. генетические ресурсы устойчивости к вредным организмам и факторы реализации иммунитета у сельскохозяйственных культур; 3. уровень биоразнообразия в агроэкосистемах как основы функционирования паразитоценозов и использования систем биозащиты сельскохозяйственных культур; 4. поиск новых молекул с высокой селективностью действия и веществ небиоцидной природы – индукторов устойчивости растений к вредным организмам. Разработка прогрессивных композиций, в том числе с использованием нанотехнологий; 5. фитосанитарное проектирование агроэкосистем, новые зональные системы интегрированной защиты и устойчивые сорта – базис регуляции численности вредоносных видов [Павлюшин, 2011].

Большинство перечисленных направлений солидно подкреплено финансированием грантами государственных Фондов, перечисление одних лишь исследовательских проектов РФФИ, нацеленных на изучение генетических ресурсов устойчивости, займет немало строк: 06-04-08105-офи «Разработка технологии создания генетически разнородного исходного материала для селекции сортов зерновых культур с длительной устойчивостью к гемибитрофным патогенам для эпидемиологически опасных районов Российской Федерации» (рук. К.В.Новожилов); 08-04-00303-а «Разработка способов преодоления генетической эрозии генофонда злаковых культур по устойчивости к гемибитрофным паразитам на основе определения эволюционного потенциала популяций возбудителей» (рук. К.В.Новожилов); 08-04-13612-офи_ц «Разработка биотехнологии создания генетически разнородного исходного материала для

селекции сортов ячменя и пшеницы с групповой и длительной устойчивостью к наиболее вредоносным патогенам» (рук. О.С.Афанасенко); 08-04-00447-а «Структура популяций возбудителя рака картофеля *Synchytrium endobioticum* по вирулентности и ДНК маркерам» (рук. Н.В.Мироненко); 09-04-13753-офи_ц «Биоразнообразие грибов рода *Alternaria* и устойчивость сельскохозяйственных культур к альтернариозам» (рук. М.М.Левитин); 11-04-00877-а «Эволюционный потенциал патогенности и вирулентности возбудителей новых эпидемиологически опасных болезней пшеницы» (рук. О.С.Афанасенко и К.В.Новожилов); 11-04-01105-а «Отбор по признаку вирулентности в популяциях карантинных возбудителей болезней картофеля *Synchytrium endobioticum* и *Globodera rostochiensis* под воздействием растений-хозяев с разным аллельным составом генов устойчивости» (рук. Н.В.Мироненко); 14-04-00399-а «Механизмы формирования популяций новых патогенов пшеницы и ячменя в связи с расширением их ареалов» (рук. Н.В.Мироненко); 14-04-00400-а «Идентификация генов, кодирующих устойчивость растений в патосистеме *Hordeum vulgare* – *Pyrenophora teres* f. *teres*» (рук. О.С.Афанасенко); 14-04-90039_Бел_а «Молекулярно-генетическая структура популяций *Pyrenophora teres* из Беларуси и Северо-Запада европейской части России» (рук. О.С.Афанасенко); 14-04-00464-а «Молекулярно-генетическая структура популяций фитопатогенного гриба *Puccinia triticina* в России» (рук. Е.И.Гультяева). Несмотря на то что поддержанными инициативными проектами РФФИ широко «накрыт» спектр актуальных задач по проблеме, нельзя не отметить, что последнее из перечисленных направлений, а именно фитосанитарное проектирование агроэкосистем и разработка новых зональных систем интегрированной защиты, пока не получили должного финансового подкрепления от государственных научных фондов России, что, несомненно, связано с недостаточным вниманием, которое до недавнего времени уделялось сфере сельскохозяйственных наук с их стороны.

Для того чтобы получить высокие оценки при экспертизе, участвующий в конкурсе на получение дополнительного грантового финансирования творческий коллектив и его руководитель должны в поданной ими заявке продемонстрировать глубокие знания о состоянии проблемы и наличие серьезного задела, предложить оригинальные, имеющие инновационный потенциал решения, которые окажут ощутимое влияние на мировую и российскую науку, представить список серьезных публикаций по теме за последние годы. Безусловно, у творческих коллективов, представляющих известные, пользующиеся мировым признанием научные школы, гораздо больше шансов подготовить заявку высокого качества, выиграть конкурс и получить искомую финансовую поддержку.

В ВИЗР как головном институте по проблеме защиты растений с его богатой историей сложилось 10 научных школ [Новожилов, Павлюшин, 2010]. Безусловно, одной из ведущих и базовых остается школа микологии и фитопатологии, основателем которой был выдающийся деятель отечественной и мировой микологии член-корр. АН СССР А.А.Ячевский. Соответственно, значительная доля поддержанных РФФИ проектов посвящена решению тех или иных проблем микологии и выполнена в лучших традициях этой школы, в т.ч.: 98-04-49774-а «Виды рода *Fusarium* на злаках России: таксономия, микogeография, биология» (рук. М.М.Левитин); 00-04-49406-а «Анализ структуры популя-

ций фитопатогенных грибов – облигатных и сапротрофных паразитов растений» (рук. К.В.Новожилов); 03-04-49082-а «Механизмы формирования популяций гембиотрофных и облигатных паразитов злаков» (рук. К.В.Новожилов); 07-04-01455-а «Молекулярные исследования экологии взаимоотношений в биосистеме облигатный паразит – растение-хозяин» (рук. В.А.Павлюшин); 07-04-00096-а «Таксономия и филогения грибов рода *Alternaria*» (рук. М.М. Левитин); 08-04-01354-а «Изучение механизмов действия фитотоксических ноненолидов, продуцируемых грибами» (рук. А.О.Берестецкий); 12-04-00677-а «Эволюция альтернариоидных гифомицетов: механизмы и роль генетической рекомбинации» (рук. Ф.Б.Ганнибал); 12-04-00853-а «Изучение роли вторичных метаболитов грибов в формировании биоценозов филлосферы» (рук. А.О.Берестецкий); 12-04-00927-а «Летучие метаболиты токсинопродуцирующих грибов рода *Fusarium*: хемотаксономия, роль в олифакторных взаимоотношениях с насекомыми» (рук. Т.Ю.Гагкаева). Ранее мы упоминали поддерживаемые РНФ проекты – все они связаны с решением проблем современной микологии: изучения биоразнообразия фитопатогенных грибов, продуцирования ими микотоксинов, взаимоотношений с кормовыми растениями. Здесь важно подчеркнуть, что ожидаемая доля финансирования исследований микологической школы составит в 2015 г. 23.0 млн руб., то есть 75.36% от всех денежных средств, делегированных институту на инициативные проекты, поддержанные грантами (30 млн 520 тыс. руб.). Выдающаяся финансовая успешность микологических проектов обусловлена тем, что средства, выделяемые РНФ, на порядок выше, чем РФФИ.

Другой яркий пример выдающихся успехов в отношении грантовой поддержки являет собой научная школа проф. И.В.Исси. Помимо нескольких проектов РФФИ и Совета при Президенте РФ, которые упоминались выше, были также поддержаны: 94-04-12972-а «Пути воздействия микроспоридий на структуру и функции клетки насекомого-хозяина» (рук. И.В.Исси); 96-04-48578-а «Особенности ультраструктуры и биохимии микроспоридий как следствие адаптации к внутриклеточному паразитизму» (рук. Ю.Я.Соколова); 97-04-48383-а «Механизмы воздействия микроспоридий на насекомых-хозяев: организменный и клеточный уровни» (рук. И.В.Исси); 01-04-49123-а «Особенности энергетического обмена микроспоридий и его связь с метаболизмом клетки хозяина» (В.В.Долгих); 04-04-49314-а «Создание коллекции микроспоридий фауны России на электронных носителях» (рук. И.В.Исси); 05-04-49616-а «Особенности минимизации функционального аппарата микроспоридий как пример адаптации эукариотической клетки к внутриклеточному паразитизму (постгеномный период исследования)» (рук. В.В. Долгих); 06-04-90814-Мол_а «Биоразнообразие гифомицетов и микроспоридий иксодовых клещей, их патогенные свойства и распространение на территории России и Молдовы» (рук. Ю.С.Токарев); 07-04-00269-а «Определение положения микроспоридий фауны России в таксономических системах, построенных на ультраструктурных и молекулярных признаках» (рук. И.В.Исси); 08-04-01358-а «Изучение уникальных особенностей физиологии микроспоридий, обусловленных минимизацией функционального аппарата клетки паразита» (рук. В.В.Долгих); 10-04-00284-а «Разработка принципов универсальной филогенетической системы микроспоридий на основе морфологических и молекулярных критериев» (рук. И.В.Исси); 12-04-01517-а «Роль секретируемых белков микроспоридий в управлении физи-

ологическими и молекулярно-генетическими процессами хозяина при внутриклеточном паразитизме» (В.В.Долгих); 13-04-00693-а «Разработка таксономических критериев для построения универсальной филогенетической системы микроспоридий» (рук. И.В.Исси); 14-04-31783_мол_а «Эволюция метаболического аппарата микроспоридий: уникальная модификация альтернативной дыхательной цепи при переходе к паразитированию на наземных хозяевах» (рук. И.В.Сендерский); 15-04-04968-а «Комплексный анализ белков, вовлеченных во взаимоотношения микроспоридий с зараженной клеткой хозяина, с использованием рекомбинантных мини-антител и технологии фагового дисплея» (рук. В.В. Долгих).

Известно, что получение гранта – это не только серьезное подспорье для проведения научно-исследовательской работы и публикации полученных результатов в ведущих журналах (за счет одного лишь госбюджетного финансирования выполнить исследование на современном уровне практически невозможно из-за отсутствия возмещения затрат на необходимое оборудование, расходные материалы, командировки и т.п.), но и свидетельство успеха, признания научной общественностью заслуг коллектива и его руководителя со всеми вытекающими положительными следствиями: высокой публикационной активностью в рейтинговых изданиях, ростом заработной платы, привлечением молодежи в лабораторию. Конечно, помимо множества позитивных эффектов следует иметь в виду и негативные моменты, а именно концентрацию финансовых средств внутри немногочисленных коллективов, благодаря чему, грубо говоря, «богатые становятся богаче, а бедные – беднее». Собственно, по этому поводу организатор РФФИ Б.Г. Салтыков [2006] еще в начале 1990-х заявил: «Поддерживать мы будем только сильных, а не всех, и уж тем более не слабых. Для слабых есть другие институты общества – собес, кассы взаимопомощи и так далее. Да, это жестоко, но если мы хотим сохранить потенциал, а не оболочку и не организационный каркас, потенциал, который способен что-то производить, то мы считаем, что только такая стратегия нам даст такой результат». Понятно, что в жестких условиях конкуренции коллективу, не имеющему солидного материально-технического и публикационного задела, очень трудно подготовить сильную, конкурентоспособную заявку, нацеленную на проведение поискового прорывного исследования. Впрочем, как показывает практика, и в сложных условиях можно достичь успеха. Судя по результатам библиометрического анализа, с середины 1990-х гг. в ВИЗР активно формируется научная школа гербологии, поддерживаемая рядом инициативных грантов РФФИ, в том числе 96-04-50287-а «Микобиота сорных растений европейской части России» (рук. Н.П.Черепанова), 01-07-90286-в «Электронная коллекция 'Генетические растительные ресурсы России'» (рук. Н.Н.Лунева), 04-07-90380-в «База данных и информационно-поисковая система 'Сорные растения во флоре России'» (рук. Н.Н. Лунева), 05-04-49209-а «Изучение влияния ботанико-географических и антропогенных факторов на динамику сорного элемента флоры Северо-Западного региона России» (рук. Н.Н.Лунева), 14-04-00285-а «Видовое и фитоценологическое разнообразие в агроэкосистемах Ленинградской области как основа агроэкологического зонирования пахотных земель» (рук. Н.Н. Лунева) и С0118в (ФЦП «Государственная поддержка интеграции высшего образования и фундаментальной науки») «Характеристика засоренности посевов сельскохозяйственных

культур и полей некорректной консервации в Ленинградской области для разработки рекомендаций по фитосанитарной оптимизации растениеводства» [Лунева, 2005, 2009; Лунева, Мыслик, 2012].

С 2010 г. ВИЗР регулярно получает гранты РФФИ на доступ к электронным научным информационным ресурсам зарубежных издательств (всего 4 проекта, начиная с 2010 г., рук. С.И.Левина), и в результате научные сотрудники института получили неограниченный доступ к полным текстам статей и журналов, выпускаемых крупнейшими мировыми издательствами Elsevier, Springer и Wiley. На базе этих грантов и с использованием других библиографических ссылок в ВИЗР создана база и реализуется система оперативного сопровождения научных исследований. Источниками пополнения базы служат журналы и книги 44 издательств России и других стран, издания 69 иностранных научных обществ и 23 зарубежных университетов, 7 академий наук (США, Китая, Венгрии, Польши и др.) и 10 зарубежных институтов (Китай, Канады, США, Чехии, Испании и др.). Поиск необходимых источников информации осуществляется по 7 изданиям зарубежных организаций (в том числе ARIS, FAO, IDOSI и др.) и 7 зарубежных научных центров, используются базы данных библиотек (ВИНИТИ, ЦНСХБ, e-Library, USDA, Virtual Library и др.).

Обслуживание пользователей системы ведется по нескольким технологиям. Во-первых, оглавления журналов, которые регулярно поступают на электронную почту ВИЗР по подписке на сайтах издательств, распространяются по локальной сети заинтересованным пользователям – сотрудникам института. Во-вторых, отслеживаются новые посту-

пления в базы данных библиотек, которые также передаются пользователям. Ведется работа по выполнению постоянно действующих и разовых информационных запросов.

Подобная система информационного оповещения не только обеспечивает своевременное и качественное выполнение работ по грантам РФФИ, а также иным контрактам и договорам, но и способствует профессиональной ориентации ученых среди коллег, как по узкой специальности, так и в смежных отраслях науки. Кроме этого, для специалистов появляется дополнительная возможность опубликовать результаты своих исследований в международных научных журналах и повысить тем самым персональный индекс Хирша, а также индексы цитирования организации в целом [Наседкина, Левина, 2013].

Эффективность грантового финансирования работ института в первую очередь касается печатных работ, опубликованных в престижных изданиях, входящих в базы цитирования Web of Science и Scopus – почти половина статей, вышедших в 2014 г. была выполнена при финансовой поддержке РФФИ, РНФ или Совета по грантам Президента РФ (табл. 1). Грантовая поддержка оказывала также очевидное стимулирующее воздействие на участие сотрудников института в работе конференций и съездов – более 40% статей, опубликованных в сборниках материалов тех или иных кворумов имели грантовую поддержку. Статистика за 2014 г. свидетельствует, что наименьший эффект гранты оказывали на издание монографий, книг и брошюр, что безусловно связано с тем, что текущими грантами поддерживаются лишь краткосрочные проекты (2–3 года), а написание монографий требует длительного времени (табл. 1).

Таблица 1. Выходная печатная продукция ВИЗР 2014 г. и ее поддержка грантами государственных научных фондов России

Показатель	Патенты, программы ЭВМ	Монографии, книги и брошюры	Web of Science и Scopus	РИНЦ	Статьи в сборниках, материалах конференций, симпозиумов и съездов
Всего	4	6	52	82	105
В т.ч. выполненных при поддержке грантами государственных фондов, %	25.0	16.7	48.9	28.0	41.9

В завершение статьи остановимся на финансовой стороне вопроса. В целом за последние годы мы видим позитивную динамику, когда в 2011 г. грантовое финансирование НИР в институте составляло 3.4% от базового финансирования по Программе фундаментальных научных исследований государственных академий, а в 2014 г. уже достигло 17.3%. В текущем 2015 г. ожидается, что грантовое финансирование составит 27.8% от уровня финансирования ВИЗР по Программе фундаментальных научных исследований государственных академий (рис. 6).

В статье, из-за недостатка места, остался без должного рассмотрения ряд проектов, касающихся грантовой поддержки работы института, направленной на развитие материально-технической базы (итого 9 проектов под рук. К.В. Новожилова и В.А.Павлюшина), поддержку экспедиций (всего 33 проекта, в т.ч. под рук. А.Н.Фролова – 18, М.М.Левитина – 4, К.В.Новожилова – 3, И.В.Исси, А.О. Берестецкого и М.А.Бульгинской – по 2, Ф.Б.Ганнибала и О.С.Афанасенко – по 1), издательскую деятельность (3 проекта под рук. В.Н.Бурова) и поддержку организации и проведения научных съездов и конференций. Однако, уже из сказанного очевидно, что грантовое финансирование оказывает очень сильное позитивное воздействие на научно-исследовательскую деятельность института. Учитывая его высокую

эффективность, можно полагать, что и в дальнейшем доля грантового финансирования фундаментальных работ в институте будет расти и к 2020-м гг. вполне может достигнуть уровня 40–50%. Впрочем, тут стоит оговориться, что делать какие-либо прогнозы в отношении будущего развития науки в современных экономических условиях – занятие не слишком благодарное.



Рисунок 6. Грантовая поддержка научно-исследовательских работ ВИЗР государственными фондами (РНФ, РФФИ и Президентом РФ) в абсолютном и относительном (в % от бюджетного финансирования) исчислении в 2011–2015 гг.

GRANT SUPPORT FOR BASIC RESEARCH IN ALL-RUSSIAN INSTITUTE OF PLANT PROTECTION DURING 1993–2015: EFFICIENCY, ACHIEVEMENTS, PROBLEMS, AND PROSPECTS

V.A. Pavlyushin, N.A. Belyakova, N.I. Putevich., S.I. Levina, A.N. Frolov

All-Russian Institute of Plant Protection, St Petersburg

Bibliometric analysis has been carried out to estimate statistics of grant support for basic research conducted in the All-Russian Institute of Plant Protection (VIZR) since the beginning of 1990s until recently with special reference to initiative research projects supported by the Russian Foundation for Basic Research (RFBR) during 1993–2015. Statistical analysis proves that grant number received steadily has grown up in time, which perhaps reflects the progress in creative potential of research workers involved into the process of grant race. Worldwide acknowledged schools of thought appeared in VIZR, first of all the mycological school, fasten their leadership obtaining impressive successes in regard to be supported by grants of the Russian Scientific Foundation and RFBR. In total, grant financing of the research work managed in VIZR in 2015 has reached 27.8 % of financing under the governmental Program of Fundamental Researches of the State Academies. Based on existing trends, the authors suppose that the grant segment of financial support of basic researches can reach 40 to 50 % in 2020.

Keywords: bibliometric analysis; grant; research project; agricultural entomology; mycology; phytopathology; weed science; plant protection.

Библиографический список (References)

- Алфимов М., Минин В., Либкинд А. Страна науки — РФФИ // Вестник РФФИ. 2000. N 2 (20). С. 5–29.
- Афонин А.Н., Грин С.Л., Дзюбенко Н.И., Фролов А.Н. (ред.) Агроэкологический атлас России и сопредельных стран: экономически значимые растения, их вредители, болезни и сорные растения [Интернет-версия 2.0]. 2008 <http://www.agroatlas.ru>
- Бердашквич А.П. Российская наука: состояние и перспективы // Социологические исследования. 2000. N 3. С. 118–123.
- Дежина И.Г. «Утечка умов» из постсоветской России: эволюция явления и его оценок // Науковедение. 2002. N 3. С. 25–56.
- Дежина И.Г. Государственное регулирование науки в России: автореф. дисс. ... докт. экон. наук. М.: Ин-т мировой экономики и международных отношений РАН. 2007. 39 с.
- Долженко В.И., Захаренко В.А. Результаты фундаментальных и приоритетных прикладных исследований по защите растений за 2006–2010 годы и направления их развития // Вестник защиты растений. 2011. N 1. С. 3–12.
- Зубкова Л.Д. Финансовое обеспечение развития науки в Российской Федерации // Креативная экономика. 2012. N 1 (61). С. 23–28.
- Интервью Генерального директора Российского научного фонда Александра Хлунова «Газете.Ru» 23.05.2014 «Хороших заявок в 2,5 раза больше, чем грантов» [Электронный ресурс] <http://www.gazeta.ru/science/interview/nm/s6040141.shtml>
- Интервью Генерального директора Российского научного фонда Александра Хлунова «Газете.Ru» 30.01.2015 «Вопросы лукавства в науке стали решаться» [Электронный ресурс] http://www.gazeta.ru/science/2015/01/30_a_6392429.shtml
- Ларичев О.И., Минин В.А., Петровский А.Б., Шепелев Г.И. Российская фундаментальная наука в третьем тысячелетии // Вестник РАН. 2001. Т. 71, N 1. С. 13–18.
- Лунова Н.Н. К вопросу о засоренности посевов сельскохозяйственных культур на территории России в начале третьего тысячелетия // Второй Всероссийский съезд по защите растений. Санкт-Петербург, 5–10 декабря 2005 г. Фитосанитарное оздоровление экосистем. Материалы съезда. СПб, 2005. Т. 1. С. 332–334.
- Лунова Н.Н. Современная методология фитосанитарного мониторинга сорных растений // Защита и карантин растений. 2009. N 11. С. 21–24.
- Лунова Н.Н., Мыслик Е.Н. Методика изучения распространенности видов сорных растений // Методы фитосанитарного мониторинга и прогноза. СПб, 2012. С. 85–92.
- Маршкова-Шайкевич И.В. Вклад России в развитие науки: библиометрический анализ. М.: Янус, 1995. 244 с.
- Миндели Л., Черных С. Проблемы финансирования российской науки // Общество и экономика. 2009. N 1. С. 129–142.
- Мирская Е.З. Преобразования в российской академической науке: реформирование, модернизация или...? [Электронный ресурс] // Курьер РАН и ВШ. 2007. N. 6–7. <http://www.courier-edu.ru/cour0767/3700.htm>
- Наседкина Г. А., Левина С. И. Роль патентных исследований в создании конкурентных инновационных проектов // Защита и карантин растений. 2013. N 10. С. 8–9.
- Новожилов К.В., Павлюшин В.А. Научные школы ВIZR – истоки и развитие // Вестник защиты растений. 2010. N 4. С. 3–22.
- Павлюшин В.А. Проблемы фитосанитарного оздоровления агроэкосистем // Вестник защиты растений. 2011. N 2. С. 3–9.
- Павлюшин В.А., Бузов В.Н., Новожилов К.В., Танский В.И. Фундаментальные проблемы сельскохозяйственной энтомологии // Вестник защиты растений. 2008. N 1. С. 3–13.
- Павлюшин В.А., Фролов А.Н., Саулич М.И., Гричанов И.Я., Левитин М.М., Лунова Н.Н., Давидьян Г.Э., Овсянникова Е.И., Карлик Ф.А., Берин М.Н., Фасулати С.Р., Гуськова Л.А., Чумаков М.А., Кузнецова Т.А., Будревская И.А., Доронина А.И., Кравченко О.Е., Ларина С.Ю., Надточий И.Н., Соколова Т.Д., Хлопунова Л.Б., Кунгурцева О.В., Дмитриев А.П., Афанасенко О.С., Михайлова Л.А., Бильдер И.В., Гагкаева Т.Ю., Гасич Е.Л., Гулятьева Е.И., Цыпленков А.Е., Якуткин В.И., Ишкова Т.И., Троян В.Н., Афонин А.Н., Ли Ю.С., Шаулите М.С., Greene S.L. Карты распространения и вредоносности сорных растений, вредителей и болезней культурных растений как важнейшая часть компьютерного сельскохозяйственного атласа России и сопредельных стран // Второй Всероссийский съезд по защите растений. Санкт-Петербург, 5–10 декабря 2005. Фитосанитарное оздоровление экосистем (Материалы съезда в двух томах). Т. 1. СПб, 2005. С. 70–73.
- Салтыков Б.Г. Уроки реформирования российской науки (последнее десятилетие XX – начало XXI вв.) // Альманах «Наука, Инновации, Образование». М.: Изд. Дом «Парад», 2006. С. 8–28.
- Федеральный закон от 02.11.2013 N 291-ФЗ «О Российском научном фонде и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» // Российская газета, N 249, 06.11.2013.
- Фролов А.Н. Современные направления совершенствования прогнозов и мониторинга // Защита и карантин растений. 2011. N 4. С. 15–20.
- Фролов А.Н. Луговой мотылек *Loxostege sticticalis* L. (Lepidoptera, Crambidae) в фокусе проблем сельскохозяйственной энтомологии. I. Периодичность массовых размножений // Энтомолог. обозр. 2015. Т. 94, Вып. 1. С. 3–16.
- Фролов А.Н., Малыш Ю.М., Токарев Ю.С. Особенности биологии и прогнозирования динамики численности лугового мотылька *Pyrausta sticticalis* L. (Lepidoptera, Pyraustidae) в период низкой его численности в Краснодарском крае // Энтомолог. обозр. 2008. Т. 87, Вып. 2. С. 291–302.
- Фролов А.Н., Малыш Ю.М., Токарев Ю.С., Зверев А.А., Аханаев Ю.Б. Цикличность динамики численности эруптивного типа: луговой мотылек как пример // В кн.: Фитосанитарная оптимизация агроэкосистем. III Всероссийский съезд по защите растений (Санкт-Петербург, 16–20 декабря 2013 г.). СПб: ВIZR, 2013б. Т. 1. С. 93–97.
- Фролов А.Н., Сергеев Г.Е., Малыш Ю.М., Конончук А.Г., Грушевая И.В. Цикличность многолетней динамики численности вредных насекомых: кукурузный мотылек как пример // В кн.: Фитосанитарная оптимизация агроэкосистем. III Всероссийский съезд по защите растений (Санкт-Петербург, 16–20 декабря 2013 г.). СПб.: ВIZR, 2013а. Т. 1. С. 89–93.
- Чиженкова Р.А. Библиометрический анализ инициативных научных проектов по разным областям знания, поддержанных Российским Фондом Фундаментальных Исследований (итог 15 лет) // Современные проблемы науки и образования. 2010. N 3. С. 130–135.
- Чиженкова Р.А. Библиометрический анализ инициативных научных проектов по биологии и медицинской науке, поддержанных Российским

- Фондом Фундаментальных Исследований за 20 лет // Успехи современного естествознания. 2014. N 9. С.155–158.
- Юревич А.В., Цепенко И.П. Нужны ли России ученые? М.: Эдиториал УРСС, 2001. 200 с.
- Frolov A.N., Audiot P., Bourguet D., Kononchuk A.O., Malysh J.M., Ponsard S., Streiff R., Tokarev Y.S. "From Russia with lobe" genetic differentiation in trilobed uncus *Ostrinia* spp. follows food plant, not hairy legs. // Heredity. 2012. V. 108, N 2. P. 147–156.
- Frolov A., Grichanov I., Saulich M., Ovsyannikova E., Davidyan G., Berim M., Malysh J., Afonin A., Greene S. Electronic agricultural atlas of insect pests and other harmful organisms of the Former Soviet Union // Abstracts CD & Author's List. XXIII International Congress of Entomology, 6–12 July, 2008, Durban, South Africa. 2008. Abstract # 1663.
- Translation of Russian References**
- Afonin A.N., Greene S.L., Dzyubenko N.I., Frolov A.N. (eds). Interactive agricultural ecological atlas of Russia and neighboring countries. Economic plants and their diseases, pests and weeds [Online]. Available at: <http://www.agroatlas.ru>.
- Alfimov M., Minin V., Libkind A. Country of science – the RFBR. Vestnik RFFI. 2000. N 2 (20). P. 5–29.
- Berdashkevich A.P. Russian science: state and prospects. Sotsiologicheskie issledovaniya. 2000. N 3. P. 118–123.
- Chizhenkova R. A. Bibliometric analysis of initiative research projects in biology and medical science, supported by the Russian Foundation of Basic Research during 20 years. Uspekhi Sovremennogo estestvoznania. 2014. N 9. P. 155–158.
- Chizhenkova R.A. Bibliometric analysis of initiative research projects on different areas of knowledge supported by the Russian Foundation of Basic Research (a result of 15 years). Sovremennye Problemy nauki i obrazovaniya. 2010. N 3. P. 130–135.
- Dezhina I.G. "Leakage of minds" from Post-Soviet Russia: evolution of the phenomenon and its estimates. Naukovedenie. 2002. N. 3. P. 25–56.
- Dezhina I.G. State regulation of science in Russia: Avtoref. diss. ... dokt. ekon. nauk. Moscow: Institute of world economy and international relations RAN, 2007. 39 p.
- Dolzhenko V.I., Zakharenko V.A. Results of basic and priority applied research in the field of plant protection in 2006–2010 and the directions of its progress. Vestnik zashchity rastenii. 2011. N 1. P. 3–12.
- Frolov A.N. Modern trends of improvement in forecasts and monitoring. Zashchita i karantin rsatenii. 2011. N 4. P. 15–20.
- Frolov A.N. The beet webworm *Loxostege sticticalis* L. (Lepidoptera, Crambidae) in the focus of agricultural entomology objectives. I. The periodicity of pest outbreaks. Entomologicheskoe obozrenie. 2015. V. 94, N 1. P. 3–16.
- Frolov A.N., Malysh Yu.M., Tokarev Yu.S. Biological features and population density forecasts of the beet webworm *Pyrausta sticticalis* L. (Lepidoptera, Pyraustidae) in the period of low population density of the pest in Krasnodar Territory. Entomologicheskoe obozrenie. 2008. V. 87, N 2. P. 291–302.
- Frolov A.N., Malysh Yu.M., Tokarev Yu.S., Zverev A.A., Akhanayev Yu.B. Cyclicity of eruptive population dynamics: the beet webworm as an example. Tretii Vserossiiskii s'ezd po zashchite rastenii. St. Petersburg, December 16–20, 2013. Phitosanitarnaya optimizatsiya agroekosistem. Materialy s'ezda. Saint Petersburg, 2013b. V. 1. P. 93–97.
- Frolov A.N., Sergeev G. E., Malysh Yu.M., Kononchuk A.G., Grushevaya I.V. Cyclicity of long-term population dynamics of harmful insects: the European corn borer as an example. Tretii Vserossiiskii s'ezd po zashchite rastenii. St. Petersburg, December 16–20, 2013. Phitosanitarnaya optimizatsiya agroekosistem. Materialy s'ezda. Saint Petersburg, 2013a. V. 1. P. 89–93.
- Interview of Alexander Khlunov, director general of the Russian Scientific Foundation to "Gazeta.Ru" 23.05.2014 "Good applications more than grants in 2,5 times" [An electronic resource] <http://www.gazeta.ru/science/interview/nm/s6040141.shtml>
- Interview of Alexander Khlunov, director general of the Russian Scientific Foundation to "Gazeta.Ru" 30.01.2015 "Questions of slyness in science began to be solved" [an electronic resource] http://www.gazeta.ru/science/2015/01/30_a_6392429.shtml
- Larichev O.I., Minin V.A., Petrovsky A.B., Shepelev G. I. Russian basic science in the third millennium. Vestnik RAN. 2001. V. 71, N 1. P. 13–18.
- Luneva N.N. Modern methodology of phytosanitary monitoring of weed plants. Zashchita i karantin rastenii. 2009. N 11. P. 21–24.
- Luneva N.N. To a question of crop contamination by weeds in the territory of Russia at the beginning of the third millennium. Vtoroi Vserossiiskii s'ezd po zashchite rastenii. St. Petersburg, December 5–10, 2005. Phitosanitarnoe ozdorovlenie ekosistem. Materialy s'ezda. Saint Petersburg, 2005. V. 1. P. 332–334.
- Luneva N.N., Mysnik E.N. Methods of studying distribution of weed plant species. Metody phitosanitnogo monitoringa i prognoza. Saint Petersburg, 2012. P. 85–92.
- Marshakova-Shaikovich I.V. Input of Russia into progress of science: bibliometric analysis. Moscow: Yanus, 1995. 244 p.
- Mindel L., Tchernykh S. Problems of financing Russian science. Obshchestvo i ekonomika. 2009. N 1. P. 129–142.
- Mirskaya E.Z. Transformations in the Russian academic science: reformation, modernization or ...? [an electronic resource]. Kurier RAN i VSh. 2007. N 6–7. <http://www.courier-edu.ru/cour0767/3700.htm>
- Nasedkina G.A., Levina S.I. Role of patent research in creation of competitive innovative projects. Zashchita i karantin rastenii. 2013. N 10. P. 8–9.
- Novozhilov K.V., Pavlyushin V.A. Scientific schools of VIZR – sources and development. Vestnik zashchity rastenii. 2010. N 4. P. 3–22.
- Pavlyushin V.A. Problems of phytosanitary improvement of agroecosystems. Vestnik zashchity rastenii. 2011. N 2. P. 3–9.
- Pavlyushin V.A., Frolov A.N., Saulich M.I., Grichanov I.Ya., Levitin M.M., Luneva N.N., Davidyan G.E., Ovsyannikova E.I., Karlik F.A., Berim M.N., Fasulati S.R., Guskova L.A., Chumakov M. A., Kuznetsova T.A., Budrevskaya I.A., Doronina A.I., Kravchenko O.E., Larina S.Yu., Nadochay I.N., Sokolova T.D., Khlopunova L.B., Kungurtseva O.V., Dmitriyev A.P., Afanasenko O.S., Mikhaylova L.A., Bilder I.V., Gagkayeva T.Yu., Gasich E.L., Gulyaeva E.I., Tsyplenkov A.E., Yakutkin V.I., Ishkova T.I., Trojan V.N., Afonin A.N., Li Yu.S., Shaulite M.S., Greene S.L. Maps of distribution and harm of weeds, pests and diseases of cultivated plants as the most important part of the computer agricultural atlas of Russia and neighbor countries. Vtoroi Vserossiiskii s'ezd po zashchite rastenii. St. Petersburg, December 5–10, 2005. Phitosanitarnoe ozdorovlenie ekosistem. Materialy s'ezda. Saint Petersburg, 2005. V. 1. P. 70–73.
- Pavlyushin V.A., Burov V.N., Novozhilov K.V., Tansky V.I. Basic problems of agricultural entomology. Vestnik zashchity rastenii. 2008. N 1. P. 3–13.
- Saltykov B.G. Lessons of Russian science reformation (the last decade of XXth – the beginning of the XXIst centuries). Almanakh "Nauka, Innovatsii, Obrazovanie". Moscow: "Parad", 2006. P. 8–28.
- The federal law of 02.11.2013 No. 291-FZ "About the Russian scientific foundation and modification of some acts of the Russian Federation". Rossiiskaya Gazeta, N 249, 06.11.2013.
- Yurevich A.V., Tsapenko I.P. Whether scientists required for Russia? Moscow: Editorial URSS, 2001. 200 p.
- Zubkova L.D. Financial security of science development in the Russian Federation. Kreativnaya ekonomika. 2012. N 1 (61). P. 23–28.

Сведения об авторах

Всероссийский НИИ защиты растений, шоссе Подбельского, 3, 196608 Санкт-Петербург-Пушкин, Российская Федерация
 Павлюшин Владимир Алексеевич. Академик РАН, директор института
 Белякова Наталья Александровна. Ученый секретарь, к.б.н.
 Путевич Наталья Ивановна. Главный бухгалтер
 Левина Светлана Исааковна. Ведущий научный сотрудник, к.б.н.
 *Фролов Андрей Николаевич. Зав. лаб., д.б.н., профессор,
 координатор работ ВИЗР с РФФИ и РНФ, e-mail: vizrspb@email.ru

* Ответственный за переписку

Information about the authors

All-Russian Institute of Plant Protection, Podbelskogo shosse, 3, 196608, St Petersburg-Pushkin, Russian Federation
 Pavlyushin Vladimir Alekseevich. Director of VIZR, Academician
 Belyakova Nataliya Aleksandrovna. Academic secretary, PhD in Biology
 Putevich Nataliya Ivanovna. Chief Accountant
 Levina Svetlana Isaakovna. Leading Researcher, PhD in Biology
 *Frolov Andrei Nikolaevich. Head of Laboratory, DSc in Biology, coordinator responsible for relations with RFBR and RSF, e-mail: vizrspb@email.ru

* Responsible for correspondence

УДК 632.938.2:633/635

СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ИММУНОГЕНЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ МЯТЛИКОВЫХ И ЕЕ ВЛИЯНИЕ НА ВЗАИМОСВЯЗИ С ВРЕДНЫМИ ОРГАНИЗМАМИ В АГРОЭКОСИСТЕМАХ

Н.А. Вилкова, Л.И. Нефедова

Всероссийский НИИ защиты растений, Санкт-Петербург

Насыщенность посевных площадей в РФ устойчивыми сортами (7–11%), имеющими Государственную регистрацию в реестре селекционных достижений явно недостаточно для достижения стабилизирующего эффекта в функционировании агроэкосистем. Пополнение знаний о структурной организации иммунологической системы растений, её функционировании в агроэкосистеме, и характере ответных реакций растения-хозяина на воздействие гетеротрофов предполагает изучение сложных биологических систем, придает исследованиям особую актуальность. Цель исследований – разработка методологических и методических подходов к обоснованию конструирования экологически устойчивых биологических сообществ, имеющих в основе формы растений с иммуногенетическими механизмами к воздействию вредных организмов. В результате многолетних исследований выявлены иммунологически значимые механизмы структурной организации иммунной системы злаков и созданы информационные базы данных. Компонентами системы служили экономически значимые виды вредителей злаков: щитники-черепашки (Scutelleridae), щитники (Pentatomidae), слнпяки (Miridae), трипсы (Thripidae), злаковые тли (Homoptera, Aphidoidea), злаковые мухи (Chloropidae), пилильщики (Cephalidae), пяденица красногрудая (*Lema melanopus* L.), серая зерновая совка (*Arpamea anceps* Schiff) и др. Ведущее значение во взаимодействии злаков с вредными организмами имеют механизмы морфологического, атрептического и ингибиторного барьеров, определяющих уровень и характер давления на популяции гетеротрофов. Это приводит к развитию у вредителей синдрома «неполного голодания», повышению энергозатрат на добычу пищи, сопровождается гетерохрониями и снижением плодовитости. Научно обоснованы и разработаны 3 типа концептуальных моделей: модель пшеницы с групповой устойчивостью к хлебным клопам; модель системы взаимосвязей злаков с основными вредителями; структурно-функциональная модель биологической системы «мятликовые – насекомые-фитофаги – ассоциированные фитопагоены». Использование этих моделей при совершенствовании селекционных программ будет способствовать повышению урожайности, стабилизации фитосанитарного состояния агробиоценозов.

Ключевые слова: иммунитет, механизмы иммунитета, злаки, насекомые-фитофаги, биологическая система, концептуальные сущности, атрибуты, связи.

Важнейшим элементом совершенствования земледелия является возделывание высокопродуктивных сортов сельскохозяйственных культур, характеризующихся ценными пищевыми, технологическими и товарными качествами, а также устойчивостью к абиотическим и биотическим стрессам, обладающих высокой средообразующей способностью, и определяющих деятельность вредных и полезных организмов в агробиоценозах [Шапиро, 1985; Жученко, 2004, 2010; Павлюшин и др., 2005, 2008, 2013].

Получение стабильных урожаев определяется способностью растений обеспечивать физиологический гомеостаз основных продукционных процессов с учетом энергетической «цены» защитно-компенсаторных реакций на воздействие биотических и абиотических факторов. Это обусловлено тем, что каждый сорт обладает специфической генетически закрепленной нормой реакции на действие различных биотических и абиотических стрессов [Жученко, 2004]. Автор отмечает, что экологическая устойчивость сортов на воздействие различного рода стрессов, в том числе на поврежденность вредными организмами, обеспечивается благодаря интегрированности морфологических, ростовых, физиолого-биохимических и других свойств растений и их сбалансированной реализации в генотипе. При этом А.А.Жученко [2004] указывает на то, что «...ни один признак нельзя изменить отдельно от остальной генетической системы, поскольку незначительный отбор действует на организм в целом».

Создание устойчивых к вредителям и болезням сортов растений в настоящее время стало не только важнейшей проблемой народнохозяйственного значения, но и крупной экологической и социальной задачей. Мировая и отечественная практика располагает широким арсеналом сортов

сельскохозяйственных культур устойчивых к тем или иным видам вредных организмов. В настоящее время среди сортов важнейших полевых культур, имеющих Государственную регистрацию в реестре селекционных достижений, насыщенность посевных площадей устойчивыми формами растений недостаточна и составляет около 7–11%. Из мирового опыта известно, что стабилизирующий эффект в функционировании агроэкосистем достигается при насыщении устойчивыми формами около 70–80% посевной площади сельскохозяйственной культуры. Таким образом, этот важнейший резерв повышения урожайности и экологической устойчивости агробиоценозов полностью не реализуется и не соответствует решению задач оптимизации их фитосанитарного состояния.

Решение проблемы создания генотипов растений, устойчивых к биотическим и абиотическим факторам среды, связано с недостаточностью знаний о структурной организации иммунологической системы растений, ее функционировании в агроэкосистемах, о механизмах иммунитета и их генетической детерминации, специфике взаимоотношений гетеротрофов между собой, об их влиянии на повреждаемое и поражаемое растение, характере ответных реакций растения-хозяина на воздействие комплексов гетеротрофов, что вызывает необходимость глубокого изучения сложных биологических систем и придает проводимым в этом направлении исследованиям особую актуальность и своевременность.

Основная цель исследований состояла в разработке научных, методологических и методических подходов к обоснованию «конструирования» экологически устойчивых биологических сообществ, основу которых должны составлять формы растений с иммуногенетическими механизмами

ми защиты к воздействию вредных биотрофов, отвечающие требованиям адаптивного растениеводства, экологической и санитарно-гигиенической безопасности.

Одним из методических подходов к созданию стресс-устойчивых сортов сельскохозяйственных культур служит построение концептуальных моделей «идиотипов» с признаками, отвечающими за оптимизацию взаимоотношений растений с вредными организмами. Разработка концептуальных моделей различного типа биологических систем проводилась на основе информационных банков данных механизмов, составляющих структуру иммуногенетической системы злаков, и ее функционировании в агроэкосистемах, созданных в результате многолетних исследований, проводимых в лаборатории энтомологии и иммунитета растений к вредителям (ВИЗР).

С эволюционных позиций иммунитет рассматривается в связи с историей возникновения и развития механизмов защиты структурной и функциональной целостности организмов, их органов и тканей, а также как результат сопряженной эволюции организмов в системе ценозов, выполняя при этом функции механизма регуляции межвидовых отношений в сообществах и обеспечивая тем самым оптимальное функционирование всей системы [Опарин, 1973; Хайлов, 1970; Камшилов, 1970, 1974; Тимофеев-Ресовский, Воронцов и др., 1977]. Арсенал защитных механизмов того или иного биологического вида, в том числе и растений, определяется его структурно-функциональной организацией и местом в эволюционной иерархии видов [Галактионов, 1975; Петров, 1976; Вилкова, 1980; Румянцев, 1984; Шапиро, 1985; Вилкова, Ивашенко, 2001; Вилкова и др., 2009; Павлюшин и др., 2013]. Согласно положениям общей иммунологии, иммунитет того или другого вида проявляется только в процессе взаимодействия между членами специфических экологических систем, выступая в форме взаимодействия фенотипов [Бернет, 1964; Бойд, 1969; Метлицкий, Озерецковская, 1973; Рубин, Арциховская и др., 1975].

Интенсивное развитие в последние годы теоретических разработок как в области общей иммунологии о становлении, эволюции и функциях иммунитета у разных групп организмов к стрессам различной природы, так и в области биоэкологии способствовало формированию представлений о структурной организации иммуногенетической системы растений и ее функционировании в ценозах.

Классификация, проведенная на основе системного анализа известных в настоящее время факторов иммунитета растений по происхождению, структурной организации и особенностям функционирования, позволила обосновать общую систему иммуногенетических барьеров растений, которая включает две взаимосвязанные системы – конституционный иммунитет и индуцированный иммунитет [Вилкова, 1980]. Было установлено, что основу иммуногенетической системы семенных растений составляет неспецифический конституционный иммунитет, сформировавшийся как универсальная система механизмов, защищающая любой организм от экстремальных экологических воздействий, в том числе и от повреждающего воздействия вредных организмов [Румянцев, 1984].

Имуногенетическую систему растений также отличает полифункциональность в связи с многообразием целевых функций иммуногенетических барьеров. Исходя из этого, с учетом специфики организации членистоногих и многообразия их связей с кормовыми растениями, исследования иммунологических свойств растений строились преимущественно

на анализе генотипически детерминированных признаков и свойств вегетативных и репродуктивных органов.

Проблема устойчивости растений к насекомым в значительной мере является экологической – биоценотической, поскольку основу взаимоотношений растений и насекомых составляют трофические связи. Установлено, что барьерные функции, ограничивающие использование биотрофами растений как источника питания и среды обитания, выполняют разнообразные ростовые, органообразовательные, морфо-анатомические, морфофизиологические и физиолого-биохимические свойства растений [Вилкова, 1980; Шапиро, 1985, 1988]. Изучение сложных взаимосвязей кормовых растений с фитофагами, в свою очередь, позволило обосновать методологию выявления генотипов, характеризующихся устойчивостью к группам и комплексам вредных организмов в целях совершенствования селекционных программ. Основой этой методологии является скрининг генетически жестко детерминированных морфологических, морфофизиологических и физиолого-биохимических механизмов иммуногенетической системы растений, обуславливающих устойчивость к вредным организмам на уровне фенотипа. На наш взгляд, такой подход будет наиболее полно отражать взаимосвязи полигенного контроля иммунологических механизмов с генетической детерминацией продуктивности растений.

Биологическая система «растение-производитель – насекомое-фитофаг» – сложная открытая система, взаимодействие партнеров в которой осуществляется по принципу прямых (вещественных и энергетических) и обратных (информационных) связей. Необходимо учитывать особый характер взаимодействий насекомых и растений, который определяется двояким значением растений: являясь компонентом агробиоценоза, они играют роль экзогенного фактора по отношению к фитофагам, использование растений насекомыми как источника пищи придает им значение эндогенного фактора [Вилкова, 1975, 1980; Шапиро, 1988; Шапиро, Вилкова, 1989]. Организмы, составляющие эту систему, расположены на разных ступенях эволюционной лестницы, то есть различаются по уровню организации и, следовательно, наделены разными возможностями (программами) для реализации взаимодействий. При этом система является результатом противоречивых, но взаимосвязанных процессов – приспособительной эволюции фитофага, приспособительной эволюции растения, становления и развития их иммуногенетических систем.

Экологическое своеобразие системы «растение-производитель – насекомое-фитофаг» в агробиоценозах определяется необходимостью периодического возобновления взаимосвязей между составляющими ее элементами. При взаимодействиях фитофагов с сельскохозяйственными культурами в результате их ротации происходит частая смена стадий. Изменения в сортовом составе различных сельскохозяйственных культур, периодически осуществляемые в целях повышения продуктивности посевов, оказывают существенное воздействие на абиотические условия в агробиоценозах и биотические связи растений с населяющими эти территории вредными и полезными видами [Вилкова, 1979; Шапиро, 1988].

Изучение функционирования иммуногенетической системы культурных растений при взаимодействии с биотрофами в агробиоценозах позволило сделать вывод о том, что направление селекционных преобразований сельскохозяй-

ственных культур сформировало специфику структурной организации иммунитета у внутривидовых форм (сортов, гибридов, линий), и тем самым определило характер воздействия ее механизмов на консументов в агробиоценозах.

Мятликовые (Poaceae) являются основой питания для большинства населения Земного шара, исключительна их роль в животноводстве, а также в разных отраслях промышленности. В ходе длительной стихийной, а затем целенаправленной селекции у мятликовых (злаков) сформировалась специфическая структурная и функциональная организация иммуногенетической системы. В этой системе в качестве главных механизмов устойчивости, ограничивающих жизнедеятельность биотрофов, наибольшее значение имеют свойства растений, которые определяются особенностями прохождения жизненного цикла, их архитектоники, морфофизиологических и физиолого-биохимических свойств [Вилкова и др., 2009; Вилкова, Нефедова, 2010; Павлюшин и др., 2013]. Механизмы физиологического и оксидативного барьеров иммуногенетической системы злаков, основанные на проявлении действия физиологически активных веществ, не имеют особого значения, поскольку многолетняя селекция на высокое качество зерна проводилась с учетом снижения уровня этих веществ в растениях.

В настоящее время концептуальное моделирование становится важным теоретическим и методологическим направлением при конструировании новых генотипов, в котором синтезируются разрозненные данные об устойчивости растений, накопленные на основе синтеза сведений, полученных разными исследователями, что и позволяет создавать соответствующие банки данных. Разработка концептуальных моделей, основанных на использовании иммуногенетических механизмов растений, является одним из действенных путей повышения эффективности селекционных работ по созданию сортов злаков с групповой и комплексной устойчивостью к вредным организмам.

В рамках рассмотренной выше научной концепции о структурной и функциональной организации семенных растений и концепции групповой и комплексной устойчивости растений к вредным организмам нами была обоснована структура иммуногенетической системы злаков и описано ее функционирование в агроэкосистемах. Концептуальное моделирование этих процессов происходило последовательно: 1 этап – создание модели пшеницы с групповой устойчивостью к хлебным клопам и сопутствующим им фитопатогенам; 2 этап – создание модели системы взаимос-

вязей злаков с основными вредителями; 3 этап – создание структурно-функциональной модели биологической системы «мятликовые – насекомые-фитофаги – ассоциированные фитопатогены».

Процесс моделирования осуществлялся на основе проектирования разнообразия информационных баз данных, анализа совокупности механизмов иммуногенетической системы злаков и динамических связей ее элементов с биотрофами в онтогенетическом (эпигенетическом) направлении, предполагающем целенаправленное управление иммуногенезом в процессе роста и развития растений [Шапиро, 1985; Вилкова и др., 2004; Вилкова, Нефедова, 2010]. Основными принципами моделирования служили: блочный принцип управления [Гельфанд, Цетлин, 1961] и иерархичность структуры управления [Беклемишев, 1951; Ляпунов, 1970; Тимофеев-Ресовский, 1970]. Установлено, что с переходом к вышележащим уровням механизмы взаимодействия, свойственные нижележащим уровням, могут сохранять свое функциональное назначение, но ведущую роль приобретают новые типы взаимодействий, по отношению к которым первые находятся в подчиненном положении, что представляется важным моментом при конструировании предложенных нами концептуальных моделей. Соотношение между разными типами взаимодействий в биологических системах, существующих на разных уровнях организации, также следует принципам иерархичности систем.

На основе изучения особенностей структуры (механизмов) иммуногенетической системы злаков во взаимодействиях с хлебными клопами обоснована и разработана концептуальная модель пшеницы с групповой и комплексной устойчивостью к вредным организмам [Вилкова и др., 2009; Вилкова, Нефедова, 2010]. За основу разработки были взяты принципы построения концептуальной модели, описанной В.Д. Федоровым и Т.Г. Гильмановым (1980).

Основу представленной концептуальной модели составляет локальная база данных, включающая генетически детерминированные качественные механизмы устойчивости пшеницы к вредной черепашке, другим видам хлебных клопов и ассоциированным фитопатогенам, определяющие оптимальное функционирование агроэкосистем.

Разработанная общая блок-схема концептуальной модели представлена 3 блоками: 1 – особенности специфики роста и развития растений; 2 – особенности архитектоники растения, его органов, тканей и клеточных структур; 3 – физиолого-биохимические особенности растений (табл. 1).

Таблица 1. Концептуальная модель сорта пшеницы устойчивого к вредной черепашке, другим видам хлебных клопов и сопутствующим фитопатогенам

Барьеры иммуногенетической системы	Механизмы и параметры иммунологических барьеров
	Особенности специфики роста и развития растений
Органогенетический	Ускоренное прохождение сопряженных с видами вредителей этапов органогенеза растений
	Особенности архитектоники растения, структуры его органов, тканей, клеток
Морфологический	Колос плотный, ости или остевидные образования грубые; Колосковые чешуи овальные или яйцевидные, опушенность чешуй бархатисто-шерстистого типа; Плотное прилегание колосковых и цветковых чешуй к зерновке; Плотная структура оболочек зерновки (37-42 мкм); Эндосперм с высоким (более 50%) содержанием крахмальных зерен с диаметром более 15 мкм
	Физиолого-биохимические особенности растений
Атрептический	Стереохимическое несоответствие гидролаз потребителя молекулярным структурам пищи Низкий уровень атакуемости биополимеров пищи гидролазами потребителя
Ингибиторный	Особенности компонентного состава и структуры ингибиторов гидролаз вредных организмов

В результате исследований установлено, что морфологическими, морфофизиологическими и физиолого-биохимическими механизмами устойчивости пшеницы к хлебным клопам служат: ускоренное прохождение сопряженных с вредителями этапов органогенеза растений, обеспечивающих согласованность в пространстве и времени морфофункциональных изменений насекомых и растений, такие как плотный колос, широкие яйцевидной формы колосковые и цветковые чешуи, бархатисто-шерстистый тип их опушенности; особенности стереохимического строения эргастических структур зерновки, в частности, крахмала; особенности структуры ингибиторов гидролаз вредных организмов [Вилкова, 1968, 1980; Михайлова, 1973; Бартошко, 1974; Шапиро, 1985; Вилкова и др., 2009; Вилкова, Нефедова, 2010; Капусткина, 2011; Конарев и др., 2011, 2013]. Описанные морфологические механизмы строения колоса и его структур затрудняют хлебным клопам, особенно хлебному клопику и клопам-слепнякам, нахождение места для прокола и питания и в то же время препятствуют проникновению и распространению в зерновке аэрогенной инфекции. Как показали исследования, одна из причин разной перевариваемости эргастических веществ зерновки, в частности, крахмала гидролазами клопов связана с особенностями структуры эндосперма зерновки злаков – «мозаики эндосперма», являющейся систематическим признаком, проявляющимся в разнице морфологии крахмальных зерен и особенностей строения крахмала: соотношения в нем амилозы и амилопектина [Экман, 1972; Шапиро, Нефедова, 1985]. Наиболее существенны различия между генотипами по содержанию в эндосперме зерновок крупных крахмальных зерен, поскольку при внекишечном пищеварении ферменты клопов и других биотрофов преимущественно переваривают мелкозернистый крахмал, и в меньшей степени крупнозернистый.

Особое значение придавалось изучению механизмов атрептического и тесно связанного с ним ингибиторного барьеров. Механизмы проявления действия этих барьеров обусловлены специфическими особенностями атакуемости пищеварительными ферментами биотрофов основных биополимеров растений – белков, углеводов, липидов. Ингибиторы экзогенных гидролаз при этом обладают элементами защитных систем растений и вовлечены, наряду с пищеварительными ферментами насекомых, в сопряженную эволюцию растений и вредных организмов [Ипатов, 1972; Экман, 1972; Вилкова, 1976, 1980; Вилкова, Иващенко, 2001; Конарев, 2000; Конарев и др., 2011, 2013]. Молекулярной структуре основных биополимеров растений принадлежит важная роль в удовлетворении пищевых потребностей не только для вредителей, обладающих внекишечным пищеварением, но и для других видов биотрофов, использующих для питания ткани как репродуктивных, так и вегетативных органов растений. При этом энергетические затраты гетеротрофов на переваривание пищи при недостаточном стереохимическом ее соответствии гидролазам и низкой атакуемости биополимеров резко возрастают. Возможность приспособления вредных организмов к использованию неоптимальных в стереохимическом отношении биополимеров растений крайне низка, поскольку конформация ферментных систем потребителей биохимическим структурам пищи, эволюционно закреплена как элемент охраны структурной и функциональной целостности организмов [Покровский, 1974].

Для построения концептуальной модели взаимосвязей

мятликовых с основными вредителями, наиболее полно отражающих особенности взаимодействий составляющих ее компонентов, использовали направленный сбор экспериментальной информации, полученной в результате анализа императивных (наиболее существенных) свойств растений, определяющих их трофические связи с вредителями в соответствующих агроэкосистемах. Основа модели представлена 4 блоками. Эти блоки включают: фазы развития растений, их морфофизиологическое (онтогенетическое) состояние, формирование и развитие органов и тканей растений, повреждаемых вредителями, и группы насекомых-фитофагов. Из числа насекомых компонентами системы служили наиболее экономически значимые виды вредителей злаков: щитники-черепашки (Scutelleridae), щитники (Pentatomidae), слепняки (Miridae), трипсы (Thripidae), злаковые тли (Homoptera, Aphidoidea), из видов внутрисклеблевых вредителей – злаковые мухи (Chloropidae), пилильщики (Cephalidae), из видов листогрызущих – пьявица красногрудая (*Lema melanopus* L.), из грызунов – серая зерновая совка (*Apamea anceps* Schiff.) и др. виды (табл. 2).

Возрастные периоды растений были охарактеризованы по их способности к размножению [Уранов, 1965] с учетом прохождения этапов органогенеза [Куперман, 1977]. Выбор этих предикторов был обоснован четкой выраженностью онтогенетической периодичности и строгой приуроченности к использованию при питании лишь определенных органов и тканей растений, находящихся на тех или иных этапах их формирования. Как видно из таблицы, на первых этапах органогенеза четко прослеживаются взаимосвязи мятликовых, главным образом, с внутрисклеблевыми вредителями (злаковые мухи), использующими для питания меристему конуса нарастания побега. Листоед пьювица приурочена к питанию тканями базальной и средней части листовой пластинки в средней части яруса растений в период от кущения до колошения злаков. Наличие в соцветиях разных по степени формирования плодоземелюбов способствует возможности использования их в пищу такими видами вредителей, как щитники-черепашки, черепашки, трипсы, злаковые тли, зерновая совка. С момента колошения злаков, их цветения и формирования зерновок возрастает численность поливольтинных видов черепашек, трипсов, клопов-слепняков. К моменту наступления полной спелости зерновок, эти виды мигрируют на другие кормовые растения. Вредная черепашка, имея одногодичную генерацию, связана с кормовыми растениями на протяжении всего их онтогенеза. Питание клопов сосредоточено главным образом в зоне локализации конуса нарастания, впоследствии эмбрионального, а затем сформировавшегося колоса и его структур до наступления полной спелости зерновок.

К сложным и еще мало исследованным аспектам фитобиоиммунологии следует отнести проблему биоценологических функций иммунологической системы растений в агробиоценозах и в связи с этим как стратегию конструирования генотипов растений с определенными свойствами, так и стратегию их использования в агроэкосистемах. Необходимость исследований биоценологических функций иммунитета растений диктуется, прежде всего, задачами рационального и эффективного использования иммунологических разработок в конкретных условиях агробиоценозов. Эти задачи приобрели особую актуальность в последнее время в связи с резким усилением антропогенных воздействий на экосистемы хозяйственной деятельности человека, приводящих к нарушениям структурно-функциональной организации

Таблица 2. Концептуальная модель взаимосвязей в биологической системе «мятликовые – насекомые-фитофаги»

Фазы развития растений	Онтогенетическое состояние растений		Органы и ткани растений	Насекомые-фитофаги
	способность к размножению	этапы органогенеза		
Всходы – кущение – начало выхода в трубку	Прегенеративное, не способное к размножению молодое	I – IV	Конус нарастания (меристема)	Вредная черепашка, шведские мухи, пшеничная муха, ростковая муха
			Стебель (меристема)	Злаковые мухи
			Лист (мезофилл)	Пьявица, злаковые тли
			Корни	Проволочники, ложнопроволочники
Выход в трубку – колошение	Генеративное, способное к размножению Раннее: формирование соцветия и цветка; спорогенез, гаметогенез	V – VIII	Соцветие, цветки (спорогенные ткани)	Настоящие щитники, щитники-черепашки, трипсы, зерновая совка
			Стебель(паренхима)	Пилильщики
			Лист(мезофилл)	Пьявица
Формирование зерновки – молочная спелость	Генеративное Зрелое: оплодотворение; образование зиготы; формирование зерновки	IX – X	Колосковые и цветковые чешуи (элементы проводящей системы). Формирующиеся зерновки (эндоспермальные ткани)	Настоящие щитники, щитники-черепашки, трипсы, клопы-слепняки, злаковые тли, зерновая совка
Восковая спелость. Полная спелость	Генеративное Позднее: субсенильное и сенильное состояние растений	XI – XII	Стебель (прикорневая стеблевая паренхима)	Пилильщики
			Зерновки(эндоспермальные и зародышевые ткани)	Вредная черепашка, остроплечий щитник, ягодный клоп, хлебный клопик, зерновая совка, хлебные жуки

биологических сообществ, в том числе и в агроэкосистемах [Павлюшин и др., 2013].

В основе предложенной концептуальной модели «мятликовые – насекомые-фитофаги – сопутствующие фитопатогены» заложены два блока, определяющие биоценообразующую роль растений в агроэкосистемах: первый блок представлен механизмами иммуногенетической системы мятликовых; второй блок характеризует проявление действия этих механизмов на биотический потенциал вредных организмов (рис. 1). Стержневыми элементами модели служат механизмы иммуногенетической системы злаков: скорость ростовых и органообразовательных процессов, особенности архитектоники органов и тканей, особенности морфофизиологических и физиолого-биохимических процессов, определяемые сложными кинетическими изменениями, происходящими в жизненном цикле растений в совокупности их взаимодействий с вредными организмами. Структурное и функциональное разнообразие в системе

«мятликовые – насекомые-фитофаги – ассоциированные фитопатогены» основывается на особенностях состояния элементов этой сложной системы, динамическом разнообразии трансбиотических связей между ними в определенный период времени. При этом специфика ответной реактивности фитофагов определяется представленностью в растениях тех или иных механизмов устойчивости и проявляется в развитии компенсаторно-приспособительных реакций и в формировании патологии, приводящей к стрессу или к их гибели. Эффект действия описанных выше механизмов иммуногенетической системы злаков на насекомых проявляется в понижении уровня обмена веществ, в том числе в пропорциональном снижении активности ферментов аэробного и анаэробного обменов, изменениях пищевого поведения, компенсаторно-приспособительных реакций, строения и функционирования пищеварительной системы, что приводит у потребителей к формированию синдрома «неполного голодания», вызывает повышение энергозатрат

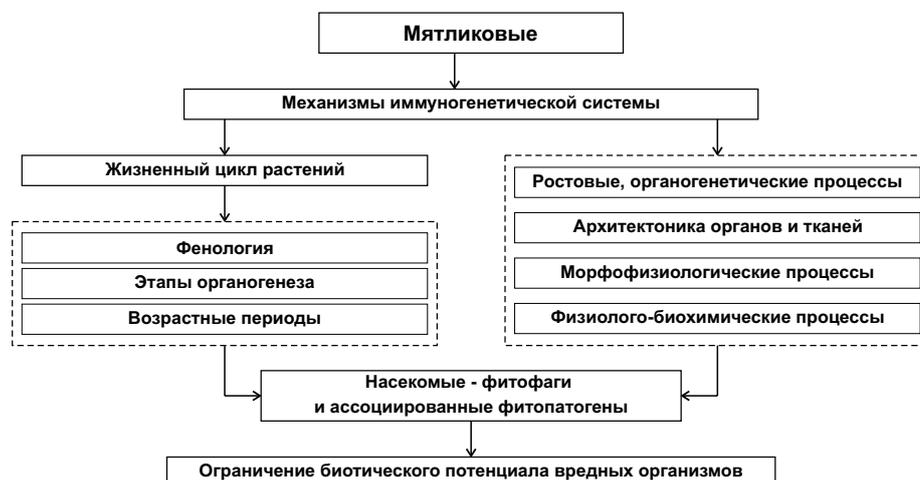


Рисунок 1. Концептуальная модель функционирования иммуногенетической системы злаков в агроэкосистемах

на пишедобывающую деятельность, сказывается на снижении КПД усвоения пищи и сопровождается гетерохрониями и снижением их плодовитости [Вилкова, 1980, 1998, 2000; Вилкова, Иващенко, 2001; Павлюшин, Вилкова и др. 2008,

2010, 2013]. Суммарный эффект биоценологического значения устойчивых форм растений характеризуется как один из важнейших факторов сдерживания численности вредных организмов, независимо от плотности их популяций.

Заключение

Таким образом, иммуногенетическая система мятликовых, ее структура и функции служат интегральным выражением различных свойств растений и многообразия их взаимодействий с биотрофами в агроэкосистемах. Совокупное воздействие на популяции вредных организмов указывает на ведущее значение в этих процессах представленности у растений рассмотренных выше механизмов морфологического, органогенетического, атрептического и ингибиторного барьеров иммуногенетической системы злаков, определяющих уровень и характер давления на популяции гетеротрофов. Установлено, что эти факторы, наряду с ограничением биотического потенциала вредных организмов, повышают эффективность защитных

мероприятий, но, как правило, в отличие от токсинов, не индуцируют адаптивное формообразование и появление микроэволюционных процессов в популяциях вредных организмов, сохраняя тем самым структуру ценоза (Павлюшин, Вилкова и др., 2008, 2010, 2013).

Предложенные концептуальные модели, разработанные на основе многолетних исследований, создания информационные баз данных по структурной организации и функционированию иммуногенетической системы мятликовых в агроэкосистемах, направлены на совершенствование селекционных программ по созданию сортов с заданными иммунологическими свойствами.

Plant Protection News, 2015, 2(84), p. 13 – 20

STRUCTURAL-FUNCTIONAL ORGANIZATION OF POACEAE IMMUNOGENETIC SYSTEM AND ITS INFLUENCE ON INTERRELATIONS BETWEEN GRASSES AND PEST ORGANISMS IN AGROECOSYSTEMS

N.A. Vilkova, L.I. Nefedova

All-Russian Institute of Plant Protection, St Petersburg

The scientific concept of the structural and functional organization of immunogenetic system of seeded plants and the concept of group and complex resistance of plants to pest organisms were used to substantiate the structure of cereal immunogenetic system, and its functioning in agroecosystems was described. The conceptual models directed on improvement of selection programs for creation of grades with the set of immunological properties were developed on the basis of information analysis of mechanisms of cereal immunogenetic system and dynamic relations of its elements with biotrophs. As the system components, the most economically significant pests of cereals were selected from the families Scutelleridae, Pentatomidae, Miridae, Thripidae, Chloropidae, Cephidae, superfamily Aphidoidea, a beetle *Lema melanopus* L., a moth *Apamea anceps* Schiff.) etc. Mechanisms of morphological, atreptic and inhibitory barriers have the leading role in interaction of cereals and pest organisms, determining the pressure level and character upon heterotroph populations. As a result, pests form a syndrome of “incomplete starvation”, increase consumption energy for food search, develop heterochrony and decrease fertility. Three types of conceptual models are developed: model of wheat group resistance to grain bugs; model of interrelation system of cereals with main pests; structurally functional model of biological system “Poaceae – insect phytophages – associated phytopathogens”. The use of these models at improvement of selection programs will promote yield increase, stabilization of phytosanitary condition of agrobiocenoses.

Key words: immunity; immunity mechanism; cereals; insect phytophage; biological system; conceptual essence; attribute; communication.

Библиографический список (References)

- Бартошко Р.И. Особенности взаимоотношений вредной черепашки с растениями озимой пшеницы: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Л.: 1974. 23 с.
- Беклемишев В.Н. О классификации биоценологических (синфизиологических) связей // Бюлл. Моск. общ-ва исп. природы. Отдел Биология, 1951. 56(2). С. 3–30.
- Бернет Ф.М. Целостность организма и иммунитет. М.: Мир, 1964. 182 с.
- Бойд У. Основы иммунологии. М.: Мир, 1969. 648 с.
- Вилкова Н.А. К физиологии питания вредной черепашки *Eurygaster integriceps* Put. (Heteroptera, Scutellaridae). // Энтомологическое обозрение. 1968. 47(4). С. 701–710.
- Вилкова Н.А. Физиолого-биохимические основы иммунитета растений к вредителям. Л: Колос, 1975. С. 21–31.
- Вилкова Н.А. Физиологические основы теории устойчивости растений к вредителям: автореф. дисс. ... докт. с.-х. наук. Л.: 1980. 48 с.
- Вилкова Н.А. Иммунитет растений к вредным организмам и его биоценологическое значение в стабилизации агроэкосистем и повышении устойчивости растениеводства // Вестник защиты растений. 2000, 2. С. 3–15.
- Вилкова Н.А., Иващенко Л.С. Иммунитет растений к вредителям и его роль в биорегуляции агроэкосистем // Труды РЭО. 2001, 72. С. 129–144.
- Вилкова Н.А., Нефедова Л.И. Параметры механизмов иммунитета зерновых культур // Научно обоснованные параметры конструирования устойчивости к вредителям сортов сельскохозяйственных культур. СПб.: 2010. С. 14–32.
- Вилкова Н.А., Нефедова Л.И., Асякин Б.П., Конарев Ал.В., Верещагина А.Б., Иванова О.В., Раздубурдин В.А., Фасулати С.Р., Юсупов Т.М. Принципы и методы выявления источников групповой и комплексной устойчивости основных сельскохозяйственных культур к вредным организмам. СПб.: 2009. 88 с.
- Галактионов В.Г. Естественная история иммунитета // Природа. 1975, 12. С. 20–29.
- Гельфанд И.М., Цетлин М.Л. О континуальных моделях управляющих систем // Докл. АН СССР, 196. 137(2). С. 295–298.
- Жученко А.А. Экологическая генетика культурных растений и проблемы агрофермы (теория и практика). М.: Агрорус, 2004. Т. 1. – 690 с; Т.2. – 466 с.
- Жученко А.А. Экологическая генетика культурных растений как самостоятельная научная дисциплина. Теория и практика. Краснодар: Просвещение Юг, 2010. 485 с.

- Ипатова Т.Н. Некоторые особенности липидного обмена в онтогенезе вредной черепашки (*Eurygaster integriceps* Put.) при питании на разных сортах пшеницы: автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Л.: 1972. 22 с.
- Камшилов М.М. Биотический круговорот. М.: Наука, 1970. 160 с.
- Камшилов М.М. Преобразование информации в ходе эволюции. М.: Знание, 1974. 64 с.
- Капусткина А.В. Проявление вредности вредной черепашки при повреждении семенного зерна пшеницы: автореф. дисс. ... канд. биол. наук. СПб–Пушкин. 2011. 20 с.
- Конарев А.В. Ингибиторы протеина и устойчивость картофеля к колорадскому жуку // Генетика, инженерия и экология. М.: РАН, 2000. 1. С. 35–40.
- Конарев Ал.В., Конарев А.В., Нефедова Л.И., Губарева Н.К., Д.Сиври Озай. Анализ полиморфизма гидролизующих клейковину протеиназ в зерновках пшеницы, поврежденной вредной черепашкой *Eurygaster integriceps* Put. и родственными ей клопами // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. 2013. 5. С. 7–11.
- Куперман Ф.М. Морфобиология растений. М.: Высшая школа, 1977. 287 с.
- Ляпунов А.А. О рассмотрении биологии с позиции изучения живой природы как большой системы // Проблемы методологии системного исследования. М.: 1970. С. 184–226.
- Метлицкий Л.В., Озерецковская О.Л. Фитоиммунитет. М.: Наука, 1973. 169 с.
- Михайлова Н.А. Эколого-физиологическое обоснование вредности слепяков (*Trigonotylus ruficornis* Geoffr. и *Lygus rugulipennis* Poppius) на пшенице: автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Л.: 1973. 26 с.
- Опарин А.И. Этапы предбиологической эволюции / Проблемы возникновения и сущности жизни. М.: Наука, 1973. С. 156–176.
- Павлюшин В.А., Вилкова Н.А., Сухорученко Г.И., Фасулати С.Р., Нефедова Л.И. Фитосанитарные последствия антропогенной трансформации агроэкосистем // Вестник защиты растений. 2008. 3, С. 3–26.
- Павлюшин В.А., Вилкова Н.А., Сухорученко Г.И., Нефедова Л.И. Вредная черепашка: распространение, экологическая пластичность, вредность, методы контроля // Защита и карантин растений. 2010, 1. С. 53–84.
- Павлюшин В.А., Вилкова Н.А., Сухорученко Г.И., Нефедова Л.И., С.Р. Фасулати. Фитосанитарная дестабилизация агроэкосистем. СПб.: НППЛ «Родные просторы», 2013. 184 с.
- Петров Р.В. Иммунология и иммуногенетика. М.: 1976. 336 с.
- Покровский А.А. Роль биохимии в развитии науки о питании. М.: Наука, 1974. 125 с.
- Румянцев С.Н. Микробы, эволюция, иммунитет. Л.: Наука, 1984. 170 с.
- Рубин Б.А., Арциховская Е.В., Аксенова В.А. Биохимия и физиология иммунитета растений. М.: Высшая школа, 1975. 319 с.
- Тимофеев–Ресовский Н.В. Структурные уровни биологических систем. / Системные исследования. АН СССР, М.: Наука, 1970, с. 80–91.
- Тимофеев–Ресовский Н.В., Воронцов Н.Н., Яблоков А.В. Краткий очерк теории эволюции. М.: Наука, 1977. 407 с.
- Уранов А.А. Фитогенное поле // Проблемы современной ботаники, 1965. С. 251–254.
- Федоров В.Д., Гильманов Т.Г. Экология. М.: МГУ, 1980. 464 с.
- Хайлов К.М. Системы и систематизация в биологии // Проблемы методологии системного исследования. М.: Наука, 1970. С. 127–145.
- Шапиро И.Д. Иммунитет полевых культур к насекомым и клещам. Л.: ЗИН АН СССР, 1985. 321 с.
- Шапиро И.Д. Экологические основы защиты растений от вредителей при возделывании сельскохозяйственных культур по интенсивной технологии на примере зерновых и зернобобовых культур. Л.: ЛСХИ, 1988. 73 с.
- Шапиро И.Д., Вилкова Н.А. Устойчивые к вредителям сорта сельскохозяйственных культур – важнейший фактор оздоровления фитосанитарной обстановки в агробиоценозах // Сельскохозяйственная биология, серия «Биология растений», 1989. N 3. С. 98–103.
- Шапиро И.Д., Нефедова Л.И. Строение эндосперма как критерий устойчивости пшеницы к вредной черепашке (*Eurygaster integriceps* Put.). // Устойчивость сельскохозяйственных растений к вредителям и проблемы защиты растений. Л.: 1985. С. 28–33.
- Экман Н.В. Некоторые особенности воздействия пищеварительных ферментов вредной черепашки (*Eurygaster integriceps* Put.) на зерновку пшеницы: автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Л.: 1972. 24 с.
- Konarev A.V., Beaudoin F., Marsh J., Vilkova N.A., Nefedova L.I., Sivri D., Koxsel N., Shewry P.R., Lovegrove, Characterization of a Glutenin-Specific Serine Proteinase of Sunn bug *Eurygaster integriceps* Put. // Agricultural and food chemistry, F. (2011), 5(6). P. 2462–2470.

Translation of Russian References

- Bartoshko R.I. Features of relationship of Sunn pest with plants of winter wheat. PhD Abstract. Leningrad. 1974. 23 p.
- Beklemishev V.N. About classification the biocenological (sinphysiological) relations. Byull. Mosk. obshch-va isp. prirody. Otdel Biologiya, 1951. 56(2). P. 3–30.
- Bernet F.M. Organism integrity and immunity. Moscow: Mir, 1964. 182 p.
- Boid U. Fundamentals of immunology. Moscow: Mir, 1969. 648 p.
- Ekman N.V. Some features of influence of digestive enzymes of *Eurygaster integriceps* Put. on wheat grain. PhD Abstract. Leningrad. 1972. 24 p.
- Fedorov V.D., Gil'manov T.G. Ecology. Moscow: MGU, 1980. 464 p.
- Galaktionov V.G. Natural history of immunity. Priroda. 1975, 12. P. 20–29.
- Gelfand I.M., Tsetlin M.L. About continual models of the operating systems. Dokl. AN SSSR, 196. 137(2). P. 295–298.
- Ipatova T.N. Some features of lipidic exchange in ontogenesis of *Eurygaster integriceps* Put. at feeding on different grades of wheat. PhD Abstract. Leningrad 1972. 22 p.
- Kamshilov M.M. Biotic circulation. Moscow: Nauka, 1970. 160 p.
- Kamshilov M.M. Transformation of information during evolution. Moscow: Znanie, 1974. 64 p.
- Kapustkina A.V. Manifestation of harmfulness of Sunn pest at damaging wheat grains. PhD Abstract. St Petersburg–Pushkin. 2011. 20 p.
- Khailov K.M. Systems and systematization in biology. In: Problemy metodologii sistemnogo issledovaniya. Moscow: Nauka, 1970. P. 127–145.
- Konarev A.V. Inhibitors of protein and resistance of potatoes to the Colorado beetle. In: Genetika, inzheneriya i ekologiya. Moscow: RAN, 2000. 1. P. 35–40.
- Konarev Al.V., Konarev A.V., Nefedova L.I., Gubareva N.K., D.Sivri Ozai. Analysis of polymorphism of proteinases hydrolyzing gluten in grains of wheat damaged by *Eurygaster integriceps* Put. and related bugs. Doklady Rossiiskoi akademii sel'skokhozyaistvennykh nauk. 2013. 5. P. 7–11.
- Kuperman F.M. Morphophysiology of plants. Moscow: Vysshaya shkola, 1977. 287 p.
- Lyapunov A.A. About consideration of biology from a position of studying wildlife as big system. In: Problemy metodologii sistemnogo issledovaniya. Moscow: 1970. P. 184–226.
- Metlitskii L.V., Ozeretskivskaya O.L. Phytoimmunity. Moscow: Nauka, 1973. 169 p.
- Mikhailova N.A. Ecological and physiological grounds of harmfulness of *Trigonotylus ruficornis* Geoffr. and *Lygus rugulipennis* Poppius) on wheat. PhD Abstract. Leningrad 1973. 26 p.
- Oparin A.I. Stages of prebiological evolution. In: Problemy vzniknoveniya i sushchnosti zhizni. Moscow: Nauka, 1973. P. 156–176.
- Pavlyushin V.A., Vilkova N.A., Sukhoruchenko G.I., Fasulati S.R., Nefedova L.I. Phytosanitary consequences of anthropogenous transformation of agroecosystems. Vestnik zashchity rastenii. 2008. 3, P. 3–26.
- Pavlyushin V.A., Vilkova N.A., Sukhoruchenko G.I., Nefedova L.I. Sunn Pest: distribution, ecological plasticity, injuriousness, control methods. Zashchita i karantin rastenii. 2010, 1. P. 53–84.
- Pavlyushin V.A., Vilkova N.A., Sukhoruchenko G.I., Nefedova L.I., S.R.Fasulati. Phytosanitary destabilization of agroecosystems. St Petersburg: NPPL «Rodnye prostory», 2013. 184 p.
- Petrov R.V. Immunology and immunogenetics. Moscow: 1976. 336 p.
- Pokrovskii A.A. Role of biochemistry in development of science about food. Moscow: Nauka, 1974. 125 p.
- Rubin B.A., Artsikhovskaya E.V., Aksenova V.A. Biochemistry and physiology of plant immunity. Moscow: Vysshaya shkola, 1975. 319 p.
- Rumyantsev S.N. Microbes, evolution, immunity. Leningrad: Nauka, 1984. 170 p.
- Shapiro I.D. Ecological bases of plant protection against pests at intensive technology cultivation of crops on the example of grain and leguminous crops. Leningrad LSKhI, 1988. 73 p.
- Shapiro I.D. Immunity of field cultures to insects and mites. Leningrad ZIN AN SSSR, 1985. 321 p.
- Shapiro I.D., Nefedova L.I. Endosperm morphology as criterion of wheat resistance to *Eurygaster integriceps* Put. In: Ustoichivost' sel'skokhozyaistvennykh rastenii k vreditelyam i problemy zashchity rastenii. Leningrad. 1985. P. 28–33.
- Shapiro I.D., Vilkova N.A. Grades of crops resistant to pests – the most important factor of improvement of phytosanitary situation in

- agrobiocenoses. Sel'skokhozyaistvennaya biologiya, seriya «Biologiya rastenii», 1989. N 3. P. 98–103.
- Timofeev–Resovskii N.V. Structural levels of biological systems. In: Sistemye issledovaniya. Moscow: AN SSSR, Nauka, 1970, p. 80–91.
- Timofeev–Resovskii N.V., Vorontsov N.N., Yablokov A.V. Short sketch of the theory of evolution. Moscow: Nauka, 1977. 407 p.
- Uranov A.A. Phytogenous field. In: Problemy sovremennoi botaniki, 1965. P. 251–254.
- Vilkova N.A. Physiological and biochemical bases of immunity of plants to pests. Leningrad: Kolos, 1975. P. 21–31.
- Vilkova N.A. Physiological bases of the theory of plant resistance to pests: DSc Abstract. Leningrad 1980. 48 p.
- Vilkova N.A. Plant immunity to pest organisms and its biocenological value in stabilization of agroecosystems and increase of plant growing stability. Vestnik zashchity rastenii. 2000, 2. P. 3–15.
- Vilkova N.A. To physiology of *Eurygaster integriceps* Put. feeding (Heteroptera, Scutellaridae). Entomologicheskoe obozrenie. 1968. 47(4). P. 701–710.
- Vilkova N.A., Ivashchenko L.S. Plant immunity to pests and his role in bioregulation of agroecosystems. Trudy REO. 2001, 72. P. 129–144.
- Vilkova N.A., Nefedova L.I. Parameters of immunity mechanisms of grain crops. In: Nauchno obosnovannyye parametry konstruirovaniya ustoychivosti k vreditelyam sortov sel'skokhozyaistvennykh kul'tur. St Petersburg: 2010. P. 14–32.
- Vilkova N.A., Nefedova L.I., Asyakin B.P., Konarev A.I.V., Vereshchagina A.B., Ivanova O.V., Razdoburdin V.A., Fasulati S.R., Yusupov T.M. Principles and methods of identification of sources of group and complex resistance of the main crops to pest organisms. St Petersburg: 2009. 88 p.
- Zhuchenko A.A. Ecological genetics of cultural plants and problem of the agrosphere (theory and practice). Moscow: Agorus, 2004. V. 1. – 690 p.; V. 2. – 466 p.
- Zhuchenko A.A. Ecological genetics of cultural plants as independent scientific discipline. Theory and practice. Krasnodar: Prosveshchenie Yug, 2010. 485 p.

Сведения об авторах

Всероссийский НИИ защиты растений, шоссе Подбельского, 3, 196608 Санкт-Петербург-Пушкин, Российская Федерация
 Вилкова Нина Александровна. Главный научный сотрудник, доктор сельскохозяйственных наук, e-mail: na-vilkova@yandex.ru
 *Нefедова Людмила Ивановна. Ведущий научный сотрудник, кандидат сельскохозяйственных наук, e-mail: Li-nefedova@yandex.ru

* Ответственный за переписку

Information about the authors

All-Russian Institute of Plant Protection, Podbelskogo shosse, 3, 196608, St Petersburg-Pushkin, Russian Federation
 Vilkova Nina Aleksandrovna. Principal Researcher, DSc in Biology, e-mail: na-vilkova@yandex.ru
 *Nefedova Ludmila Ivanovna. Leading Researcher, PhD in Agriculture, e-mail: Li-nefedova@yandex.ru

* Responsible for correspondence

УДК 575.825:582.28

МЕХАНИЗМЫ И СПОСОБЫ ВИДООБРАЗОВАНИЯ ФИТОПАТОГЕННЫХ ГРИБОВ

М.М. Левитин

Всероссийский НИИ защиты растений, Санкт-Петербург

Рассматриваются основные механизмы видообразования у грибов: мутационный процесс, генетическая рекомбинация при гибридизации, интеграция транспозонов в отдельные локусы генома и горизонтального переноса генов. Обсуждаются способы видообразования – аллопатрическое и симпатрическое. Приводятся примеры аллопатрического видообразования у грибов р. *Fusarium* и симпатрического видообразования у грибов р. *Pyrenophora* и *Cochliobolus*. Показано появление новых видов за счет расхождения по трофическим нишам. Рассматривается влияние органотропной специализации паразитов на процесс видообразования.

Ключевые слова: мутации, рекомбинация, транспозоны, аллопатрия, симпатрия.

Видообразование – процесс, приводящий к расщеплению одного вида на несколько видов, то есть к увеличению числа видов [Майр, 1974]. Эта проблема издавна интересовала многих биологов. В 18 веке и в начале 19 века происходила оживленная полемика о константности вида, при этом отсутствовали методы, позволяющие экспериментально подтверждать ту или иную концепцию. В то же время появилось представление об изменчивости видов и о возможности происхождения новых видов из старых. Открытым оставался вопрос о механизмах возникновения новых видов. В отношении грибов он был впервые поднят основателем отечественной микологии А.А. Ячевским. В 1927 г. была опубликована работа А.А. Ячевского «К вопросу о видообразовании у грибов». В этой статье впервые детально рассматривается мутационный процесс как один из возможных механизмов видообразования. Впервые А.А. Ячевский обобщает известную в то время литературу по мутационной изменчивости грибов, детально останавливаясь на различных типах мутаций. Мутационные изменения подразделяются А.А. Ячевским на две группы: морфологическая, при которой резко меняются морфологические признаки, и физиологическая, характеризующаяся изменением физиологических свойств грибов. В те годы у многих грибов были

описаны морфологические мутанты, различающиеся по цвету колоний и конидий, пигментации и другим свойствам. При этом стабильность признаков у некоторых мутантов сохранялась в достаточно большом количестве поколений. Особое внимание А.А. Ячевский уделяет субстратным мутациям, поскольку они определяют взаимоотношения между паразитом и питающим растением. Он приводит примеры, когда строго приуроченные к определенному питающему растению паразиты внезапно переходят на другое растение. Под влиянием нового субстрата будут накапливаться морфологические отличия, что, в конечном счете, приведет к обособлению нового вида. Один из примеров – вид пыльной головни, собранный Н.И.Вавиловым в Туркестане на дикой ржи. Образец был послан А.А. Ячевскому, который нашел незначительные, но отчётливые морфологические отличия от близкого вида *Ustilago tritici* (Pers.) Rostr. Новый вид был назван *Ustilago Vavilovi* Jacz. Спорами этого вида не удалось заразить пшеницу, следовательно, считает А.А., «мы имеем дальнейшую стадию обособления, именно явно выраженную специализацию и приобретение новых морфологических признаков, то есть полное выделение вида».

В последующие годы различные типы мутаций были

описаны у многих грибов (Левитин, Федорова, 1972). Спектр мутаций значительно расширился. Были выявлены биохимические мутанты, которые характеризовались измененными потребностями в определенных факторах роста [Btadle, Tatum, 1945], мутанты с измененной вирулентностью [Bailey, 1950], мутанты с измененной чувствительностью к химическим и физическим факторам [Morgan, 1952] и др. Мутационный процесс приводит к высокому уровню разнообразия в природных популяциях, создает исходный материал для эволюционных изменений.

Другой механизмом образования новых видов, по мнению А.А. Ячевского, – появление гибридных форм. В те годы были выполнены крупные работы по гибридизации и анализу расщепления ряда сумчатых и базидиальных грибов. В. Гольдшмидт [Goldschmidt, 1928] проводит скрещивания головневых грибов, М.Ньютон с соавторами – ржавчинных [Newton et al., 1930], Г. В. Кейтт [Keitt, 1952] – сумчатых. Все последующие исследования по гибридизации фитопатогенных грибов действительно показали, что генетическая рекомбинация при гибридизации приводит к различным изменениям в геноме грибов и служит источником появления новых форм и рас.

В 30 – 40-е годы XX века Х.Н. Хансен и Р.Е. Смит [Hansen, Smith, 1932; Hansen, 1942] впервые описали у гриба *Botrytis cinerea* Pers. явление гетерокариоза – существование в вегетативных клетках генетически различных ядер. В 50-е годы было обнаружено образование у гетерокарионов гетерозиготных диплоидов, которые в процессе митозов могут осуществлять рекомбинацию. Это явление было названо парасексуальным процессом [Pontecorvo, 1959]. Показано, что в процессе митотической рекомбинации могут выщепляться сегреганты с новыми свойствами.

Прошли годы, сменилось столетие. За это время были сделаны крупнейшие открытия в биологии, разработаны уникальные методы исследований. Проблема видообразования стала рассматриваться с учетом последних достижений биологической науки. Но она по-прежнему осталась сложной для биологов – эволюционистов. Обусловлено это разнообразием жизненных циклов, различиями в ядерном статусе, миграционными возможностями, наличием полового или бесполого размножения. Несомненно, этот процесс в первую очередь будет зависеть от биологических особенностей исходного вида. У видов, размножающихся половым путем, в основе видообразования будут лежать рекомбинативные процессы и репродуктивная изоляция. У агамных видов видообразование отличается от организмов, имеющих в жизненном цикле половой процесс. Нет никакой рекомбинации, и селективное давление на один ген имеет такой же эффект как на целый геном. Любая новая аллель, позволяющая адаптироваться в новой нише, может таким образом дать начало новому виду. Асексуальным организмом проще формировать дискретные разновидности.

В 1951 году были открыты мобильные генетические элементы – транспозоны. Это последовательности ДНК, способные перемещаться по геному, интегрироваться в отдельные локусы генома и приводить к различным хромосомным перестройкам. Если в результате хромосомных перестроек часть популяции становится репродуктивно изолированной, то дальше естественный отбор отсекает новую разновидность, что в дальнейшем может привести к возникновению нового вида гриба. Транспозоны сейчас описаны у многих видов грибов [Шнырева, 2003]. По мнению французской исследовательницы Татьяны Гиraud, в защите ге-

нома от транспозонов и сохранению, тем самым, геномной целостности микроорганизма важную роль играют эпигенетические механизмы, способствующие изоляции грибных популяций [Giraud et al., 2008].

Еще одним недавно открытым механизмом видообразования является горизонтальный перенос генов [Шестаков, 2009]. Суть этого явления заключается в том, что в геноме реципиента и донора обнаруживается ген, отсутствующий у близкородственных организмов. Перенос генов может осуществляться при физическом контакте клеток, при анастомозах, переноситься транспозонами и вирусами. В основном сведения о нем имеются для прокариотических организмов, но недавно появились работы, в которых демонстрируется горизонтальный перенос генов между видами и родами грибов. Известны примеры, когда непатогенные виды грибов становились патогенными в результате переноса генов, кодирующих синтез токсинов. Так, хозяино-специфичный токсин Tox A гриба *Stagonospora nodorum* (Berk.) E. Castell. & Germano в результате горизонтального переноса гена оказался в геноме гриба *Pyrenophora tritici-repentis* (Died.) Drechsler, что вызвало сильнейшее поражение культурных сортов пшеницы. Один из штаммов *Trichoderma reesei* E.G. Simmons приобрел при горизонтальном переносе генов кластер транскрибируемых генов, ответственных за ассимиляцию нитратов. Известно о включении в геном *Saccharomyces cerevisiae* Meyen ex E.C. Hansen некоторых бактериальных генов. В лабораторных условиях был осуществлен перенос хромосом между вегетативно несовместимыми биотипами *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc., Кластер генов, контролирующей ассимиляцию нитратов, был перенесен сначала от *Oomycota* к *Ascomycota* и *Basidiomycota*, затем от базидиомицета к аскомицету *T. reesei*, находящемуся в другой нише.

Китайские исследователи [Xie et al., 2008] продемонстрировали горизонтальный перенос рибосомальных генов между видами *Thanatephorus cucumeris* (A.B. Frank) Donk и *Ceratobasidium oryzae-sativae* P.S. Gunnell & R.K. Webster, выделенных из риса. Виды *Th. cucumeris* и *C. oryzae-sativae* были вегетативно несовместимы. Между ними не удалось получить анастомозы. Однако, паразитируя на одном хозяине, они подвергаются действию энзимов хозяина на клетки патогенов, в результате преодолевается вегетативная несовместимость и гифы сливаются. После этого происходит горизонтальный перенос генов между разными родами грибов. Доказательством тому является тот факт, что гибрид имел 4 типа рибосомальных ДНК: по одному от каждого вида и 2 химерных. Присутствие химерных форм указывает, что межвидовой гибрид не только содержит ядра родительских видов, но имеет место слияние ядер и митотическая рекомбинация.

Горизонтальный перенос генов является важнейшим источником быстрого приобретения и возникновения новых генов, способных привести к крупным перестройкам генома, к расширению его адаптационного потенциала, что, в конечном итоге, приведет к появлению новых разновидностей или видов. Приобретение “чужих” генов существенно повлияет на фенотип организма, на его адаптационные возможности и дать начало новой субпопуляции, которая способна вытеснить предсуществующий вид. Горизонтальный перенос генов способствует ускорению эволюционного процесса по сравнению с мутационными изменениями или внутригеномными перестройками.

Все эти механизмы будут функционировать независимо от способа видообразования. Одним из способов видообразования, самым распространенным и наиболее изученным, является географическое или аллопатрическое видообразование. Аллопатрическое видообразование связано с пространственной изоляцией вида. Популяции должны генетически дифференцироваться, тогда между популяциями будут накапливаться генетические различия.

Вслед за географической изоляцией происходит многоступенчатый процесс видообразования. Схема такого видообразования, по-видимому, следующая: географическая изоляция популяций → возникновение большого числа мутаций → дивергенция признаков → изменение генофонда популяции → репродуктивная изоляция → образование нового вида. Известный вид *Fusarium graminearum* Schwabe – возбудитель фузариоза колоса зерновых культур. Вид встречается на многих континентах чаще всего в виде географически изолированных популяций. Нами был проведен анализ полиморфизма морфологических, физиолого-биохимических и молекулярно-генетических признаков среди клонов европейской и азиатской популяций гриба [Gagkaeva, Levitin, 1997]. Азиатская популяция оказалась более гетерогенной по сравнению с европейской. Результаты анализа позволили прийти к выводу, что это две пространственно разобщенные популяции. Мультилокусный молекулярный анализ штаммов различного географического происхождения, проведенный зарубежными исследователями, выявил филогенетически различающиеся линии, группирующиеся в кластеры в соответствии с их географическим происхождением: южно-американский, центрально-американский, азиатский, европейский [O'Donnell et al., 2000, 2004]. В настоящее время 15 филогенетических линий получили ранг видов, вместе составляющих комплекс видов "F. graminearum species complex": *F. austroamericanum* T. Aoki, Kistler, Geiser et O'Donnell, *F. meridionale* T. Aoki, Kistler, Geiser et O'Donnell, *F. boothii* O'Donnell, T. Aoki, Kistler et Geiser, *F. mesoamericanum* T. Aoki, Kistler, Geiser et O'Donnell, *F. acaciae-mearnsii* O'Donnell, T. Aoki, Kistler et Geiser, *F. asiaticum* O'Donnell, T. Aoki, Kistler et Geiser, *F. graminearum sensu stricto*, *F. cortaderiae* O'Donnell, T. Aoki, Kistler et Geiser, *F. brasiliicum* T. Aoki, Kistler, Geiser et O'Donnell, *F. vorosii* B. Tóth, Varga, Starkey, O'Donnell, H. Suga et T. Aoki, *F. gerlachii* T. Aoki, Starkey, L.R. Gale, Kistler et O'Donnell, *F. ussuriianum* T. Aoki, Gagkaeva, Yli-Mattila, Kistler et O'Donnell, *F. aethiopicum* O'Donnell, Aberra, Kistler et T. Aoki, *F. nepalense* T. Aoki, Carter, Nicholson, Kistler et O'Donnell, *F. louisianense* Gale, Kistler, O'Donnell et T. Aoki.

Другим способом является симпатрическое видообразование, когда новый вид возникает в пределах ареала исходного вида, то есть без географической изоляции. По мнению Ю.Т.Дьякова [2008] симпатрическое видообразование у грибов встречается гораздо чаще, чем у высших эукариот. Факторы, обуславливающие симпатрическое видообразование у грибов самые разнообразные [Дьяков, Лекомцева, 1984]. Схема такого видообразования, возможно, следующая: вегетативная несоместимость → возникновение репродуктивной изоляции внутри единой популяции → устойчивые изменения генотипического состава → фрагментация популяции на отдельные субпопуляции → образование внутривидовых форм → естественный отбор и возникновение нового вида. Примером симпатрического видообразования могут служить исследования, выполненные еще в 70-е годы совместно с О.С.Афанасенко. Анализ

выборки клонов гриба *Pyrenophora teres* Drechsler с различных точек в пределах Ленинградской области показал, что популяция возбудителя сетчатой пятнистости ячменя состоит из массы отдельных локальных субпопуляций, различающихся по частоте встречаемости клонов вирулентных к набору сортов ячменя [Левитин, Афанасенко, 1980]. Причиной возникновения узколокальных популяций *P. teres* является слабая миграционная подвижность конидий. Они могут распространяться в горизонтальном направлении не далее 15 – 20 м от источника инфекции.

В последующих исследованиях был проведен молекулярный анализ выборки клонов, выделенных с листьев одного и того же сорта ячменя в пос. Рождествено Ленинградской области и г. Йокиойнен (Финляндия), отстоящих друг от друга на расстоянии 600 км. Коэффициент генетической дифференциации между популяциями составил 0.649, что свидетельствует о существенной генетической дивергенции между ними [Serenius et al., 2005]. Образование узколокальных популяций у гриба *P. teres* привело к ограничению генетического обмена между ними, и повысилась, тем самым, вероятность образования внутривидовых форм. И действительно, вид *P. teres* разделился на 2 формы: *f. teres* и *f. maculata*. Недавно появилось сообщение сотрудников ВИЗР [Михайлова и др., 2010] о поражении листьев пшеницы этим грибом. Установлено, что длина конидий и число клеток на конидию у «ячменных» изолятов достоверно меньше, чем у изолятов, выделенных из пшеницы. В результате генотипирования изолятов с ячменя и пшеницы были обнаружены различия по частотам отдельных аллелей. Авторы приходят к выводу о начале процесса генетической и физиологической специализации гриба *P. teres* в качестве нового патогена пшеницы.

Видообразование может быть вызвано расхождением по растениям-хозяевам. Ранее было известно, что возбудителем альтернариоза томата является гриб *Alternaria solani* Sorauer. Однако в 2000 г. американский миколог Е.Г. Симмонс описал на томатах новый вид *A. tomatophila*. Е.Г. Simmons. Сотрудница ВИЗР А.С. Орина провела молекулярный анализ большого количества изолятов разного географического происхождения, выделенных с картофеля и томатов и сравнила их с изолятом Е.Г.Симмонса. По молекулярным маркерам они разделились на 2 больших кластера. Один из кластеров полностью состоял из изолятов, выделенных с картофеля, другой представлен изолятами с томата. Можно предположить, что эти два кластера представлены разными видами: картофельным *A. solani* и томатным – *A. tomatophila* [Орина, 2011; Ганнибал, Орина, 2013]. Вполне вероятно, что при выращивании картофеля поблизости от томата происходила постепенная дивергенция вида на специализированные формы, которые эволюционировали в самостоятельные виды. В результате возник вид *A. tomatophila*, паразитирующий на томате.

На процесс видообразования может оказывать влияние и органотропная специализация гриба. Нами была проанализирована структура популяций гриба *F. graminearum*, формирующихся на корневой системе и колосе озимой пшеницы [Левитин, Гагкаяева, 1991]. Сравнивали морфолого-культуральные признаки, разнообразие популяций по электрофоретическим спектрам ферментов и агрессивности. Показатели сходства морфофенов и электрофоретических спектров ферментов в популяциях с колосковых чешуй и корней оказались низкими. Популяция с колосковых чешуй значительно превосходила по агрессивности

популяцию с корневой системы. Можно предположить, что органотропная специализация привела к изоляции субпопуляций паразита, что в дальнейшем может привести к формированию новых разновидностей гриба.

Известно, что гриб *Cochliobolus sativus* (S. Ito & Kurib.) Drechsler ex Dastur вызывает корневую гниль и темно-бурую пятнистость листьев ячменя и пшеницы. Исследования, выполненные Н.В.Мироненко и С.А.Булатом [Mironenko, Bulat, 2001] с популяциями *C. sativus*, изолированными с разных растений-хозяев, показали более высокую изменчивость по структуре генома «ячменных» популяций, чем «пшеничных». Выборки клонов, выделенных из пшеницы, достоверно отличались от «ячменных» изолятов, в то время как не выявлено различий между клонами в популяции одного происхождения. Высказано предположение, что полиморфизм популяции *C. sativus* обусловлен дивергенцией

вида на молекулярном уровне. В последующих исследованиях показано [Мироненко, Сердюк, 2005], что «ячменные» изоляты более агрессивны к ячменю, «пшеничные» – к пшенице. Возможно, на пшенице появилась новая разновидность *C. sativus*, приуроченная к поражению пшеницы.

Процесс образования новых видов и внутривидовых форм составляет единую цепь эволюционных преобразований. В этой цепи немаловажную роль будут играть генетические механизмы, присущие грибам (парасексуальный процесс, вегетативная несовместимость и др.), а также естественный отбор, дрейф генов, влияние растения – хозяина, приспособление популяции к условиям среды. Исследования в этом направлении на фитопатогенных грибах крайне необходимы. Эта проблема важна в целом для защиты и карантина растений, для сохранения биоразнообразия и экосистем.

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда (проект № 14-26-00067).

Plant Protection News, 2015, 2(84), p. 20 – 24

MECHANISMS AND WAYS OF SPECIATION OF PHYTOPATHOGENIC FUNGI

M.M. Levitin

All-Russian Institute of Plant Protection, St Petersburg

The main mechanisms of speciation fungi are considered: mutational process, a genetic recombination by hybridization, integration of transposons into separate loci of a genome and horizontal transfer of genes. Ways of speciation – allopatric and sympatric are discussed. Examples of allopatric speciation of *Fusarium* fungi and sympatric speciation of *Pyrenophora* are given. The emergence a new species as a result of a divergence on trophic niches is shown. Influence of organotrophic specialization of parasites on speciation process is considered.

Keywords: mutations; recombination; transposons; allopatriya; simpatriya.

Библиографический список (References)

- Ганнибал Ф.Б., Орина А.С. Характеристика патогена *Alternaria tomatophila*, ранее не идентифицированного в России // Микология и фитопатология. 2013. Т.47. №1. С. 51 – 55.
- Дьяков Ю.Т. Грибы: индивидуумы, популяции, видообразование. Журнал общей биологии. 2008. Т. 69. № 1. С. 10 – 18.
- Дьяков Ю.Т., Лecomтцева С.Н. О симпатрическом видообразовании у грибов // Биологические науки. 1984. № 11. С. 5 – 16.
- Левитин М.М., Афанасенко О.С. Структура популяций возбудителя сетчатой пятнистости ячменя по признаку вирулентности. III. Локальность популяций // Микология и фитопатология. 1980. Т. 14. № 2. С. 130–132.
- Майр Э. Популяции, виды и эволюция. М.: Мир, 1974. 460 с.
- Михайлова Л.А., Тернюк И.Г., Мироненко Н.В. *Pyrenophora teres* – возбудитель пятнистости листьев пшеницы // Микология и фитопатология. 2010. Т.44. № 1. С. 63 – 70.
- Шестаков С.В. Горизонтальный перенос генов у эукариот // Вестник ВОГиС. 2009. Т. 13. № 2. С. 345 – 354.
- Орина А.С. Видовой состав возбудителей альтернариоза пасленовых культур на территории России: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Санкт-Петербург, 2011. 19 с.
- Bailey D.L. Studies in racial trends and constancy in *Cladosporium fulvum* Cooke // Canad. J. Res. 1950. Vol. 28. № 5. P. 535 – 565.
- Beadle G.W., Tatum E.L. *Neurospora*. II. Methods of producing and detecting mutations concerned with nutritional requirements // Amer. J. Bot. 1945. Vol. 32. № 10. P. 678 – 686.
- Gagkaeva T., Levitin M. Composition of *Fusarium graminearum* Schwabe populations collected from different regions of Russia // In: Cereal Research Communications, Hungary, 1997. Vol. 25. № 3/2. P. 591–593.
- Giraud Tatiana, Guislaine Refrégier, Mickaël Le Gac, Damien M. de Vienne, Michael E. Hood // Speciation in fungi. Fungal Genetics and Biology. 2008. Vol. 45. № 6. P. 791–802.
- Goldschmidt V. Verebnungsversuche mit den biologischen Arten des Anthebrandes (*Ustilago violacea*). Ein Beitrag zur Frage der parasitären Spezialisierung // Z. Bot. 1928. Vol. 21. P. 1–90.
- Hansen H.N. Heterokariosis and variability // Phytopathology. 1942. Vol. 32. № 7. P. 639 – 640.
- Hansen H.N., Smith R.E. The mechanism of variation in imperfect fungi // Phytopathology. 1932. Vol. 22. № 12. P. 953 – 964.
- Keitt G.W. Inheritance of pathogenicity in *Venturia inaequalis* (Cke.) Wint. // Amer. Naturalist. 1952. Vol. 86. № 831. P. 373 – 390.
- Mironenko N.V., Bulat S.A. Genetic structure of *Cochliobolus sativus* (*Bipolaris sorokiniana*) populations isolated from different hosts as revealed by UP-PCR (RAPD-like) technique // J. of Russian Phytopathol. Society. 2001. Vol. 2. № 1. P. 25 – 30.
- Morgan O.D. Some effects of eight fungicides on growth of *Sclerotinia fructicola*, *Glomerella cingulata* and *Penicillium expansum* // Phytopathology. 1952. Vol. 42. № 9. P. 471.
- O'Donnell K., Kistler H.C., Tacke B.K., Casper H.H. Gene genealogies reveal global phylogeographic structure and reproductive isolation among lineages of *Fusarium graminearum*, the fungus causing wheat scab // Proc. Nat. Acad. Sci. USA. 2000. Vol. 97. P. 7905 – 7910.
- O'Donnell K., Ward T. J., Geiser D.M., Kistler H.C., Aoki T. Genealogical concordance between mating type locus and seven other nuclear genes support formal recognition of nine phylogenetically distinct species within the *Fusarium graminearum* clade // Fungal Genet. Biol. 2004. Vol. 41. P. 600 – 623.
- Xie JI., Fu Y., Jiang D., Li G., Huang J., Li B., Hsiang T., Peng Y. Intergeneric transfer of ribosomal genes between two fungi // BMC Evol. Biol. 2008. Vol. 8. P. 87.

Translation of Russian References

- Gannibal Ph.B., Orina A.S. Characterization of a tomato pathogen *Alternaria tomatophila*, previously unidentified in Russia // Mycol. and Phytopatol. 2013. Vol. 47. № 1. P. 51–55.
- Diakov Yu. T. Fungi: individuals, populations, and speciation // Journal of General Biology. 2008. Vol. 69. № 1. P. 10 – 18.
- Diakov Yu. T., Lecomtseva S.N. About sympatric speciation in fungi. Biol. Sci. 1984. № 11. P. 5 – 16.
- Levitin M.M., Afanasenko O.S. Structure of virulency populations of pathogen caused net blotch of barley. III. Locality of populations // Mycol. and Phytopatol. 1980. Vol. 14. № 2. P. 130 – 132.
- Mayr E. Populations, species and evolution. М.: Mir. 1974. 460 p.

Mikhailova L. A., Ternuk I.G., Mironenko N. V. *Pyrenophora teres* – wheat leaf spot causal agent. Mycol. and Phytopatol. 2010. Vol. 44. N 1. P. 63–70.
 Shestakov S.V. Horizontal transfer of genes in eukaryote. Vestnik VOGiS. 2009. Vol.13. N 2. P. 345 – 354.

Orina A.S. *Alternaria* species on Solanaceae in Russia. Ph.D dissertation. Saint Petersburg. 2011. 19 p.

Сведения об авторе

Всероссийский НИИ защиты растений, шоссе Подбельского, 3, 196608 Санкт-Петербург-Пушкин, Российская Федерация
 Левитин Марк Михайлович. Главный научный сотрудник, доктор биологических наук, профессор, академик РАН
 e-mail: mark_levitin@rambler.ru

Information about the author

All-Russian Institute of Plant Protection, Podbelskogo shosse, 3, 196608, St Petersburg-Pushkin, Russian Federation
 Levitin Mark Mihailovich. Principal Researcher, DSc in Biology
 e-mail: mark_levitin@rambler.ru

УДК 632.651+ 575.174.015.3

ИЗМЕНЧИВОСТЬ ГЕННОГО ПУЛА ПОПУЛЯЦИИ *GLOBODERA ROSTOCHIENSIS* WOLL. В РЕЗУЛЬТАТЕ ОТБОРА НА СЛАБОУСТОЙЧИВЫХ ГИБРИДНЫХ КЛОНАХ КАРТОФЕЛЯ

Н.В. Мироненко¹, О.С. Афанасенко¹, Е.В. Рогозина²

¹Всероссийский НИИ защиты растений, Санкт-Петербург

²Всероссийский НИИ растениеводства им. Н. И. Вавилова, Санкт-Петербург

Цистообразующая золотистая картофельная нематода *Globodera rostochiensis* (Woll.) является облигатным паразитом картофеля. В настоящее время в России встречается только один патотип *G. rostochiensis* – Ro1. Изменчивость в структуре популяций *G. rostochiensis* связана с их адаптацией к хозяину. С целью изучения влияния генотипа хозяина на структуру популяции *G. rostochiensis*, имеющей однородный патотипический состав, была протестирована гипотеза адаптивного отбора вирулентных генотипов *G. rostochiensis* на слабоустойчивых гибридных клонах картофеля. Использовали методологический подход, основанный на концепции «сходства генных пулов». Гибридные клоны картофеля были получены от скрещиваний дигаметоидных клонов культурного картофеля восприимчивых к патотипу Ro1 золотистой картофельной нематоды с образцами диких видов *Solanum incamayoense*, *S. doddii* и *S. alandiae*. Цисты новых генераций, полученных при размножении на четырех слабо устойчивых гибридах и сорте Невский, использовали для повторного заражения этих же образцов. Методом RAPD генотипировали пулы ДНК из цист паразита (30–50 цист каждой популяции), отселектированных после двух-трехкратного пассажей на сортообразцах картофеля, и контроля – 50 цист исходной почвенной популяции. Были построены дендрограммы генетических отношений для образцов ДНК исходной и отселектированных на восприимчивом сорте Невский и гибридных клонх популяций. Показано, что генотипический состав отселектированных популяций паразита зависит от генотипа растения-хозяина. Полученные результаты позволяют утверждать, что возделывание в производстве слабо повреждаемых нематодой сортообразцов картофеля может стимулировать адаптационную изменчивость возбудителя глободероза картофеля в течение 2–3 генераций.

Ключевые слова: золотистая картофельная нематода, *Globodera rostochiensis*, Ro1 патотип, межвидовые гибридные клоны картофеля, *S. incamayoense*, *S. doddii*, *S. alandiae*, RAPD, генотипирование популяций.

Современная селекция сельскохозяйственных культур, устойчивых к возбудителям болезней, базируется на знании эволюционного потенциала возбудителей болезней и генетической природы устойчивости хозяев [Афанасенко, Новожилов, 2009]. Золотистая картофельная нематода *Globodera rostochiensis* (Woll.) Behrens относится к карантинным объектам и отличается высокой вредоносностью на картофеле [EPPO, 1997]. В Европе, кроме золотистой картофельной нематоды, распространена бледная нематода *G. pallida* (Stone) Behrens [Evans and Rowe, 1998]. Природные очаги паразитов в ряде европейских стран (Нидерланды, Германия) гетерогенны, в полевых популяциях обнаружены патотипы обоих видов нематоды, но мало известно о причинах их возникновения и распространения. У вида *G. rostochiensis* различают пять патотипов (Ro1, Ro2, Ro3, Ro4, Ro5), вид *G. pallida* представлен тремя патотипами (Pa1, Pa2, Pa3). Изменчивость в структуре популяций возбудителя глободероза связана с адаптацией их к хозяину. Так, возделывание в Великобритании и Северной Ирландии

только сортов картофеля – носителей гена *H1*, контролирующего реакцию сверхчувствительности к *G. rostochiensis* патотипа Ro1, стало причиной замещения этого вида другим, прежде слабо распространенным – *G. pallida* [Trudgill et al., 2003]. В России выявлена золотистая нематода только патотипа Ro1. Влияние генотипа хозяина на структуру популяции, имеющей однородный патотипический состав, не исследовано.

Сортообразцы картофеля слабоустойчивые к возбудителю глободероза – золотистой картофельной нематоды *G. rostochiensis* представляют, на наш взгляд, особый интерес для исследования проблемы преодоления устойчивости растения и повышения вирулентности патогена, так как позволяют проводить повторные заражения растения популяцией паразита, размноженной на этом же растении. В результате проведения таких исследований нами были изучены механизмы взаимодействия *G. rostochiensis* патотипа Ro1 со слабоустойчивыми клонами межвидовых гибридов картофеля и выдвинуто предположение, что способность

нематоды размножаться на слабоустойчивых гибридных клонах можно объяснить отбором из исходной популяции цист, генетически адаптированных к гибридным клонам [Мироненко и др., 2013]. Такой механизм отбора известен для бледной нематоды *G. pallida* [Turner, Fleming, 2002].

Целью нашей работы было изучить сходство/различия генных пулов популяции *G. rostochiensis* патотипа Ro1,

Материалы и методы

Взятые для данного исследования клоны 4 межвидовых гибридов были получены во Всероссийском НИИ растениеводства им. Н. И. Вавилова (Санкт-Петербург) от скрещиваний дигаметоидных клонов культурного картофеля (восприимчивых к золотистой нематоды патотипа Ro1) с образцами диких видов *S. incamayoense*, *S. doddii*, *S. alandiae* [Рогозина, 2005]. В качестве инокулюма использовали популяцию цистообразующей нематоды, выделенную из природного очага паразита, расположенного в Пушкинском районе Санкт-Петербурга. Согласно результатам морфометрических и молекулярных тестов данная популяция относится к патотипу Ro1 вида *G. rostochiensis* [Limantseva et al.,

собранный в природном очаге, с популяциями, (1) размноженными на восприимчивом сорте Невский и (2) отселектированными в результате 2–3-х пассажей на частично устойчивых клонах с генами устойчивости, привнесенными из диких видов картофеля, для определения возможности отбора части популяции на этих клонах.

2014]. Пушкинской популяцией золотистой картофельной нематоды заражали 4 гибридных клона картофеля (табл.). Заражение проводили в вегетационных опытах в трехкратной повторности. Клубни картофеля высаживали по одному в полиэтиленовые сосуды объемом 500 см³. Первоначальная инвазионная нагрузка почвы составляла около 1500 личинок/100 см³. В качестве поражаемого контроля был использован восприимчивый сорт картофеля Невский; устойчивым контролем служил сорт Наяда. Растения культивировали в течение двух месяцев – период достаточный для развития нематод до цист и образования кома почвы.

Таблица. Популяции *G. rostochiensis*, отселектированные на сортообразцах картофеля

Растение-хозяин		Популяции <i>G. rostochiensis</i>			
Клон / сорт картофеля	Происхождение гибридного клона	Наличие гена <i>H1</i> *	Поколение	Число цист	№ пула ДНК из отселектированных цист
С 16-2 2009	Kardula × <i>S. incamayoense</i> к-18989	+	G2	50	P1
С 16-3-2009	Kardula × <i>S. incamayoense</i> к-18989	+	G2	31	P2
21-4	Delos × <i>S. alandiae</i> к-21240	-	G2	50	P33
С 113-1	Apta × <i>S. doddii</i> к-18240	-	G3	43	P62
Невский		-	G2	50	Nev 1
Невский		-	G2	50	Nev 2
Природный очаг в Пушкинском р-не				50	Push

*по результатам MAS анализа [Мироненко и др., 2013] на сцепление с маркером 239E4left/CAPS.

Цисты нового поколения, размножившиеся на 4 слабоустойчивых клонах и сорте Невский, использовали для повторного заражения тех же сортообразцов картофеля по той же схеме. Из цист, размножившихся после второго или третьего пассажа, была выделена ДНК. Исследованы препараты (пулы) ДНК пяти популяций паразита, отселектированных на двух гибридных клонах, имеющих общее происхождение: F₁ (Kardula × *S. incamayoense* к-18989) – 50 и 31 циста второй генерации (G2); или же на клоне F₁ (Delos × *S. alandiae* к-21240) – 50 цист G2; клоне F₁ (Apta × *S. doddii* к-18240) – 43 цисты третьей генерации (G3) и сорте Невский – 50 цист G2 (табл.). Обозначения пулов ДНК даны в таблице. Контролем служили 50 цист из исходной почвенной пушкинской популяции (обозначена Push), использованной для первоначальной инокуляции гибридных клонов и сорта Невский. В работе использовали методологический подход, основанный на концепции сходства генных пулов (gene-pool similarity concept) [Bakker et al., 1993], широко распространенный в популяционных исследованиях цисто-

образующих нематод [Folkerstma et al., 1996; Da Conceicao et al., 2003].

Выделение ДНК из цист нематоды проводили по методу S.A. Bulat et al. [1998]. Каждая популяция была представлена пулом ДНК из 31–50 цист (табл.). Пулы ДНК генотипировали методом ПЦР со случайными праймерами (RAPD). Использовали следующие случайные праймеры: OPA-11, OPI-10, OPI-09, OPG-10, OPG-16, OPG-12, OPG-19, OPK-04, OPF-20, OPC-05, OPE-06, OPE-07, OPE-14, OPT-14 (Operon Technologies, Inc. (Alameda, CA)).

Считали, что присутствие «1» или отсутствие «0» продуктов амплификации соответствует двум аллельным состояниям одного локуса. Только полиморфные воспроизводимые в 2 повторностях ПЦР продукты амплификации анализируемых популяций были использованы для генотипирования. Дендрограммы сходств построены методом ближайшего соседа (neighbor-joining – NJ) с использованием программного обеспечения TreeCon 3.1b.

Результаты и обсуждение

Изучали генетические отличия между популяциями *G. rostochiensis*, отселектированными в результате 2–3-х пассажей на слабоустойчивых гибридных клонах картофеля, и популяцией, размноженной на восприимчивом сорте Невский. Для сравнения использовали также 50 цист первоначального инокулюма – исходной почвенной популяции паразита (табл.).

Методом RAPD генотипировали пулы ДНК из цист паразита, отселектированных после двух-трехкратного пасса-

жей на сортообразцах картофеля, и контроля (неселектированных цист – из почвы). Была построена дендрограмма по 70 полиморфным признакам, полученным с 14 случайными праймерами, для трех популяций, отселектированных на гибридных клонах 21-4, С 16-2-2009 (цисты G2, пулы ДНК P33 и P1) и С 113-1 (цисты G3, пул ДНК P62) (табл.) и двух популяциях с восприимчивого сорта Невский (G2), размножавшихся в разных сосудах (Nev 1 и Nev 2 на рис. 1). Очевидно, что популяции с сорта Невский попали в один

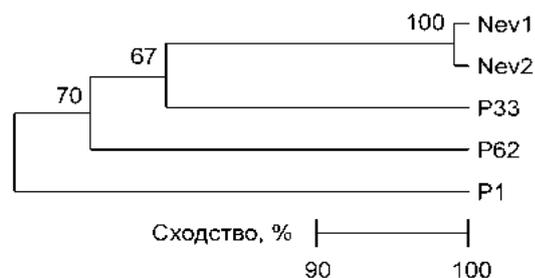


Рисунок 1. Генетические отношения между популяциями золотистой нематоды P1, P33 после двух пассажей и P62 после трех на слабоустойчивых гибридах картофеля и сорте Невский (Nev1 и Nev2). Происхождение популяций дано в таблице.

кластер и достоверно отличаются от других популяций, размноженных на слабоустойчивых образцах. Три пула ДНК из цист, отселектированных на гибридных клонах (пулы P1, P33 и P62), образовали три самостоятельных ветви, что позволяет предполагать различную генетическую природу устойчивости клонов растений-хозяев. Клоны С16-2-2009 и С 16-3-2009, по результатам MAS анализа, идентифицированы как возможные носители гена устойчивости *HI* (табл.), тогда как у клонов 21-4 и С 113-1 не выявлены маркеры, сцепленные с доминантной аллелью этого гена [Мироненко и др., 2013]. Большое генетическое сходство популяций, независимо размножавшихся на растениях одного генотипа (сорт Невский), может служить доказательством пригодности метода RAPD для решения поставленной задачи. RAPD-анализ с успехом использовали для изучения генетической изменчивости цистообразующих нематод [Chrisanfova et al., 2008; Nowaczyk et al., 2011]. Было показано, что дендрограммы, полученные RAPD и AFLP техниками, совпадают [Folkerstma et al., 1996].

Позднее к анализу была добавлена исходная почвенная популяция и популяция P2, отселектированная на гибридном клоне С 16-3-2009. Дендрограмма генетических отношений для образцов ДНК почвенной популяции (Push) и популяций, отселектированных на сорте Невский (Nev1) и гибридных клонах (P1, P2 и P33), была построена по 62 полиморфным признакам (рис. 2) с использованием 10 случайных праймеров. На дендрограмме с высокими значениями бутстрепа один кластер включает почвенную и отселектированную на образце 21-4 (пул P33) популяции, а другой – популяции с близкородственных субклонов (пулы P1 и P2); ветвь популяции с сорта Невский отделилась от обоих кластеров. Полученные результаты свидетельствуют об изменении генотипического состава популяции паразита, выжившей или отселектированной после двукратного пассирования на слабоустойчивых образцах картофеля в зависимости от генотипа растения-хозяина. Сходство популяций, отселектированных на образцах С 16-2-2009 и С 16-3-2009, объясняется одинаковым происхождением этих образцов: это сибсы – потомство одной комбинации скрещивания дигаплоида сорта Kardula с образцом дикого вида *S. incamayoense* (табл.). У обоих образцов были выявлены маркеры, сцепленные с геном устойчивости *HI* [Мироненко и др., 2013]. Интересно, что популяция паразита, отселектированная в результате 2 пассажей на слабоустойчивом клоне 21-4 (*Delos* × *S. alandiae* k-21240), не отличалась по генотипическому составу от почвенной популяции, тогда как популяция паразита на восприимчивом сорте имела существенные отличия от исходной почвенной популяции. Этот факт позволяет предположить, что на восприимчивом

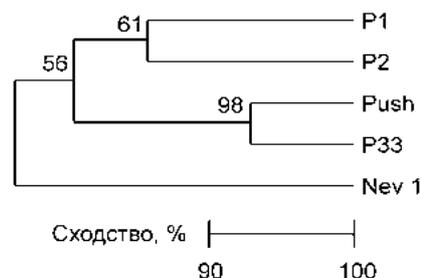


Рисунок 2. Генетические отношения между популяцией золотистой нематоды из природного очага в Пушкинском районе (Push) и популяциями, отселектированными после двукратного пассажа на сортообразцах картофеля. Происхождение популяций дано в таблице.

к нематод сорте также идет отбор определенных генотипов нематоды, в результате чего, по-видимому, уменьшается ее генетическое разнообразие.

Созданные в ВИР клоны первого поколения межвидовых гибридов оценивались на устойчивость к нематод в вегетационных опытах специалистами лаборатории иммунитета растений ВИЗР к.б.н. Л.А. Лиманцевой и к.б.н. Л.А. Гуськовой (неопубл.) Виды дикого картофеля, включенные в гибридизацию с культурным картофелем, произрастают *in situ* на территории, ограниченной треугольником Перу–Боливия–Аргентина. Виды *S. incamayoense*, *S. doddssii*, *S. alandiae* обнаружены ботаниками сравнительно недавно, – во второй половине 20 века в труднодоступных районах Южной Америки. Ареалы видов небольшие, находятся на территории Боливии (*S. doddssii*, *S. alandiae*) или Аргентины (*S. incamayoense*). В этом районе сосредоточено разнообразие разных видов нематод и протекает процесс их коэволюции с клубненосными видами *Solanum* [Castelli et al., 2003]. По данным ряда исследователей [Ruiz de Galarreta et al., 1998; Castelli et al., 2003], некоторые образцы этих видов устойчивы к отдельным патотипам цистообразующих нематод (*G. rostochiensis*, *G. pallida*) или видам галловой нематоды (*Meloidogyne* ssp.) Установлено, что растения дикого картофеля проявляют широкий спектр ответных реакций на инвазию нематод – от сверхчувствительности до относительной устойчивости. Генетический контроль устойчивости видов дикого картофеля к нематодам слабо изучен. Исследуемые виды прежде в селекции картофеля не использовались. Пассирование популяций патотипа Ro1 *G. rostochiensis* на гибридах картофеля разного происхождения выявило генетическую обособленность потомства, отселектированного на двух гибридах *S. incamayoense*, от потомства паразита на гибридах иного происхождения. Обнаруженные нами различия генного пула *G. rostochiensis* являются следствием изменений, возникающих в процессе взаимодействия паразита с растением-хозяином. Очевидно, что генетическая природа гибридных клонов, созданных с участием вида *S. incamayoense*, иная, чем у гибридов *S. doddssii* и *S. alandiae*. Являются ли эти отличия результатом экспрессии генов диких видов картофеля или совместного действия генов отцовских и материнских компонентов скрещивания надлежит выяснить в ходе отдельного исследования.

Таким образом, полученные экспериментальные данные подтверждают выдвинутую нами ранее гипотезу о существовании адаптации/отбора возбудителя глободероза картофеля *G. rostochiensis* к слабоустойчивым образцам картофеля [Мироненко и др., 2013]. Процесс отбора по ви-

рулентности цистообразующих нематод к частично устойчивым сортам/образцам картофеля был изучен в основном для популяций *G. pallida* [Pastrik et al., 1995]. Например, для бледной нематоды *G. pallida* описан механизм отбора особей нематоды по механизму «бутылочного горлышка» (“bottleneck”) за 2–3 генерации паразита [Turner, Fleming, 2002]. Работы в этом направлении, выполненные для *G. rostochiensis*, также известны [Jones, Perry, 1978]. Все эти исследования выполнены с использованием морфологических признаков. Только в одной работе [Pastrik et al., 1995] была сделана попытка найти молекулярные маркеры вирулентности бледной нематоды *G. pallida*, возникшей в результате размножения на частично устойчивом сорте. Подобные работы с возбудителем *G. rostochiensis* нам не известны. Наши результаты молекулярного анализа исходной и «отсеleccionированных» на слабоустойчивых гибридных клонах картофеля популяций *G. rostochiensis* подтверждают, на наш взгляд, гипотезу адаптивного отбора вирулентных особей *G. rostochiensis* по механизму «бутылочного горлышка» за 2–3 генерации паразита. Эта гипотеза была выдвинута нами ранее на основании полученных результатов по фенотипической изменчивости популяций нематоды, размножившихся на гибридных клонах и восприимчивом сорте и отсеleccionированных в течение 2–3-х пассажей. Было показано, что популяции, размноженные на гибридных клонах, отличаются от популяций с восприимчивого сорта большим содержанием мелких цист, заключающих в

себе значительно меньшее по сравнению с контролем число потомков: доля цист с малым содержанием личинок/яиц (до 30) почти в 3 раза превышала долю цист такой же наполненности в популяции, размноженной на восприимчивом сорте Невский. Так, отсеleccionированные цисты, использованные в данной работе для выделения пула ДНК Р1, содержали в среднем 27 личинок на цисту, для пула ДНК Р33 – 36 личинок, для пула ДНК Р62 – 25 личинок по сравнению с 67 личинками на цисту в популяции нематоды, размноженной на сорте Невский, и 143 в почвенной популяции, использованной для получения потомства G1 [Мироненко и др., 2013]. В то же время более крупные цисты с содержанием личинок/яиц на цисту в количестве 80–100 и 100–160 встречаются среди новых цист G2 и G3, образовавшихся на гибридных клонах С16-2-2009, С16-3-2009 и С113-1, в родословную которых включены виды *S. incamayoense* и *S. doddii*, с частотой 3,0, 3,5% и 1,0 %, а на сорте Невский – 19,5 % соответственно.

Полученные экспериментальные данные позволяют утверждать, что золотистая картофельная нематода может адаптироваться к слабопоражаемым образцам картофеля. Использование в качестве родительских форм в селекции или возделывание в производстве слабо повреждаемых нематодой сортов картофеля может стимулировать адаптационную изменчивость возбудителя глободероза на территории Российской Федерации.

Работа поддержана грантом РФФИ № 11-04-01105-а.

Plant Protection News, 2015, 2(84), p. 24 – 28

VARIABILITY OF GENE POOL OF *GLOBODERA ROSTOCHIENSIS* POPULATION AS A RESULT OF SELECTION ON WEAKLY RESISTANT POTATO HYBRID CLONES

N.V. Mironenko¹, O.S. Afanasenko¹, E.V. Rogozina²

¹All-Russian Institute of Plant Protection, St Petersburg

²N.I. Vavilov Institute of Plant Industry, St Petersburg

The aim of the study was to test the hypothesis of adaptive selection of virulent genotypes of potato golden nematode (*Globodera rostochiensis*) pathotype Ro1 for 2–3 parasite generations on weakly resistant potato cultivars. To solve this problem, a methodological approach based on gene-pool similarity concept was used. For this study, four interspecific hybrid clones obtained from crosses of dihaploid forms of cultivated potato (susceptible to golden nematode, pathotype Ro1) with samples of wild species *Solanum incamayoense*, *S. doddii* and *S. alandiae* were used. Cysts of new generation multiplied on four weakly resistant clones and on cultivar Nevsky were used for reinfection of the same potato samples. DNA was isolated from cysts, reproduced after the second or third passage. Each population was represented by a DNA pool from 31–50 cysts. DNA pools were genotyped by RAPD method. The findings suggest that changes in genotypic composition of the parasite population selected after 2–3 passages on potato samples depends on the host plant genotype. Obviously, the genetic nature of nematode resistance of hybrid clones created with participation of *S. incamayoense* is different from that of hybrids with genomes of *S. doddii* and *S. alandiae*. The experimental data seem to confirm the hypothesis of adaptive selection of virulent *G. rostochiensis* genotypes with the “bottleneck” mechanism for 2–3 parasite generations.

Keywords: golden potato cyst nematode; *Globodera rostochiensis*; Ro1 pathotype; interspecific hybrid clone; potato; *Solanum incamayoense*; *Solanum doddii*; *Solanum alandiae*; RAPD; genotyping; population.

Библиографический список (References)

- Афанасенко О.С., Новожилов К. В. Проблемы рационального использования генетических ресурсов устойчивости растений к болезням // Экологическая генетика. 2009. Т.7. N 2. С. 38–43.
- Мироненко Н.В., Афанасенко О.С., Rogozina E. V., Лиманцева Л.А., Хютти А.В., Антонова О.Ю., Шувалов О.Ю., Новикова Л.Ю., Гавриленко Т.А. Механизмы взаимодействия золотистой картофельной нематоды *Globodera rostochiensis* со слабоустойчивыми межвидовыми гибридами картофеля // Вестник защиты растений. 2013. Т.4. С. 37–42.
- Рогозина Е.В. Южноамериканские дикорастущие виды картофеля: особенности онтогенеза и перспективы использования в селекции // Сельскохозяйственная биология. 2005. Т.5. С. 33–41.
- Bakker J., Folkertsma R.T., Rouppe van der Voort J. N.A.M. et al. Changing concepts and molecular approaches in the management of virulence genes in potato cyst nematodes // Annu. Rev. Phytopathol., 1993. Vol. 31. P. 169–190.
- Bulat S.A., Lubeck M., Mironenko N., Jensen D.F., Lubeck P.S. UP-PCR analysis and ITS1 ribotyping of strains of *Trichoderma* and *Gliocladium* // Mycol. Res., 1998. Vol.102. P. 933–943.
- Castelli L., Ramsay G., Bryan G. et al. New sources of resistance to the potato cyst nematodes *Globodera pallida* and *G. rostochiensis* in the Commonwealth Potato Collection // Euphytica. 2003. Vol.129(3). P. 377–386.

- Chrisanfova G.G., Charchevnikov D.A., Popov I.O., Zinovieva S. V. Genetic variability and differentiation of three Russian populations of potato cyst nematode *Globodera rostochiensis* as revealed by nuclear markers // Russian Journal of Genetics, 2008. Vol. 44(5). P. 533–538.
- Da Conceicao I. L. P. M., Dos Santos M. C.V., De Oliveira Abrantes I.M., De Almeida Santos M.S.N. Using RAPD markers to analyse genetic diversity in Portuguese potato cyst nematode populations // Nematology. 2003. Vol. 5(1), P.137–143.
- EPPO (European and Mediterranean Plant Protection Organization). 1997: Data Sheets on Quarantine Pests: *Globodera rostochiensis* and *Globodera pallida*. 6 pp. Available at: http://www.eppo.int/QUARANTINE/nematodes/Globodera_pallida/HETDSP_ds.pdf.
- Evans K., Rowe J.A. Distribution and economic importance. In: S.B. Sharma (ed), The Cyst Nematodes, Chapman and Hall, London, 1998. P. 1–30.
- Folkerstma R.T., Rouppe van der Voort J.N.A.M., de Groot K.E. et al. Gene pool similarities of potato cyst nematode populations assessed by AFLP analysis // Molecular Plant-Microbe Interactions. 1996. Vol. 9(1). P. 47–54.
- Jones F.G. W., Perry J.N. Modelling populations of cyst nematodes (Nematoda: Heteroderidae) // J. Appl. Ecol., 1978. Vol.15. P. 349–371.
- Limantseva L., Mironenko N., Shuvalov O. et al. Characterization of resistance to *Globodera rostochiensis* pathotype Ro1 in cultivated and wild potato species accessions from the Vavilov Institute of Plant Industry // Plant Breeding. 2014. Vol.133. P. 660–665.
- Nowaczyk K., Dobosz R., Budziszewska M. et al. Analysis of diversity of golden potato cyst nematode (*Globodera rostochiensis*) populations from Poland using molecular approaches // J. Phytopathol., 2011. Vol. 159. P. 759–766.
- Pastrik K.-H., Rumpfenhorst H., Burgermeister W. Random amplified polymorphic DNA analysis of a *Globodera pallida* population selected for virulence // Fundam. appl. Nematol., 1995. V.18(2). P. 109–114.
- Ruiz de Galarreta, Carrasco A., Salazar A. et al. Wild Solanum species as resistance sources against different pathogens of potato // Potato Research, 1998. Vol. 41. P. 57–68.
- Trudgill D.L., Elliot M.J., Evans K. and Phillips M.S. The white potato cyst nematode (*Globodera pallida*) – a critical analysis of the threat in Britain // Ann. Appl. Biol., 2003. Vol.143. P. 73–80.
- Turner S. J., Fleming C. C. Multiple selection of potato cyst nematode *Globodera pallida* virulence on a range of potato species. I Serial selection on Solanum hybrids // European Journal of Plant Pathology. 2002. Vol.108. P. 461–467.

Translation of Russian References

- Afanasenko O.S., Novozhilov K.V. Problems of rational use of genetic resources of plants resistance to diseases. *Ekologicheskaya genetika*. 2009. Vol.7. N 2. P. 38–43.
- Mironenko N.V., Afanasenko O.S., Rogozina E.V., Limantseva L.A., Khyutti A.V., Antonova O.Yu., Shuvalov O.Yu., Novikova L.Yu., Gavrilenko T.A. Mechanisms of interaction of *Globodera rostochiensis* with the partially resistant interspecific potato hybrids. *Vestnik zashchity rastenii*, 2013. Vol. 4. P. 37–42.
- Rogozina E.V. South American wild species of potato. Ontogenesis features and future trends for breeding. *Selskochozyaystvennaya biologiya*. 2005. Vol.5. P.33–42.

Сведения об авторах

Всероссийский НИИ защиты растений, шоссе Подбельского, 3, 196608 Санкт-Петербург-Пушкин, Российская Федерация
 *Мироненко Нина Васильевна. Ведущий научный сотрудник, доктор биологических наук, e-mail: nina2601mir@mail.ru
 Афанасенко Ольга Сильвестровна. Доктор биологических наук, член-корреспондент РАН, e-mail: olga.s.afan@gmail.com
 Всероссийский НИИ растениеводства им. Н.И. Вавилова, Б. Морская 42-44, 190000 Санкт-Петербург, Российская Федерация
 Rogozina Елена Вячеславовна. Ведущий научный сотрудник, доктор биологических наук, e-mail: rogozinaelena@gmail.com

* Ответственный за переписку

Information about the authors

All-Russian Institute of Plant Protection, Podbelskogo shosse, 3, 196608, St Petersburg-Pushkin, Russian Federation
 *Mironenko Nina Vasilyevna. Leading Researcher, DSc in Biology, e-mail: nina2601mir@mail.ru
 Afanassenko Olga Silvestrovna. Head of Laboratory, DSc in Biology, e-mail: olga.s.afan@gmail.com
 N.I. Vavilov Institute of Plant Industry, B. Morskaya, 42-44, 190000, St Petersburg, Russian Federation
 Rogozina Elena Vyacheslavovna. Leading Researcher, DSc in Biology, e-mail: rogozinaelena@gmail.com

* Responsible for correspondence

УДК 632.4/.51(470.25)

ВИДОВОЙ СОСТАВ МИКРОМИЦЕТОВ НА СОРНЫХ И ДИКОРАСТУЩИХ ТРАВЯНИСТЫХ РАСТЕНИЯХ ПСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Е.Л. Гасич¹, Ф.Б. Ганнибал¹, А.О. Берестецкий¹, И.А. Казарцев¹,
 Л.Б. Хлопунова¹, И.В. Бильдер²

¹Всероссийский НИИ защиты растений, Санкт-Петербург

²ФГБУ «Калининградская межрегиональная ветеринарная лаборатория»

Разработка методов биологического контроля сорных растений при помощи фитопатогенных грибов базируется на определении видовой состава микромицетов, поражающих сорняки. Изучению микобиоты Псковской области уделялось большое внимание, в том числе выявлению фитопатогенных грибов, но специального изучения микромицетов, поражающих сорные растения, ранее не проводилось. Цель наших исследований – определение видовой состава микромицетов на сорных и дикорастущих травянистых растениях Псковской области. Сбор образцов проводили в 2004, 2005, 2013 годах в 15 районах области. Идентифицировано 122 вида микромицетов из 46 родов 4 отделов грибов и грибоподобных организмов. Среди обнаруженных видов 44 указываются впервые для Псковской области. На долю митоспоровых грибов (ранее отдел Deuteromycota) приходится 62.3% выявленных видов, Basidiomycota – 20.5%, Ascomycota – 9.0%, Oomycota – 8.2%. Микромицеты обнаружены на 74 видах растений из 75 родов 30 семейств. Образцы депонированы в гербарии грибов Всероссийского научно-исследовательского института защиты растений (ВИЗР) – ЛЕР. Среди выявленных микромицетов в дальнейшем целесообразно изучать в качестве потенциальных агентов биоконтроля возбудителей пятнистостей *Convolvulus arvensis*, *Chenopodium album*, видов *Heracleum* и некоторых видов сем. Asteraceae.

Ключевые слова: микромицеты, фитопатогенные грибы, сорные растения, биологическая защита.

По данным Н.Н. Луневой с соавторами [2009] в Псковской области растет уровень засоренности полей, особенно многолетними трудноискоренимыми корневищными и корнеотпрысковыми сорными растениями, а также многими видами однолетних растений. В рудеральных местообитаниях опасность для населения представляют заросли борщевика Сосновского [Конечная, Крупкина, 2011]. Биологический метод является одним из наиболее привлекательных способов борьбы с сорными растениями, благодаря своей экологической безопасности. В тоже время он остаётся наименее разработанным.

Первым этапом разработки методов биологического контроля сорных растений при помощи фитопатогенных грибов является выявление видового состава микромицетов, поражающих сорняки. Изучению микобиоты Псковской области уделялось большое внимание, в том числе фитопатогенным микромицетам [Лобик, 1914; Александров, 1977; Черепанова и др., 1989; Иванов, 2001; Мельник и др., 2007, 2008 а,б; 2012; Попов и др., 2007; Попов, 2012]. Однако специального изучения грибов, консортивно связанных с сорными растениями, ранее не проводилось. Цель наших исследований – определение видового состава микромицетов на сорных и дикорастущих травянистых растениях Псковской области.

Сбор пораженных грибами сорных и дикорастущих травянистых растений проводился Е.Л. Гасич в июле 2004 года в Псковском районе (д. Родина (филиал опытно-производственного хозяйства (ОПХ) «Родина» ГП ОПХ «Коложицы» Россельхозакадемии) и д. Похвальщина (Сельскохозяйственный производственный кооператив колхоз (СПК) «Передовик»)); И.В. Бильдер в июле 2004 года в Великих Луках, в июле 2005 года в Псковском (д. Родина, ОПХ «Родина») и Пушкиногорском р-н (п. Пушкинские Горы, с. Тригорское); Ф.Б. Ганнибалом и А.О. Берестецким в августе 2013 года в окрестностях Пскова, Псковском р-не (д. Родина, ОПХ «Родина», д. Писковичи, ЗАО «Агрофирма Победа»), Бежаницком р-не (заповедник «Полистовский» около пос. Цевло), Великолуцком р-не (д. Комша, д. Новинки, д. Полибино, оп. поле Вели-

колукской ГСХА в окрестностях Великих Лук), Гдовском р-не (д. Андропова Гора, д. Спицино), Локнянском р-не (д. Дрехово), Невеле, Новоржевском р-не (д. Ладино), Ново-сокольническом р-не (д. Недомерки), Опочецком районе (д. Высоцкое), Печорском р-не (д. Новый Изборск), Порховском р-не (с. Павы, д. Логовино, д. Вольшево), Пустошинском р-не, Пушкиногорском р-не (с. Михайловское, с. Петровское, с. Тригорское, д. Кириллово), Себежском р-не (д. Забелье, национальный парк (НП) «Себежский»), Струго-Красненском р-не (д. Ширск). Большая часть микромицетов была определена Е.Л. Гасич, некоторые образцы были идентифицированы другими авторами статьи.

Идентифицировано 122 вида микромицетов из 46 родов 4 отделов. Из них 44 вида ранее не упоминались в вышеприведенных источниках и, по всей видимости, являются первыми находками для области. Четыре образца определены как анаморфы мучнисторосяных грибов. На долю Deuteromycota приходится 62.3% выявленных видов, Basidiomycota – 20.5%, Ascomycota – 9.0%, Oomycota – 8.2%. Микромицеты обнаружены на 74 видах растений и 18 фрагментах растений неидентифицированных до вида из 75 родов 30 семейств.

Ниже приводится список видов грибов с указанием питающих растений, мест и дат сборов, номеров, под которыми образцы депонированы в Микологическом гербарии Всероссийского научно-исследовательского института защиты растений (ВИЗР) – ЛЕР. После номера образца указана фамилия идентифицировавшего гриба (запись отсутствует в тех случаях, когда идентификация была осуществлена Гасич Е.Л.). Систематическое положение, названия видов грибов и фамилии авторов видов приведены в соответствии с электронной базой данных «Index Fungorum» и 10-м изданием «Ainsworth Bisby's Dictionary of the Fungi» (Kirk et al., 2008). Митоспоровые грибы (отдел Deuteromycota) объединены в два класса Coelomycetes и Nuyphomycetes. Названия растений приведены по С.К. Черепанову (1995). Виды, зарегистрированные на территории Псковской области впервые, отмечены «звёздочкой» (*).

Список видов

Отдел OOMYCOTA; класс OOMYCETES;

пор. PERONOSPORALES; сем. Peronosporaceae

- Bremia lactucae* Regel – на листьях *Centaurea* sp. и *Carduus* sp., п. Высоцкое, 13.08.2013 (LEP 133450; LEP 133453).
B. sonchicola (Schltdl.) Sawada – на листьях *Sonchus asper*, совместно с *Ascochyta tussilaginis*, д. Недомерки, 08.08.2013 (LEP 132900).
Hyaloperonospora parasitica (Pers.) Constant. – на листьях *Capsella bursa-pastoris*, ОПХ «Родина», 15.07.2004 (LEP 132792); совместно с *Albugo candida*, д. Новый Изборск, сад, 16.08.2013 (LEP 133000).
Peronospora alta Fuckel – на листьях *Plantago major*, ОПХ «Родина», 15.07.2004 (LEP 132791).
P. arborescens (Berk.) de Bary – на листьях *Papaver rhoeas*, с. Павы, 05.08.2013 (LEP 133003).
P. farinosa (Fr.) Fr. – на листьях *Chenopodium album*, совместно с *Ascochyta chenopodiicola*, *Passalora dubia*, Великие Луки, оп. поле Великолуцкой ГСХА, 08.08.2013 (LEP 132990); совместно с *Ascochyta chenopodiicola*, Порховский р-н, 05.08.2013 (LEP 133412); совместно с

Passalora dubia, *Phyllosticta ambrosioidis*, д. Новый Изборск, 16.08.2013 (LEP 133415; LEP 133416).

**P. knautiae* Fuckel – на листьях *Knautia arvensis*, совместно с *Septoria scabiosicola*, д. Комша, 10.08.2013 (LEP 132995; LEP 133436); д. Высоцкое, 13.08.2013 (LEP 133456).

**P. radii* de Bary – на соцветиях *Tripleurospermum perforatum*, ОПХ «Родина», 15.07.2004 (LEP 132781).

Пор. ALBUGINALES; сем. Albuginaceae

Albugo candida (Pers.) Roussel – на листьях *Capsella bursa-pastoris*, совместно с *Hyaloperonospora parasitica*, д. Новый Изборск, 16.08.2013 (LEP 133000).

Pustula tragopogonis (Pers.) Thines – на листьях *Centaurea scabiosa* и *Cirsium arvense*, д. Новый Изборск, 16.08.2013 (LEP 132997), опр. Гасич Е.Л. и Берестецкий А.О.

Отдел ASCOMYCOTA; класс LEOTIOMYCETES;

пор. ERYSIPIHALES; сем. Erysiphaceae

Анаморфная стадия мучнисто-росяного гриба – на листьях *Impatiens noli-tangere*, д. Новинки, 10.08.2013 (LEP 132921); на листьях *Alchemilla* sp., д. Полибино, 09.08.2013 (LEP 132924); на листьях *Succisa pratensis*, за-

поведник «Полистовский», 07.08.2013 (LEP 133010); на листьях *Plantago major*, совместно с *Septoria inconspicua* и *Ampelomyces quisqualis*, Великие Луки, оп. поле Великолукской ГСХА, 08.08.2013 (LEP 133429).

Blumeria graminis (DC.) Speer – на листьях *Apera spicaventi*, СПК «Передовик», 16.07.2004 (LEP 132776).

Erysiphe heraclei DC. – на листьях *Anthriscus sylvestris*, совместно с *Puccinia chaerophylli*, *Eudarlucacaris*, ок. д. Комша, 10.08.2013 (LEP 132996); на листьях *Heracleum sosnowskyi*, ОПХ «Родина», 15.08.2013 (LEP 133445); п. Вольшево, 08.08.2013 (LEP 133462).

E. trifolii Grev. – на листьях *Trifolium* sp., совместно с *Cymadothea trifolii*, *Pseudopeziza trifolii*, д. Ладино, 13.08.2013 (LEP 132915).

Golovinomyces sordidus (L. Junell) V.P. Heluta – на листьях *Plantago major*, Великие Луки, оп. поле Великолукской ГСХА, 09.08.2013 (LEP 132904).

Neoerysiphe galeopsidis (DC.) U. Braun – на листьях *Lamium purpureum*, д. Недомерки, 08.08.2013 (LEP 132901); на листьях *Galeopsis tetrachit*, д. Ладино, 13.08.2013 (LEP 132916).

Podosphaera fusca (Fr.) U. Braun et Shishkoff – на листьях *Melampyrum pratense*, НП «Себежский», 12.08.2013 (LEP 133422).

Класс SORDARIOMYCETES;

пор. HYPOCREALES; сем. Clavicipitaceae

Claviceps purpurea (Fr.) Tul. – в соцветиях *Calamagrostis epigeios*, д. Высоцкое, 13.08.2013 (LEP 132882); в соцветиях *Bromopsis inermis*, д. Новинки, 10.08.2013 (LEP 132920); в соцветиях *Alopecurus pratensis*, совместно с *Phyllachora graminis*, Невель, 11.08.2013 (LEP 133002).

Пор. PHYLLACHORALES; сем. Phyllachoraceae

Phyllachora graminis (Pers.) Fuckel – на листьях *Alopecurus pratensis*, совместно с *Claviceps purpurea*, Невель, 11.08.2013 (LEP 133002); на листьях *Calamagrostis purpurea*, совместно с *Pseudoseptoria donacis*, *Septoria arundinacea*, *Puccinia coronata*, *Ramularia pusilla*, Гдовский р-н, 17.08.2013 (LEP 133442).

Класс TAPHRINOMYCETES; пор. TAPHRINALES;

сем. Taphrinaceae

Protomyces macrosporus Unger – на листьях *Aegopodium podagraria*, д. Вольшево, 06.08.2013 (LEP 132913).

Класс DOTHIDEOMYCETES; пор. CAPNODIALES;

сем. Mycosphaerellaceae

Cymadothea trifolii (Pers.) F.A. Wolf – на листьях *Trifolium* sp., совместно с *Erysiphe trifolii*, *Pseudopeziza trifolii*, д. Ладино, 13.08.2013 (LEP 132915); на листьях *Trifolium medium*, д. Комша, 10.08.2013 (LEP 133176).

Класс LEOTIOMYCETES; пор. HELOTIALES;

сем. Dermateaceae

Pseudopeziza trifolii (Biv.) Fuckel – на листьях *Trifolium* sp. совместно с *Erysiphe trifolii*, *Cymadothea trifolii*, д. Ладино, 13.08.2013 (LEP 132915).

Отдел BASIDIOMYCOTA;

класс MICROBOTRYOMYCETES;

пор. MICROBOTRYALES; сем. Microbotryaceae

Microbotryum reticulatum (Liro) R. Bauer et Oberw. – в соцветиях *Persicaria lapathifolia*, Великие Луки, оп. поле Великолукской ГСХА, 08.08.2013 (LEP 133431); д. Дрехово, 08.08.2013 (LEP 133448).

Класс PUCCINIOMYCETES; пор. PUCCINIALES;

сем. Pucciniaceae

Puccinia acetosae (Schumach.) Koern., II, III – на листьях *Rumex* sp., совместно с *Septoria acetosae*, д. Ширск, 05.08.2013 (LEP 132897).

P. albulensis Magnus, III – на листьях *Veronica spicata*, Гдовский р-н, 17.08.2013 (LEP 133443).

P. arenariae (Schumach.) J. Schroet., III – на листьях *Stellaria nemorum*, Пушкиногорский р-н, 14.08.2013 (LEP 133440).

P. calcitrapae DC., II, III – на листьях *Arctium tomentosum*, ЗАО «Агрофирма Победа», 16.08.2013 (LEP 132893); на листьях *Cirsium arvense*, Бежаницкий р-н, 08.08.2013 (LEP 132873).

P. chaerophylli Purton, II, III – на листьях *Anthriscus sylvestris*, совместно с *Erysiphe heraclei*, *Eudarlucacaris*, д. Комша, 10.08.2013 (LEP 132996).

P. chrysanthemi Roze, II – на листьях *Artemisia vulgaris*, Великие Луки, оп. поле Великолукской ГСХА, 09.08.2013 (LEP 132903).

P. coronata Corda, II, III – на листьях *Calamagrostis* sp., совместно с *Ascochyta calamagrostidis*, д. Высоцкое, 13.08.2013 (LEP 132877); на листьях *Phleum pratense*, совместно с *Colletotrichum graminicola*, ОПХ «Родина», 15.08.2013 (LEP 132891); на листьях *Calamagrostis purpurea*, совместно с *Pseudoseptoria donacis*, *Septoria arundinacea*, *Ramularia pusilla*, *Phyllachora graminis*, Гдовский р-н, 17.08.2013 (LEP 133442).

P. coronifera Kleb., II, III – на листьях *Bromopsis inermis*, д. Андропова Гора, 17.08.2013, собр. Ганнибал Ф.Б. (LEP 132875); на растении семейства Роасеае, на въезде в Псковский р-н с юга, 15.08.2013 (LEP 132885); на листьях *Festuca* sp., совместно с *Colletotrichum graminicola*, д. Высоцкое, 13.08.2013 (LEP 133454).

P. gentianae (F. Strauss) Link, II, III – на листьях *Gentiana pneumonanthe*, заповедник «Полистовский», 07.08.2013 (LEP 133013).

P. graminis Pers., II, III – на стеблях *Elytrigia repens* и листьях *Phleum pratense*, Бежаницкий р-н, 08.08.2013 (LEP 132874; LEP 132872).

P. hieracii (Roehl.) H. Mart., II, III – на листьях *Taraxacum officinale*, совместно с *Ramularia inaequalis*, с. Петровское, 14.08.2013 (LEP 132887); д. Логовино, 06.08.2013 (LEP 132908); совместно с *Ascochyta doronici*, Порховский р-н, 05.08.2013 (LEP 133425).

P. poarum Nielsen, 0,I – *Tussilago farfara*, совместно с *Ramularia brunnea*, д. Андропова Гора, 17.08.2013 (LEP 132878).

P. polygoni-amphibii Pers. – на листьях *Polygonum* sp. (II, III) ЗАО «Агрофирма Победа», 16.08.2013 (LEP 132989); на листьях *Fallopia convolvulus* (II), окрестности Невеля, 11.08.2013 (LEP 133434).

**P. ptarmicae* P. Karst., III – на листьях *Ptarmica vulgaris*, д. Дрехово, 08.08.2013 (LEP 133447).

P. punctata Link, II, III – на листьях *Galium* sp., д. Новинки, 10.08.2013 (LEP 132925).

P. punctiformis (F. Strauss) Roehl., II, III – на листьях *Cirsium arvense*, совместно с *Ramularia cynarae*, *Alternaria tenuissima*, ОПХ «Родина», 14.07.2005, опр. Бильдер И.В. (LEP 130610); п. Пушкинские Горы, 13-14.07.2005,

- опр. Бильдер И.В. (LEP 130612, LEP 130614); с. Тригорское, 13.07.2005, опр. Бильдер И.В. (LEP 130613).
- P. recondita* Dietel et Holw., II, III – на листьях *Elytrigia repens*, совместно с *Eudarluca caricis*, Псков, окрестности, 15.08.2013 (LEP 132890).
- Uromyces dactylidis* G.H.Otht, II, III – на листьях *Dactylis glomerata*, совместно с *Colletotrichum graminicola*, с. Петровское, 14.08.2013 (LEP 132889); Великие Луки, оп. поле Великолукской ГСХА, 09.08.2013 (LEP 132922).
- U. trifolii* (R. Hedw.) Lév., II, III – на листьях *Trifolium pratense*, Великие Луки, 20.07.2004 (LEP 132795).
- U. viciae-fabae* (Pers.) J. Schroet., II – на листьях *Vicia cracca*, совместно с *Botrytis cinerea*, д. Ладино, 13.08.2013 (LEP 132917).

Сем. Coleosporiaceae

- Coleosporium tussilaginis* (Pers.) Lév., II, III – на листьях *Sonchus arvensis* (II, III), около Пскова, 15.08.2013 (LEP 132884); с. Михайловское, 14.08.2013 (LEP 132886); д. Логовино, 06.08.2013 (LEP 132910); на листьях *Campanula rapunculoides*, совместно с *Ramularia campanulae-latifoliae*, д. Новый Изборск, 16.08.2013 (LEP 133414); д. Новый Изборск, 16.08.2013 (LEP 133417).

Сем. Melampsoraceae

- **Melampsora euphorbiae* (Ficinus et C. Schub.) Castagne, II, III – на листьях *Euphorbia helioscopia*, окрестности Невеля, 11.08.2013 (LEP 133413).

Сем. Pucciniastraceae

- **Pucciniastrum agrimoniae* (Dietel) Tranzschel, II, III – на листьях *Agrimonia pilosa*, д. Комша, 10.08.2013 (LEP 133438).

Класс USTILAGINOMYCETES;

пор. UROCYSTIDALES; сем. Glomosporiaceae

- **Thecaphora oligaspora* Сосс. – на листьях *Carex* sp., заповедник «Полистовский», 07.08.2013 (LEP 133009).

Отдел DEUTEROMYCOTA; класс HYPHOMYCETES

- **Alternaria tenuissima* (Kunze) Wiltshire – на листьях *Cirsium arvense*, совместно с *Puccinia punctiformis*, *Ramularia cynarae*, ОПХ «Родина», 14.07.2005, опр. Бильдер И.В. (LEP 130610); совместно с *Puccinia punctiformis*, п. Пушкинские Горы, 13-14.07.2005, опр. Бильдер И.В. (LEP 130612; LEP 130614); совместно с *Puccinia punctiformis*, *Ramularia cynarae*, с. Тригорское, 13.07.2005, опр. Бильдер И.В. (LEP 130613).
- Botrytis cinerea* Pers. – на листьях *Vicia cracca*, совместно с *Uromyces viciae-fabae*, д. Ладино, 13.08.2013 (LEP 132917).
- **Cercospora astragali* Woron. – на листьях *Astragalus* sp., Псковский р-н, обочина Киевского шоссе, 16.07.2004 (LEP 132927).
- **C. cichorii* Davis – на листьях *Cichorium intybus*, с. Павы, 05.08.2013 (LEP 132909); Великие Луки, оп. поле Великолукской ГСХА, 09.08.2013 (LEP 132918).
- C. zebрина* Pass. – на листьях *Trifolium repens*, Великие Луки, оп. поле Великолукской ГСХА, 09.08.2013 (LEP 132905).
- Cladosporium herbarum* (Pers.) Link. – на листьях *Papaver* sp., с. Павы, 05.08.2013 (LEP 132912); на листьях *Cirsium arvense*, совместно с *Alternaria tenuissima*, *Ramularia cynarae*, *Puccinia punctiformis*, п. Пушкинские Горы, 13.07.2005, опр. Бильдер И.В. (LEP 130614).

- Epicoccum nigrum* Link – на листьях *Chenopodium album*, совместно с *Passalora dubia*, д. Дрехово, 08.08.2013 (LEP 133449).
- **Passalora bupleuri* (Pass.) U. Braun – на листьях *Anthriscus sylvestris*, ОПХ «Родина», 15.07.2004 (LEP 132782); д. Вольшево, 08.08.2013 (LEP 133460).
- P. comari* Peck – на листьях *Comarum palustre*, заповедник «Полистовский», 07.08.2013 (LEP 133006).
- P. depressa* (Berk. et Broome) Sacc. – на листьях *Angelica* sp., д. Комша, луг около озера Окуневики, 10.08.2013 (LEP 132994).
- P. dubia* (Riess.) U. Braun – на листьях *Chenopodium album*, д. Недомерки, 08.08.2013 (LEP 132902); совместно с *Ascochyta chenopodiicola*, *Peronospora farinosa*, Великие Луки, оп. поле Великолукской ГСХА, 08.08.2013 (LEP 132990); совместно с *Ascochyta chenopodiicola*, д. Новый Изборск, сад, 16.08.2013 (LEP 132999); совместно с *Phyllosticta ambrosioides*, *Peronospora farinosa*, д. Новый Изборск, 16.08.2013 (LEP 133415; LEP 133416); совместно с *Epicoccum nigrum*, д. Дрехово, 08.08.2013 (LEP 133449).
- **Ramularia brunnea* Peck – на листьях *Tussilago farfara*, совместно с *Puccinia poarum*, д. Андропова Гора, 17.08.2013 (LEP 132878).
- **R. campanulae-latifoliae* Allesch. – на листьях *Campanula rapunculoides*, совместно с *Coleosporium tussilaginis*, д. Новый Изборск, 16.08.2013 (LEP 133414).
- **R. chaerophylli* Ferraris – на растении семейства *Apiaceae*, д. Высоцкое, 13.08.2013 (LEP 133457).
- **R. circumfusa* Ellis et Everh. – на листьях *Rumex crispus*, СПК «Передовик», 16.07.2004 (LEP 132779).
- R. cynarae* Sacc. – на листьях *Cirsium arvense*, совместно с *Puccinia punctiformis*, *Alternaria tenuissima*, ОПХ «Родина», 14.07.2005, опр. Бильдер И.В. (LEP 130610); с. Тригорское, 13.07.2005, опр. Бильдер И.В. (LEP 130613); совместно с *Cladosporium herbarum*, *Alternaria tenuissima*, *Puccinia punctiformis*, п. Пушкинские Горы, 13.07.2005, опр. Бильдер И.В. (LEP 130614).
- **R. galii* Chevassut – на листьях *Galium hercynicum*, НП «Себежский», 12.08.2013 (LEP 133419).
- R. geranii* (Westend.) Fuckel – на листьях *Geranium* sp., ОПХ «Родина», 15.07.2004 (LEP 132793).
- R. heraclei* (Oudem.) Sacc. – на листьях *Anthriscus sylvestris*, Порховский р-н, 05.08.2013 (LEP 133426); на листьях *Heracleum sibiricum*, совместно с *Phomopsis asteriscus*, Гдовский р-н, 17.08.2013 (LEP 133441); на листьях *Heracleum sosnowskyi*, совместно с *Phloeospora heraclei*, *Erysiphe heraclei*, п. Вольшево, 08.08.2013 (LEP 133462).
- R. inaequalis* (Preuss) U. Braun – на листьях *Taraxacum officinale*, ОПХ «Родина», 15.07.2004 (LEP 132789); совместно с *Puccinia hieracii*, с. Петровское, 14.08.2013 (LEP 132887); на листьях *Hieracium umbellatum*, заповедник «Полистовский», 07.08.2013 (LEP 133011, LEP 133012); на листьях *Hieracium* sp., *Picris hieracioides*, д. Комша, 10.08.2013 (LEP 133435; LEP 133437).
- **R. keithii* Massee – на листьях *Malva sylvestris*, д. Вольшево, 08.08.2013 (LEP 133459).
- R. lactea* (Desm.) Sacc. – на листьях *Viola montana*, НП «Себежский», 12.08.2013 (LEP 133420).

- **R. pusilla* Unger – на листьях *Phleum pratense*, д. Забелье, 12.08.2013 (LEP 132907); на листьях *Festuca pratensis* совместно с *Septoria agropyri*, Порховский р-н, 05.08.2013 (LEP 133005); на листьях *Calamagrostis purpurea*, совместно с *Pseudoseptoria donacis*, *Septoria arundinacea*, *Puccinia coronata*, *Phyllachora graminis*, Гдовский р-н, 17.08.2013 (LEP 133442).
- **R. torrendii* (Bres.) U. Braun – на листьях *Ranunculus* sp., НП «Себежский», 13.08.2013 (LEP 133424).
- R. tricherae* Lindr. – на листьях *Knautia* sp., совместно с *Septoria scabiosicola*, д. Ширск, 05.08.2013 (LEP 132896); на листьях *Knautia arvensis*, совместно с *Peronospora knautiae*, *Septoria scabiosicola*, д. Комша, 10.08.2013 (LEP 133436); СПК «Передовик», 16.07.2004 (LEP 132777).
- R. urticae* Ces. – на листьях *Urtica dioica*, НП «Себежский», обочина дороги, 13.08.2013 (LEP 133421).
- **Rhynchosporium secalis* (Oudem.) Davis – на листьях *Dactylis glomerata*, Порховский р-н, 05.08.2013 (LEP 133004); на листьях *Bromopsis inermis*, д. Ширск, 05.08.2013 (LEP 133432).
- Класс COELOMYCETES**
- Ampelomyces quisqualis* Ces. – на листьях *Plantago major*, совместно с анаморфой мучнисторосяного гриба и *Septoria inconspicua*, Великие Луки, оп. поле Великолукской ГСХА, 08.08.2013 (LEP 133429).
- **Ascochyta boltshauseri* Sacc. – на листьях *Trifolium* sp., д. Ширск, 05.08.2013 (LEP 132899); на листьях *Vicia* sp., с. Павы, 05.08.2013 (LEP 132911).
- **A. chenopodiicola* Pisareva – на листьях *Chenopodium album*, СПК «Передовик», 16.07.2004 (LEP 132775); ОПХ «Родина», 15.07.2004 (LEP 132784); совместно с *Passalora dubia*, *Peronospora farinosa*, Великие Луки, оп. поле Великолукской ГСХА, 08.08.2013 (LEP 132990); совместно с *Passalora dubia*, д. Новый Изборск, сад, 16.08.2013 (LEP 132999; LEP 133416); совместно с *Peronospora farinosa*, Порховский р-н, 05.08.2013 (LEP 133412).
- **A. doronici* Allesch. – на листьях *Taraxacum officinale*, совместно с *Puccinia taraxaci*, Порховский р-н, 05.08.2013 (LEP 133425).
- A. menyanthicola* Melnik – на листьях *Menyanthes trifoliata*, заповедник «Полистовский», болото, 07.08.2013 (LEP 133008).
- **A. tussilaginis* Oudem. – на листьях *Sonchus arvensis*, Великие Луки, оп. поле Великолукской ГСХА, 08.08.2013; ОПХ Родина, 15.08.2013, опр. Берестецкий А.О.; на листьях *Sonchus asper*, совместно с *Bremia sonchicola*, д. Недомерки, 08.08.2013 (LEP 132900).
- Boeremia exigua* (Desm.) Aveskamp, Gruyter & Verkley – на листьях *Cirsium arvense*, д. Дрехово, 08.08.2014; ОПХ Родина, 15.08.2013, опр. Берестецкий А.О.
- Caryophylloseptoria lychnidis* (Desm.) Verkley, Quaedvl. & Crous – на листьях *Melandrium album*, д. Ширск, 05.08.2013 (LEP 132895).
- **Colletotrichum fuscum* Laubert – на листьях *Galinsoga parviflora*, совместно с *Septoria galinsogae*, Великие Луки, оп. поле Великолукской ГСХА, 09.08.2013, опр. Казарцев И.А. (LEP 132919).
- **C. graminicola* (Ces.) G.W. Wilson – на листьях *Phleum pratense*, совместно с *Puccinia coronata*, ОПХ «Родина», 15.08.2013 (LEP 132891); на листьях *Festuca* sp., совместно с *Puccinia coronifera*, д. Высоцкое, 13.08.2013 (LEP 133454); на листьях *Dactylis glomerata*, совместно с *Uromyces dactylidis*, с. Петровское, 14.08.2013 (LEP 132889).
- **C. luzulae* Togashi et Onuma – на листьях *Luzula campestris*, заповедник «Полистовский», 07.08.2013 (LEP 132876).
- **Diplodina calamagrostidis* (Brunaud) Allesch. – на листьях *Calamagrostis* sp., совместно с *Puccinia coronata*, д. Высоцкое, 13.08.2013 (LEP 132877).
- Eudarluca caricis* (Fr.) O.E. Erikss. – в пустулах *Puccinia coronata* на листьях *Calamagrostis* sp., д. Высоцкое, 13.08.2013 (LEP 132877); в пустулах *Puccinia recondita* на листьях *Elytrigia repens*, Псков, окрестности, 15.08.2013 (LEP 132890); в пустулах *Puccinia chaerophylli* на листьях *Anthriscus sylvestris*, совместно с *Erysiphe heraclei*, д. Комша, 10.08.2013 (LEP 132996).
- **Gloeosporium saponariae* (Roum.) Siemaszko – на листьях *Saponaria officinalis*, д. Ширск, 05.08.2013 (LEP 132898).
- **Phaeoseptoria caricicola* (Sacc.) R. Sprague – на листьях *Carex* sp., д. Спицыно, 17.08.2013 (LEP 132879).
- Phloeospora heraclei* (Lib.) Petr. – на листьях *Heracleum sosnowskyi*, совместно с *Ramularia heraclei*, *Erysiphe heraclei*, п. Вольшево, 08.08.2013 (LEP 133462).
- **Phomopsis asteriscus* (Berk.) Grove – на листьях *Heracleum sibiricum*, совместно с *Ramularia heraclei*, Гдовский р-н, 17.08.2013 (LEP 133441).
- **Phyllosticta ambrosioidis* Thuem. – на листьях *Chenopodium album*, совместно с *Passalora dubia*, *Peronospora farinosa*, д. Новый Изборск, 16.08.2013 (LEP 133415).
- **P. farfarae* Sacc. – на листьях *Tussilago farfara*, ОПХ «Родина», 15.07.2004 (LEP 132788).
- **P. lychnidina* Grove – на листьях *Melandrium album*, д. Ширск, луг, 05.08.2013 (LEP 133433).
- **Pseudoseptoria donacis* (Pass.) B. Sutton – на листьях *Calamagrostis purpurea*, совместно с *Septoria arundinacea*, *Puccinia coronata*, *Ramularia pusilla*, *Phyllachora graminis*, Гдовский р-н, 17.08.2013 (LEP 133442).
- P. stomaticola* (Bäumler) B. Sutton – на листьях *Dactylis glomerata*, д. Забелье, 12.08.2013 (LEP 132906).
- **Septoria acetosae* Oudem. – на листьях *Rumex* sp., совместно с *Puccinia acetosae*, д. Ширск, 05.08.2013 (LEP 132897).
- S. aegopodii* Desm. – на листьях *Aegopodium podagraria*, д. Комша, лесная дорога, 10.08.2013 (LEP 132992); ОПХ «Родина», 15.07.2004 (LEP 132780); д. Полибино, 09.08.2013 (LEP 132923).
- **S. agropyri* Ellis et Everh. – на листьях *Festuca pratensis*, совместно с *Ramularia pusilla*, Порховский р-н, 05.08.2013 (LEP 133005).
- S. alopecuri* (P. Karst.) P. Syd. – на листьях *Calamagrostis epigeios*, д. Ширск, 05.08.2013 (LEP 132894).
- **S. arundinacea* Sacc. – на листьях *Calamagrostis purpurea* совместно с *Pseudoseptoria donacis*, *Puccinia coronata*, *Ramularia pusilla*, *Phyllachora graminis*, Гдовский р-н, 17.08.2013 (LEP 133442).
- S. chelidonii* Desm. – на листьях *Chelidonium majus*, д. Кириллово, 14.08.2013 (LEP 133439).
- S. convolvuli* Desm. – на листьях *Calystegia sepium*, совместно с *Stagonospora calystegiae*, с. Тригорское, 14.08.2013

- (LEP 132888); на листьях *Convolvulus arvensis*, совместно с *Septoria longispora*, д. Новый Изборск, сад, 16.08.2013 (LEP 133001).
- **S. galeopsidis* Westend. – на листьях *Galeopsis tetrachit*, д. Комша, 10.08.2013 (LEP 132993).
- **S. galinsogae* Speg. – на листьях *Galinsoga parviflora*, совместно с *Colletotrichum fuscum*, Великие Луки, оп. поле Великолукской ГСХА, 09.08.2013 (LEP 132919).
- S. gei* Roberge ex Desm. – на листьях *Geum urbanum*, заповедник «Полистовский», 07.08.2013 (LEP 133007).
- S. inconspicua* Berk. et M.A. Curtis – на листьях *Plantago major*, совместно с анаморфой мучнисторосяного гриба и *Ampelomyces quisqualis*, Великие Луки, оп. поле Великолукской ГСХА, 08.08.2013 (LEP 133429).
- S. kaznowskii* M. I. Nikol. – на листьях *Lupinus polyphyllus*, д. Комша, 10.08.2013 (LEP 132991).
- **S. lamiicola* Sacc. – на листьях *Lamium album*, СПК «Передовик», 16.07.2004 (LEP 132778).
- **S. longispora* Bondartsev – на листьях *Convolvulus arvensis*, совместно с *Stagonospora calystegiae*, д. Павы, 05.08.2013 (LEP 132914); совместно с *Septoria convolvuli*, д. Новый Изборск, 16.08.2013 (LEP 133001).
- S. matricariae* Hollós – на листьях *Tripleurospermum perforatum*, ОПХ «Родина», 15.07.2004 (LEP 132785); ЗАО «Агрофирма Победа», 16.08.2013 (LEP 132988); Великие Луки, оп. поле Великолукской ГСХА, 08.08.2013 (LEP 133430); на листьях *Lepidotheca suaveolens*, ОПХ «Родина», 15.07.2004 (LEP 132787).
- S. oenotherae* Westend. – на листьях *Oenothera biennis*, д. Забелье, 12.08.2013 (LEP 132926); Пустошинский р-н, 11.08.2013 (LEP 133446); на листьях *Oenothera* sp., Великие Луки, оп. поле Великолукской ГСХА, 08.08.2013 (LEP 133427).
- S. polygonorum* Desm. – на листьях *Persicaria lapathifolia*, ОПХ «Родина», 15.07.2004 (LEP 132786); Великие Луки, оп. поле Великолукской ГСХА, 08.08.2013 (LEP 133428); на листьях *Persicaria minor*, д. Логовино, 06.08.2013 (LEP 133175).
- S. rumicis* Trail – на листьях *Rumex* sp., д. Высоцкое, 13.08.2013 (LEP 133455).
- S. scabiosicola* Desm. – на листьях *Knautia* sp., совместно с *Ramularia tricherae*, д. Ширск, 05.08.2013 (LEP 132896); на листьях *Knautia arvensis*, совместно с *Peronospora knautiae*, д. Комша, луг около озера Окуневки, 10.08.2013 (LEP 132995; LEP 133436); Гдовский р-н, 17.08.2013 (LEP 133444).
- S. scirpi* Sacc. – на листьях *Scirpus lacustris*, д. Спицыно, 17.08.2013 (LEP 132880).
- S. scutellariae* Thuem. – на листьях *Scutellaria galericulata*, Новоржевский р-н, п. Высоцкое, 13.08.2013 (LEP 133451).
- **S. stellariae* Roberge ex Desm. – на листьях *Stellaria media*, ОПХ «Родина», 15.07.2004 (LEP 132783).
- **S. tabacina* Died. – на листьях *Artemisia vulgaris*, ОПХ «Родина», 15.07.2004 (LEP 132790).
- **S. tanacetii* Niessl – на листьях *Tanacetum vulgare*, д. Высоцкое, 13.08.2013 (LEP 132881).
- S. trientalis* (Lasch) Sacc. – на листьях *Trientalis europaea*, НП «Себежский», 12.08.2013 (LEP 133423).
- Stagonospora calystegiae* (Westend.) Grove – на листьях *Calystegia sepium*, совместно с *Septoria convolvuli*, с. Тригорское, 14.08.2013 (LEP 132888); на листьях *Convolvulus arvensis*, совместно с *Septoria longispora*, д. Павы, 05.08.2013 (LEP 132914).
- Zymoseptoria tritici* (Desm.) Quaedvl. et Crous – на листьях *Poa pratensis*, п. Вольшево, 08.08.2013 (LEP 133461).

Отдел Oomycota представлен 10 видами из порядков Peronosporales и Albuginales. Оомицеты включают возбудителей ложной мучнистой росы пастушьей сумки, подорожника большого, мака самосейки, мари белой, короставника полевого, осота шероховатого, трехреберника продырявленного, видов василька и чертополоха, а также возбудителей белой ржавчины пастушьей сумки, бодяка полевого и centaurei шероховатой.

Выявленные сумчатые грибы относятся к 11 видам, 6 семействам из порядков Erysiphales, Hymenocerales, Phyllachorales, Taphrinales, Capnodiales, Helotiales. Представители порядка Erysiphales выявлены как возбудители мучнистой росы недотроги обыкновенной, манжетки, сивца лугового, подорожника большого, метлицы обыкновенной, купыря лесного, борщевика Сосновского, клевера, яснотки пурпурной, пикульника обыкновенного, марьянника лугового. Отмечено поражение соцветий вейника наземного, костреца безостого, лисохвоста лугового спорыньей (возбудитель *Claviceps purpurea*). На сныти обыкновенной обнаружен *Protomyces macrosporus* (сем. Taphrinaceae), вызывающий характерные вздутия на черешках листьев. Представители остальных семейств вызывали листовые пятнистости лисохвоста лугового, вейника пурпурного (возбудитель *Phyllachora graminis*) и видов клевера (возбудитель *Cymadothea trifolii* и *Pseudopeziza trifolii*).

Двадцать пять идентифицированных видов базидиомицетов относятся к порядкам Microbotryales, Urocystidales

и Pucciniales из трех классов Microbotryomycetes, Ustilaginomycetes и Pucciniomycetes соответственно. К обнаруженным представителям порядка Microbotryales относится один вид – *Microbotryum reticulatum*, зарегистрированный как возбудитель головни соцветий горца развесистого. Второй порядок (Urocystidales) был представлен видом *Thecaphora oligaspora*, вызывающим поражение листьев осоки. Двадцать три вида из числа представителей порядка Pucciniales относятся к семействам Pucciniaceae, Melampsoraceae, Coleosporiaceae, Pucciniastraceae и являются возбудителями ржавчины купыря лесного (*Puccinia chaerophylli*), щавеля (*P. acetosae*), вероники колосистой (*P. albulensis*), звездчатки дубравной (*P. arenariae*), лопуха паутинистого (*P. calcitrapae*), полыни обыкновенной (*P. chrysanthemi*), одуванчика лекарственного (*P. hieracii*), горчавки легочной (*P. gentianae*), мать-и-мачехи обыкновенной (*P. poarum*), тысячелистника птармики (*P. ptarmicae*), бодяка полевого (*P. punctiformis*), осота полевого, колокольчика рапунцелевидного (*Coleosporium tussilaginis*), молочая солнцегляда (*Melampsora euphorbiae*), репешка волосистого (*Pucciniastrum agrimoniae*), подмаренника (*Puccinia punctata*), горца, гречишки вьюнковой (*P. polygoni-amphibii*), видов вейника, тимopheевки луговой (*P. coronata*), костреца безостого, овсяницы (*P. coronifera*), пырея ползучего (*P. graminis*), ежи сборной (*Uromyces dactylidis*), горошка мышиного (*U. viciae-fabae*) и клевера лугового (*U. trifolii*).

Наиболее многочисленными по числу видов были анаморфные грибы (анаморфы сумчатых грибов). Гифомицеты представлены 27 видами и включали возбудителей листовых пятнистостей горошка мышиного (возбудитель – *Botrytis cinerea*), астрагала (*Cercospora astragali*), цикория обыкновенного (*Cercospora cichorii*), клевера ползучего (*Cercospora zebrina*), купыря лесного (*Passalora bupleuri*, *Ramularia heraclei*), сабельника болотного (*Passalora comari*), дудника (*Passalora depressa*), мари белой (*Passalora dubia*), мать-и-мачехи обыкновенной (*Ramularia brunnea*), колокольчика рапунцелевидного (*Ramularia campanulae-latifoliae*), щавеля курчавого (*Ramularia circumfusa*), бодяка полевого (*Ramularia sunarae*), подмаренника гарцинского (*Ramularia galii*), герани (*Ramularia geranii*), борщевика сибирского и борщевика Сосновского (*Ramularia heraclei*), одуванчика лекарственного, ястребинки, горлюхи ястребинковидной (*Ramularia inaequalis*), мальвы лесной (*Ramularia keithii*), фиалки горной (*Ramularia lactea*), тимopheевки луговой, овсяницы луговой, вейника пурпурного (*Ramularia pusilla*), короставника (*Ramularia tricherae*), лютика (*Ramularia torrendii*), крапивы двудомной (*Ramularia urticae*), ежи сборной, костреца безостого (*Rhynchosporium secalis*). Также на пятнах, вызванных другими возбудителями, зарегистрированы сапротрофные виды *Alternaria tenuissima*, *Cladosporium herbarum* и *Epicoccum nigrum*.

Идентифицировано 49 видов целомицетных грибов, являющихся возбудителями пятнистостей клевера (*Ascochyta boltshauseri*), мари белой (*A. chenopodiicola*, *Phyllosticta ambrosioidis*), вахты трехлистной (*Ascochyta menyanthicola*), одуванчика лекарственного (*A. doronici*), видов осота (*A. tussilaginis*), бодяка полевого (*Boeremia exigua*), галинсоги мелкоцветковой (*Colletotrichum fuscum*, *Septoria galinsogae*), мать-и-мачехи обыкновенной (*Phyllosticta*

farfarae), трехреберника продырявленного, лепидотеки пахучей (*Septoria matricariae*), полыни обыкновенной (*S. tabacina*), пижмы обыкновенной (*S. tanacetii*), короставника (*S. scabiosicola*), тимopheевки луговой (*Colletotrichum graminicola*), овсяницы (*C. graminicola*, *Septoria agropyri*), ежи сборной (*C. graminicola*, *Pseudoseptoria stomaticola*), вейника (*Diplodina calamagrostidis*, *Pseudoseptoria donacis*, *Septoria alopecuri*, *S. arundinacea*), мятлика лугового (*Zymoseptoria tritici*), ожики равнинной (*Colletotrichum luzulae*), осоки (*Phaeoseptoria caricicola*), камыша озерного (*Septoria scirpi*), мьяльнянки лекарственной (*Gloeosporium saponariae*), дремы белой (*Phyllosticta lychnidina*, *Caryophylloseptoria lychnidis*), звездчатки средней (*Septoria stellariae*), борщевика Сосновского (*Phloeospora heraclei*), борщевика сибирского (*Phomopsis asteriscus*), сныти обыкновенной (*Septoria aegopodii*), чистотела большого (*S. chelidonii*), повоя заборного (*S. convolvuli*, *Stagonospora calystegiae*), вьюнка полевого (*Septoria convolvuli*, *S. longispora*, *Stagonospora calystegiae*), пикульника обыкновенного (*Septoria galeopsidis*), яснотки белой (*S. lamiiicola*), шлемника обыкновенного (*S. scutellariae*), гравилата городского (*S. gei*), подорожника большого (*S. inconspicua*), люпина многолистного (*S. kaznowskii*), ослинника (*S. oenotherae*), горца (*S. polygonorum*), щавеля (*S. rumicis*, *S. acetosae*), седмичника европейского (*S. trientalis*). На мицелии мучнисторосяного гриба, поражающего подорожник большой, выявлен гиперпаразит *Ampelomyces quisqualis*, а в пустулах различных видов ржавчинных грибов – *Eudarluca caricis*.

Среди выявленных микромицетов для дальнейшего изучения в качестве потенциальных агентов биоконтроля представляют интерес возбудители пятнистостей *Convolvulus arvensis*, *Chenopodium album*, видов *Heracleum* и видов сем. Asteraceae.

Работа выполнена при поддержке Российского Научного Фонда (проект 14-26-00067).

Plant Protection News, 2015, 2(84), p.28 – 35

SPECIES COMPOSITION OF MICROMYCETES ON WEEDS AND WILD HERBACEOUS PLANTS IN PSKOV REGION

E.L. Gasich¹, F.B. Gannibal¹, A.O. Berestetskiy¹, I.A. Kazartsev¹, L.B. Khlopunova¹, I.V. Bilder²

¹All-Russian Institute of Plant Protection, St Petersburg

²Kaliningrad Interregional Veterinary Laboratory

Identification of the micromycete species composition on weeds is the basic stage of the development of weed biocontrol methods. Serious consideration has been given to the study of mycobiota in the Pskov Region (Russia) including discovery of plant pathogenic micromycetes. However, no special revision of the weed pathogenic fungi has been done in this region before. The aim of our research was to determine species composition of micromycetes on weeds and wild herbaceous plants in the Pskov Region. The material was collected in 2004, 2005 and 2013 in 15 districts. Totally 122 micromycete species from 46 genera belonging to 4 phyla of fungi and fungus-like organisms were identified. Among those species 44 taxa were found in the Pskov Region for the first time. Mitosporic fungi (former phylum Deuteromycota) composed 62.3% of revealed species, Basidiomycota – 20.5%, Ascomycota – 9.0%, Oomycota – 8.2%. Micromycetes were revealed on 74 plant species. Host plants represented 75 genera and 30 families. Specimens were deposited in the Mycological Herbarium of the All-Russian Institute of Plant Protection (LEP). Several micromycete species induce leaf spots on *Convolvulus arvensis*, *Chenopodium album*, *Heracleum* spp. and some species from Asteraceae, being perspective agents of biocontrol.

Keywords: micromycete; plant pathogenic fungus; weed; biocontrol.

Библиографический список (References)

- Александров И.Н. Мучнисторосяные грибы Псковской области // Труды ЛСХА. 1977. Вып. 122. С. 14–15.
- Иванов И.С. Грибы (Fungi): облигатные паразитические микромицеты // В кн.: Биоразнообразие и редкие виды национального парка «Себежский». Труды СПбОЕ. СПб.: СПбГУ, 2001. Т. 6. № 4. С. 44–47.
- Конечная Г.Ю. Динамика видовой состава сообществ с борщевиком Сосновского в национальном парке «Себежский» / Конечная Г.Ю., Крупкина Л.И. // Материалы I международной научной конференции «Сорные растения в изменяющемся мире: актуальные вопросы изучения разнообразия, происхождения, эволюции». 6–8 декабря 2011 года, СПб. СПб, 2011. С. 125–129.
- Лобик А.И. Грибные паразиты, собранные в Холмском уезде Псковской губернии летом 1912–1913 гг. // Болезни растений. 1914. № 2–3. С. 74–89.
- Лунева Н.Н. Засоренность посевов в Псковской области / Лунева Н.Н., Соколова Т.Д., Надточий И.Н., Степанов Г.Г. // Вестник защиты растений. 2009. Вып. 1. С. 16–24.
- Мельник В.А. Микромицеты. Аннотированный список видов // В кн.: Грибы национального парка «Себежский». Труды национального парка «Себежский». Вып. 2. Под ред. Г.Ю. Конечной и С.А. Фетисова. Себеж, 2012. С. 126–151.
- Мельник В.А. Материалы к изучению микобиоты Новгородской и Псковской областей. I. Гифомицеты / Мельник В.А., Попов Е.С., Шабунин Д.А. // Микология и фитопатология. 2007. Т. 41. Вып. 6. С. 515–525.
- Мельник В.А. Материалы к изучению микобиоты Новгородской и Псковской областей. II. Целомицеты / Мельник В.А., Попов Е.С., Шабунин Д.А. // Микология и фитопатология. 2008. Т. 42. Вып. 1. С. 43–52.
- Мельник В.А. Материалы к изучению микобиоты Новгородской и Псковской областей. IV. Хитридиевые, пероноспорные, мучнисторосяные, ржавчинные, экзобазидиальные, головневые, анаморфные грибы / Мельник В.А., Попов Е.С., Шабунин Д.А. // Микология и фитопатология. 2008. Т. 42. Вып. 6. С. 524–539.
- Попов Е.С. Сумчатые грибы. Аннотированный список видов // В кн.: Грибы национального парка «Себежский». Труды национального парка «Себежский». Вып. 2. Под ред. Г.Ю. Конечной и С.А. Фетисова. Себеж, 2012. С. 96–125.
- Попов Е.С. Материалы к изучению микобиоты Новгородской и Псковской областей. III. Пиренокарпные аскомицеты / Попов Е.С., Шабунин Д.А., Мельник В.А. // Микология и фитопатология. 2008. Т. 42. Вып. 2. С. 137–151.
- Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств. СПб.: Мир и семья-95, 1995. 990 с.
- Черепанова Н.П. Материалы к микрофлоре Псковской области / Черепанова Н.П., Кочетков В.В., Черепанов П.С. // Вестник ЛГУ. Сер. 3. 1989. Вып. 4. № 24. С. 33–40.
- Kirk P.M. Ainsworth & Bisby's Dictionary of the Fungi / Kirk P.M., Cannon P.F., Minter D.W., Stalpers J.A. Wallingford: CAB, 2008. 771 p.

Translation of Russian References

- Aleksandrov I.N. Powdery mildews of Pskov region. In: Trudy LSKhA. 1977. Is. 122. P. 14–15.
- Ivanov I.S. Fungi: obligate parasitic micromycetes. In: Bioraznoobrazie i redkie vidy natsional'nogo parka «Sebezskii». Trudy SPbOE. St Petersburg: SPbGU, 2001. V. 6. № 4. P. 44–47.
- Konechnaja G.Yu., Krupkina L.I. Dynamic of species in Heracleum sosnowskiy communities in National Park «Sebezskii». In: Materialy I mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii «Sornye rasteniia v izmenjajushemsja mire: aktual'nye voprosy izucheniya raznoobrazija, proishozhdenija, jevoljucii», 6–8 dekabrja 2011 goda, St Petersburg. St Petersburg, 2011. P. 125–129.
- Lobik A.I. Parasitic fungi gathered in Holmskiy district of Pskov region in summer 1912–1913. Bolezni rastenii. 1914. № 2–3. P. 74–89.
- Luneva N.N., Sokolova T.D., Nadtochij I.N., Stepanov G.G. Weed contamination of crops in Pskov region. Vestnik zashhity rastenii. 2009. V. 1. P. 16–24.
- Mel'nik V.A. Micromycetes. Annotate list of species. In: Griby natsional'nogo parka «Sebezskii». Trudy natsional'nogo parka «Sebezskii». V. 2. Eds. G.Yu. Konechnaja and S.A. Fetisov. Sebez, 2012. P. 126–151.
- Mel'nik V.A., Popov E.S., Shabunin D.A. Materials to mycobiota of Novgorod and Pskov regions. I. Hyphomycetes. Mikologija i fitopatologija. 2007. V. 41. Iss. 6. P. 515–525.
- Mel'nik V.A., Popov E.S., Shabunin D.A. Materials to mycobiota of Novgorod and Pskov regions. II. Coelomycetes. Mikologija i fitopatologija. 2008. V. 42. Iss. 1. P. 43–52.
- Mel'nik V.A., Popov E.S., Shabunin D.A. Materials to mycobiota of Novgorod and Pskov region. IV. Chytridiales, Peronosporales, powdery mildews, rusts, Exobasidiales, smuts, anamorphic fungi. Mikologija i fitopatologija. 2008. V. 42. Iss. 6. P. 524–539.
- Popov E.S. Ascomycetes. Annotate list of species. In: Griby natsional'nogo parka «Sebezskii». Trudy natsional'nogo parka «Sebezskii». V. 2. Eds. G.Yu. Konechnaja and S.A. Fetisov. Sebez, 2012. P. 96–125.
- Popov E.S., Shabunin D.A., Mel'nik V.A. Materials to mycobiota of Novgorod and Pskov region. III. Pyrenomycetes. Mikologija i fitopatologija. 2008. V. 42. Iss. 2. P. 137–151.
- Cherepanov S.K. Vascular plants of Russia and adjacent states. St Petersburg: Mir i sem'ja-95, 1995. 990 s.
- Cherepanova N.P., Kochetkov V.V., Cherepanov P.S. Materials to mycoflora of Pskov region. Vestnik LGU. Ser. 3. 1989. V. 4. № 24. P. 33–40.

Сведения об авторах

Всероссийский НИИ защиты растений, шоссе Подбельского, 3, 196608 Санкт-Петербург-Пушкин, Российская Федерация
 *Гасич Елена Леонидовна. Старший научный сотрудник, кандидат биологических наук, e-mail: Elena_gasich@mail.ru
 Ганнибал Филипп Борисович. Заведующий лабораторией, кандидат биологических наук, e-mail: phbgannibal@yandex.ru
 Берестецкий Александр Олегович. Заведующий лабораторией, кандидат биологических наук, e-mail: aberestetski@yahoo.com
 Казарцев Игорь Александрович. Научный сотрудник, кандидат биологических наук, e-mail: kazartsev@inbox.ru
 Хлопунова Людмила Борисовна. Научный сотрудник, e-mail: miceliy@mail.ru
 ФГБУ «Калининградская МВЛ», ул. Танковая, 15, 236038, Калининград, Российская Федерация
 Бильдер Ирина Валерьевна. Ведущий миколог, кандидат биологических наук, e-mail: bilderirina@yandex.ru

* Ответственный за переписку

Information about the authors

All-Russian Institute of Plant Protection, Podbelskogo shosse, 3, 196608, St Petersburg-Pushkin, Russian Federation
 *Gasich Elena Leonidovna. Senior Researcher, PhD in Biology, e-mail: elena_gasich@mail.ru
 Gannibal Filipp Borisovich. Head of Laboratory, PhD in Biology, e-mail: phbgannibal@yandex.ru
 Berestetskiy Aleksandr Olegovich. Head of Laboratory PhD in Biology, e-mail: aberestetski@yahoo.com
 Kazartsev Igor Aleksandrovich. Researcher, PhD in Biology, e-mail: kazartsev@inbox.ru
 Khlopunova Ludmila Borisovna, Researcher, e-mail: miceliy@mail.ru
 Kaliningrad Interregional Veterinary Laboratory, Tankovaja, 15, 236038, Kaliningrad, Russian Federation
 Bilder Irina Valerjevna, Senior mycologist, PhD in Biology, e-mail: bilderirina@yandex.ru

* Responsible for correspondence

УДК: 635.9:632.731/58:005.936.2

ОПТИМИЗИРОВАННЫЙ МЕТОД УЧЕТА ЧИСЛЕННОСТИ АМЕРИКАНСКОГО ТРИПСА (*ECHINOTHRIPS AMERICANUS* MORGAN) НА ДЕКОРАТИВНЫХ РАСТЕНИЯХ В ОРАНЖЕРЕЯХ БОТАНИЧЕСКОГО САДА

Г.Е. Сергеев, Г.И. Сухорученко, Л.Ю. Кудряшова

Всероссийский НИИ защиты растений, Санкт-Петербург

Американский трипс (*Echinothrips americanus*) – адвентивный вид, единственный представитель рода *Echinothrips*, который распространился за пределы своего анцестрального ареала. Его инвазия на Европейский континент из США (1993), из Нидерландов – в теплицы 19 стран Европы. В России он отмечен в Ботаническом саду им. В.Л. Комарова БИН РАН (2005) и в Ботаническом саду Санкт-Петербургского государственного университета (2006). Произошло быстрое расселение и расширение круга поражаемых растений. Методы учета заселенности американским трипсом (АТ) трудоемки, их эффективность зависит от численности вредителя, квалификации исследователя. С целью снижения физических и временных затрат при учетах американского трипса (АТ) потребовалась оптимизация визуального метода их проведения. За основу разработки метода взят регрессионный анализ с предварительной линейризацией исследуемых взаимосвязей. Реализация соответствующего алгоритма осуществлена с использованием метода «симметризации». Исходный материал для расчетов получен на 5 видах растений после 30 учетов численности разных стадий развития АТ в течение года. Используются показатели средневыворочная плотность трипсов на лист (Y) и процент заселенных листьев (X). После линейризующих преобразований, корреляционного и регрессионного анализов получены уравнения регрессии и построены номограммы, позволяющие оценить плотность разных стадий АТ на лист по проценту заселенных листьев в выборке без непосредственного учета численности насекомых. Предложенный метод учета АТ может быть использован при наблюдениях за изменениями его численности в течение года, служить основой для определения эффективности защитных мероприятий, проводимых как целенаправленно против АТ, так и комплекса вредных членистоногих, обитающих на различных видах растений в оранжереях. На растениях высотой до 1 м предложенный метод учета эффективен. Для учетов на растениях высотой 2 и более метров – реализация метода требует проведения дополнительных исследований.

Ключевые слова: адвентивный вид, визуальный метод учета, регрессионный анализ, асимметрия статистических распределений, итерационная линейризация, плотность фитофага на лист, процент заселенных листьев, номограммы.

Американский трипс (*Echinothrips americanus*) – адвентивный вид, родиной которого считается юго-восточная часть Северной Америки, где он широко встречается в природных условиях на различных видах травянистых и древесных растений, а начиная с 1984 г. отмечается в качестве вредителя ряда декоративных и овощных культур в теплицах США и Канады [Oetting, 1987; Oetting et al. 1993; Opit et al., 1997].

Американский трипс – единственный представитель рода *Echinothrips*, который распространился за пределы своего анцестрального ареала. Инвазия американского трипса на Европейском континенте началась в 1993 г., когда фитофаг был завезен с *Syngonium sp.* из США в тепличные хозяйства Нидерландов, из которых он расселился по теплицам девятнадцати стран Европы [Vierbergen et al., 2006]. В начале нового столетия американский трипс был завезен с цветочной продукцией в Юго-Восточную Азию и стал вредителем цветочных и овощных культур в теплицах Японии [Itoh et al., 2003], Таиланда [Mound, 2000], Китая [Mirab-Baloum et al., 2010].

В Россию американский трипс попал также антропогенным путем. В 2005 г. он был завезен с декоративными растениями в оранжерею Ботанического сада им. В.Л. Комарова БИН РАН г. Санкт-Петербурга [Другова, Варфоломеева, 2006]. В 2006 г. фитофаг обнаружен в Ботаническом саду Санкт-Петербургского государственного университета (СПбГУ) на ряде экспонируемых в тропических оранжереях видов растений [Клишина, Великань, 2007]. В последующие годы произошло быстрое расселение американского трипса на выращиваемых в тропических и субтропических оранжереях

этих ботанических садов декоративных растениях, число которых увеличилось с 2 видов из 2 семейств в 2005 г. до 101 вида из 51 семейства в 2009 г. [Клишина, Другова, 2009]. На основании наших исследований этот список в 2013 г. увеличился до 117 видов растений из 57 семейств не только за счет декоративных, но и ряда видов сорных растений, обнаруженных в оранжереях, а также овощных и цветочных культур, искусственно заселенных трипсом в изолированном боксе теплиц ВИЗР [Кудряшова и др., 2013].

Одним из распространенных методов учета заселенности и численности американского трипса на различных видах растений является визуальное их обследование, требующее тщательности проведения и высокой квалификации обследователя [Varga et al., 2010]. Как правило, визуальные учеты бывают эффективны при высокой заселенности растений вредителем; при низкой численности трудоемкость обследований значительно возрастает.

В условиях оранжерей с большим разнообразием жизненных форм выращиваемых растений визуальный учет численности американского трипса – весьма трудоемкий процесс, связанный с большими затратами времени. Для снижения физических и временных затрат при учетах американского трипса на экспонируемых в ботанических садах видах растений возникла необходимость оптимизации визуального метода их проведения. Задача была решена на основе установления эмпирической связи показателя плотности трипса на лист растения, непосредственного определения которой требует немало времени, с процентом листьев во взятой их выборке, на которых он был замечен.

Методика исследований

Исходный материал для оптимизации визуального метода учета американского трипса был собран в 2012 г. на пяти видах растений, постоянно заселяемых им в тропических оранжереях

ботанического сада СПбГУ. Наблюдения проводили на растениях с разными жизненными формами, типизированных по высоте (табл. 1).

Таблица 1. Характеристика растений в опытах по оптимизации учета численности американского трипса

Наименование	Семейство	Жизненная форма
Сингониум (<i>Syngonium auritum</i> L.)	Ароидные (Araceae)	Травянистая лиана длиной до 30 см
Мирабилис, ночная красавица (<i>Mirabilis jalapa</i> L.)	Никтагиновые (Nyctaginaceae)	Многолетнее травянистое растение высотой до 50 см
Акалифа щетинистоволосистая (<i>Acalypha hispida</i> L.)	Молочайные (Euphorbiaceae)	Вечнозеленый кустарник высотой до 1 м
Геттарда (гуэттарда) (<i>Guettarda</i> sp.)	Мареновые (Rubiaceae)	Листопадный кустарник высотой до 2 м
Клеродендрум Томсона (<i>Clerodendrum thomsoniae</i> Balf. f.)	Вербеновые (Verbenaceae)	Вечнозеленый кустарник высотой до 3 м

На каждом растении в течение года с интервалом в 10 дней проведено около тридцати учетов численности разных стадий развития американского трипса на 20 листьях, выбранных произвольно из разных ярусов. Были получены ряды плотностей трипса на лист (Y) и соответствующие плотностям доли листьев в выборках из 20 листьев, на которых трипс был обнаружен (процент заселенных трипсом листьев – X).

За основу методики обработки экспериментальных данных был взят регрессионный анализ. Использованию этого метода в области защиты растений от вредителей и болезней свойственна своя специфика [Сергеев, Левина, 1981; Сергеев, 1998]. Основное затруднение возникает в связи с тем, что, как и вообще в биологии, линейные зависимости здесь встречаются лишь в виде исключения, и обычно регрессионный анализ требует предварительной линеаризации исследуемых взаимосвязей. Выбор соответствующего алгоритма не всегда очевиден. Автоматизировать линеаризацию позволяет метод “симметризации”, или “итерационной линеаризации” [Васильев и др., 1973; Поляков и др., 1978; Сергеев и др., 2008], предложенный С.В. Васильевым и Г.Е. Сергеевым (1966) в связи с необходимостью решения задач учёта и прогноза численности насекомых в защите растений. Он достаточно широко распространён и был включён в отдельные пакеты прикладных программ по математической статистике (без ссылки на разработчика).

Эффективность алгоритма симметризации объясняется следующим. Взаимосвязи переменных, которые имеют нормальное статистическое распределение (обладающее нулевой асимметрией) линейны. Но, как уже достаточно подтвердила практика исследований, обычно линейными бывают также взаимосвязи и при прочих унимодальных распределениях с нулевой асимметрией. В биологии вообще нелинейности взаимосвязей имеют, как правило, монотонный характер.

Результаты исследований

Рассмотрим на примере сингониума, как производились анализ и преобразование эмпирических данных для построения номограмм. В таблице 2 представлены данные 27 визуальных учетов численности разных стадий развития американского трипса на 20 листьях сингониум, а также рассчитанные на их основе средняя плотность трипса на лист (Y) и процент заселенных им листьев (X).

На рисунке 1 приведены скеттер-диаграммы зависимости плотности трипса от процента заселенных им листьев, свидетельствующие о существенной нелинейности их взаимосвязи (следствие асимметрии статистических распределений Y и X). Коэффициенты асимметрии A для статистических распределений Y и X в данном случае были достаточно существенны (значения A 1.4 и 0.6), что не позволяло оценивать эту связь коэффициентом корреляции; возникла необходимость в соответствующих симметризу-

В связи с этим линейность моделируемой связи достигается обеспечением симметрии статистических распределений у исследуемых переменных. Вместо исходных шкал измерения используются шкалы преобразованные (соответствующий универсальный алгоритм программируется без особых затруднений), в результате становятся неважными прочие особенности статистических распределений исследуемых параметров (прежде весьма существенные).

Обеспечение опосредованной оценки плотности американского трипса по проценту заселённых листьев во взятой их выборке (на которых трипс был вообще обнаружен) было следующим. Исходные эмпирические данные были сведены в подготовленные для расчетов таблицы. В таблицы также включены средне-выборочная плотность трипсов на лист (Y) и процент заселенных листьев (X). Далее значения Y и X были преобразованы в соответствующие значения (y , x), тоже занесённые в таблицы для расчетов. Линеаризующие функции были рассчитаны с помощью алгоритма «итерационной линеаризации» [Сергеев et al., 2014].

Для каждого вида растений ряды преобразованных значений (y , x) были подвергнуты линейному корреляционному и регрессионному анализам. Ввиду высоких корреляций, уравнения регрессии обеспечивали высокую точность оценок. После подстановки упомянутых выше линеаризующих функций в полученные линейные уравнения регрессии (y по x) были выведены соответствующие нелинейные уравнения регрессии (Y по X) и по этим уравнениям построены номограммы. Номограммы позволяют оценивать плотность разных стадий развития американского трипса на лист по проценту заселенных листьев во взятой выборке без непосредственного учета численности насекомого и вообще без вычислений, графически.

юющих преобразованиях (рис. 1 А). С этой целью были рассчитаны параметры для двух соответствующих функций преобразования:

$$y = 80.15 + 23.81 \ln(Y + 0.07805); \quad x = -126.9 + 49.38 \ln(X + 19.43).$$

Рассчитанные функции обеспечивают нулевые коэффициенты асимметрии для статистических распределений преобразованных значений y и x (с заданными средним значением 50 и среднеквадратическим отклонением 20) и их линейную взаимосвязь (рис. 1 Б). Округлённые до целого значения y и x приведены в пятом и седьмом столбцах таблицы 2.

Коэффициент корреляции между преобразованными измерениями этих параметров оказался очень высоким ($r = 0.986$). Функция регрессии в симметризованных шкалах имеет следующий вид:

$$\bar{y} = 0.9994x - 0.08294 \pm 3.42.$$

Таблица 2. Исходные данные для оптимизации метода учета плотности американского трипса на листьях сингониума

День учета от начала года	Число разных стадий развития трипса, обнаруженных при учете	Число листьев в выборке, заселенных трипсом	Средняя плотность трипса на лист, Y	y	Процент заселенных трипсом листьев, X	x
11	0	0	0.00	19	0	20
18	0	0	0.00	19	0	20
24	0	0	0.00	19	0	20
66	1	1	0.05	31	5	31
73	0	0	0.00	19	0	20
88	2	2	0.10	39	10	40
101	1	1	0.05	31	5	31
110	23	10	1.15	85	50	82
115	7	6	0.35	60	30	66
125	8	5	0.40	63	25	60
139	23	10	1.15	85	50	82
144	13	8	0.65	73	40	75
152	1	1	0.05	31	5	31
159	6	4	0.30	57	20	55
166	5	4	0.25	54	20	55
172	2	2	0.10	39	10	40
181	3	2	0.15	45	10	40
188	3	3	0.15	45	15	48
195	11	5	0.55	69	25	60
201	4	3	0.20	50	15	48
204	6	4	0.30	57	20	55
215	11	8	0.55	69	40	75
222	14	8	0.70	74	40	75
229	11	8	0.55	69	40	75
236	2	2	0.10	39	10	40
250	3	3	0.15	45	15	48
274	8	5	0.40	63	25	60

y, x – преобразованные значения Y и X в результате итерационной линеаризации

После подстановки в эту формулу приведённых выше функций преобразования выводится итоговая функция нелинейной регрессии в исходных шкалах. Получаем формулу для практической оценки плотности трипса на лист (\bar{Y}) по проценту заселённых им листьев (X):

$$\bar{Y}(X,t) = 0.0001672 \times 1.0429^{3.4t} \times (X+19.43)^{2.0727} - 0.07805.$$

Оценку вероятной плотности американского трипса на лист по зарегистрированной заселённости листьев с помощью данной формулы рассмотрим на следующем примере. Допустим, что среди $n = 20$ обследованных листьев сингониума трипс был обнаружен на четырёх листьях и их заселённость составила $X=20\%$. Рассчитываем соответствующую средне-ожидаемую плотность (для $X=20$, $t=0$):

$$\bar{Y}(X,t) = \bar{Y}(20,0) = 0.0001672 \times 1.0429^{3.3 \times 0} \times (20+19.43)^{2.0727} - 0.07805 = 0.26.$$

Аналогично рассчитываем верхний вероятный предел плотности $\bar{Y}(20,1)=0.31$ и нижний предел $\bar{Y}(20,-1)=0.22$.

Согласно таблице 2, данная заселённость $X=20\%$ была фактически зарегистрирована в 159, 166 и 204 дни учёта. На листьях тогда было обнаружено 6; 5 и 6 особей разных стадий развития трипса. Это означало реальные плотно-

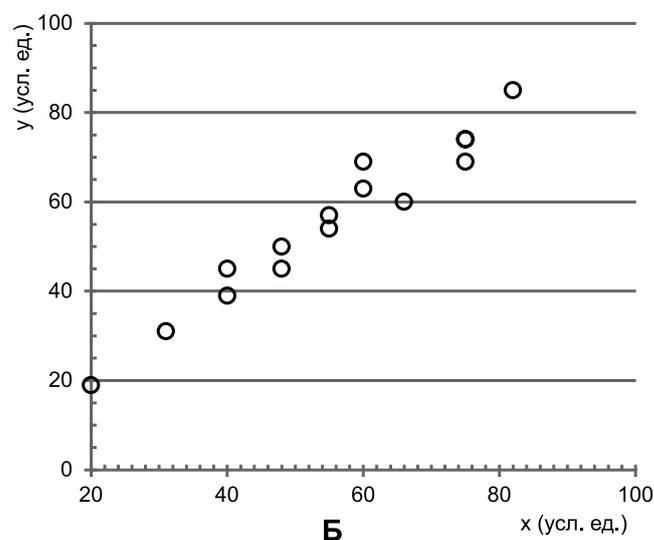
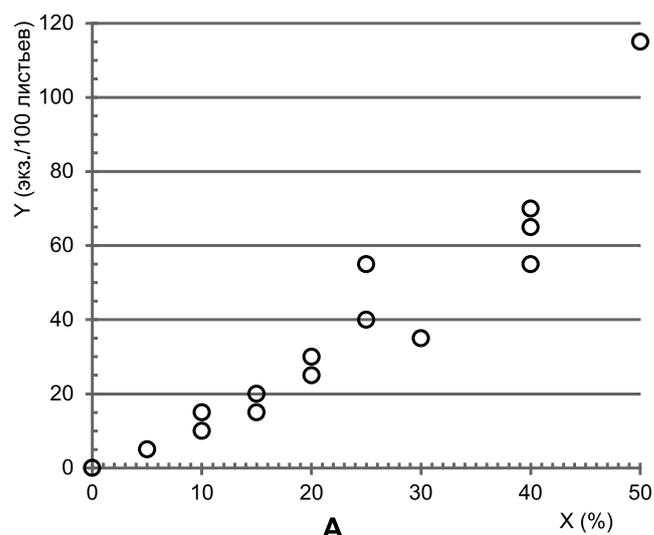


Рисунок 1. Скеттер-диаграммы зависимости плотности американского трипса от процента заселенных им листьев сингониума до (А) и после (Б) линеаризующего преобразования по методу симметризации (ордината – плотность трипса, абсцисса – доля заселенных листьев)

сти $\bar{Y}=0.30$; 0.25 и 0.30 экземпляров на лист, что соответствует полученным по формуле оценкам.

Аналогичная математическая обработка экспериментальных данных была проведена по учетам американского трипса на листьях остальных использованных в исследованиях видах растений (мирабилис, акалифа, гетгарда и клеродендрум).

Применительно к растению мирабилис были получены следующие результаты. Коэффициенты асимметрии для статистических распределений Y и X были существенны (значения 1.8 и -0.4). Функции преобразования:

$$y = 19.02 + 18.57 \ln(Y+1.150);$$

$$x = 225.2 - 42.33 \ln(129.3 - X).$$

Коэффициент корреляции между плотностью и заселённостью $r=0.93$. Функция регрессии в симметризованных шкалах имеет следующий вид:

$$\bar{y} = 0.9263x + 3.588 \pm 7.65.$$

Функция регрессии в исходных шкалах – формула для практической оценки плотности трипса на лист (\bar{Y}) по проценту заселённых им листьев (X):

$$\bar{Y}(X,t) = 28757.47 \times 1.0552^{7.65t} \times (128.8-X)^{-2.0797} - 1.163.$$

Применительно к растению акалифа коэффициенты асимметрии для статистических распределений Y и X были также существенны (значения A 1.3 и -0.5). Функции преобразования:

$$y = 13.76 + 27.07 \ln(Y + 1.022);$$

$$x = 314.7 - 60.98 \ln(144.5 - X).$$

Коэффициент корреляции измерений плотности и заселённости $r = 0.94$. Функция регрессии в симметризованных шкалах имеет следующий вид:

$$\bar{y} = 0.9475x + 2.705 \pm 7.14.$$

Функция регрессии в исходных шкалах – формула для практической оценки плотности трипса на лист (Y) по проценту заселённых им листьев (X):

$$\bar{Y}(X, t) = 40404.48 \times 1.0376^{7.14t} \times (144.5 - X)^{-2.1344} - 1.022.$$

На растении геттарда коэффициенты асимметрии для статистических распределений плотности трипса Y и процента заселённых листьев X оказались несущественны (значения A 0.90 и 0.01). Соответственно функция преобразования для Y имеет вид:

$$y = 19.05x \ln(Y + 0.4656) + 31.10.$$

Коэффициент корреляции измерений плотности и заселённости $r = 0.84$. Функция регрессии у по X :

$$\bar{y} = 0.631 \cdot X + 17.916 \pm 11.1.$$

Функция регрессии в исходных шкалах имеет вид:

$$Y = 0.5004 \times 1.0337^X \times 1.7908^{4t} - 0.4651.$$

Применительно к клеродендруму получены следующие результаты. Коэффициенты асимметрии для статистических распределений Y и X асимметрия несущественна (значения A 1.84 и 0.13). Соответственно, функция преобразования для Y :

$$y = 54.52 + 30.90 \cdot \ln(Y + 0.2427).$$

Коэффициент корреляции между плотностью и заселённостью $r = 0.94$. Функция регрессии у по X :

$$\bar{y} = 0.03122 \cdot X - 1.2150 \pm 0.2341.$$

Функция регрессии в исходных шкалах:

$$\bar{Y} = 0.2967 \times 1.032^X \times 1.2638^{4t} - 0.2429.$$

Для приведенных пяти функций нелинейной регрессии в исходных шкалах были построены графические номограммы (рис. 2), позволяющие получать оценку плотности трипса по проценту заселённости листьев без калькулятора. По каждому виду растения приводятся четыре шкалы. Первая (A) соответствует проценту листьев в выборке из 20 обследованных, на которых трипс был просто обнаружен. Шкала (C) указывает соответствующую средне-ожидаемую плотность трипса на один лист, шкала (B) – нижний вероятный предел плотности, четвертая (D) – верхний ее предел.

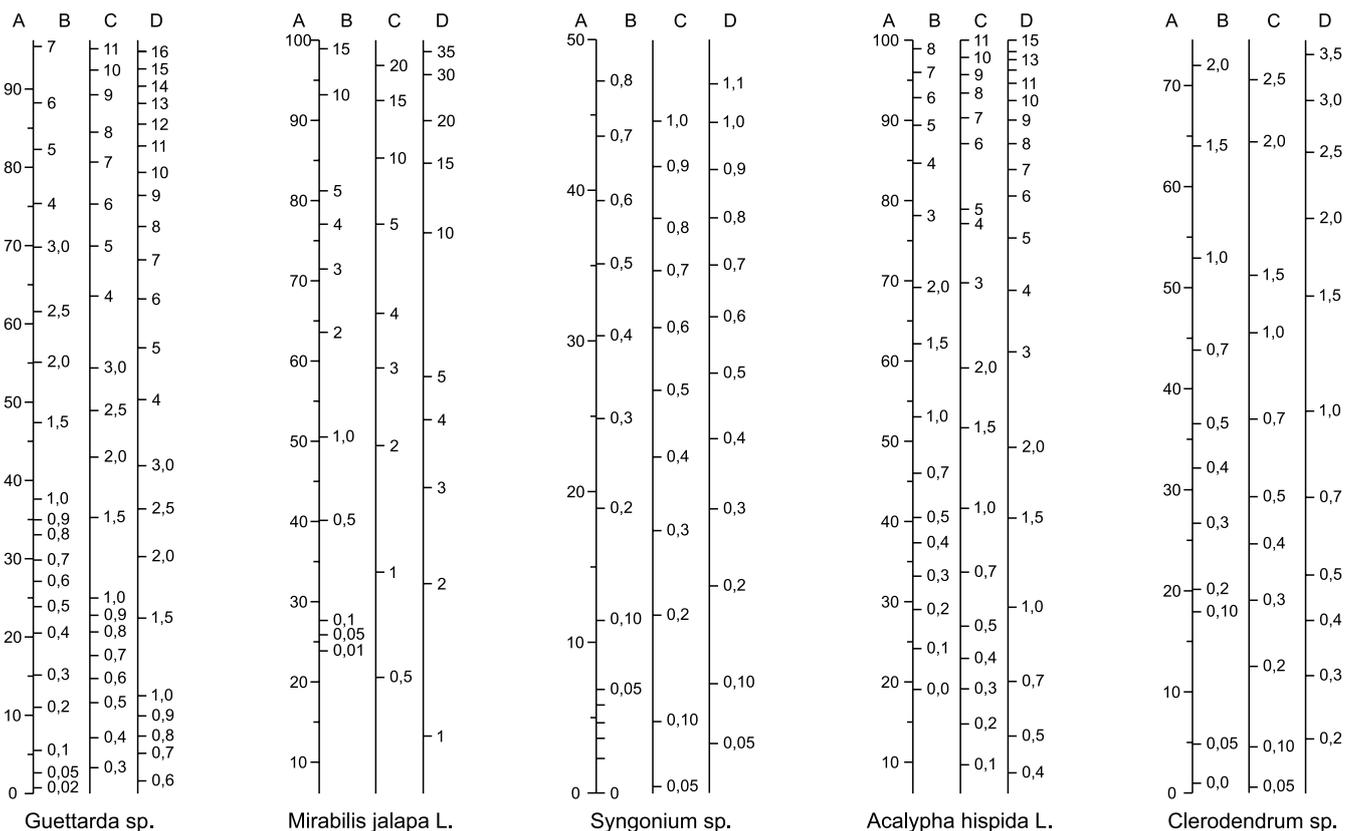


Рисунок 2. Номограммы для оценки плотности американского трипса на лист по частоте встречаемости заселённых им листьев

Выводы

Применение оптимизированного метода учета разных стадий развития американского трипса с использованием построенных номограмм позволяет значительно экономить затраты времени при определении его численности на наиболее предпочитаемых видах растений – хозяев в оранжереях ботанического сада. Вместо проведения трудоемких подсчетов разных стадий развития фитофага

на листьях заселённых растений можно определять его плотность на лист по проценту заселённых листьев в их выборке из 20 листьев, произвольно взятых из разных ярусов растений, независимо от их высоты и архитектоники.

Предложенный оптимизированный метод учета американского трипса может быть использован при наблюдениях за изменениями его численности в течение

года. Этот метод учета может также служить основой для определения эффективности защитных мероприятий в борьбе с американским трипсом, проводимых как целенаправленно против него, так и против всего комплекса вредных членистоногих, обитающих на различных видах растений в оранжереях.

Анализ полученных результатов также показал, что при проведении наблюдений за численностью трипса на

растениях высотой до 1 м выявляется сильная асимметрия статистических распределений исследуемых параметров, влекущая высокую нелинейность их взаимосвязи. Однако асимметрия существенно снижается при учетах на растениях высотой 2 и более метров. Это обуславливает целесообразность проведения дальнейших исследований по усовершенствованию учетов численности американского трипса.

Plant Protection News, 2015, 2(84), p. 36 – 41

OPTIMIZED METHOD OF EVALUATION OF AMERICAN THRIPS (*ECHINOTHRIPS AMERICANUS*) NUMBERS ON ORNAMENTAL PLANTS IN BOTANICAL GARDEN GREENHOUSES

G.E. Sergeev, G.I. Sukhoruchenko, L.Yu. Kudryashova

All-Russian Institute of Plant Protection, St Petersburg

A new method of evaluation of American thrips (*Echinothrips americanus* Morgan) numbers is proposed. The pest habitats on different life forms of such decorative plants as *Syngonium auritum* L., *Mirabilis jalapa* L., *Acalypha hispida* L., *Clerodendrum thomsoniae* Balf. f.), *Guettarda* sp. are studied. These species are constantly populated by thrips in greenhouses of botanical gardens. Original variables (accounting data) have been transformed with iterative linearization algorithm ("symmetrization"). The variables transformed have been subjected to linear regression analysis. The corresponding to the original variables nonlinear regression functions have been obtained by symmetrization transformation substitution. Nomograms have been built on the basis of these functions. Nomograms allow to evaluate graphically density of thrips per leaf basing on the percentage of leaves on which the insects have been detected in a sample taken. As a result, the time has been excluded for number calculation of different stages of thrips development on the infested plant leaves. This has reduced greatly the time required for surveying the American thrips population on decorative plants and for evaluating the efficiency of protective measures.

Keywords: adventive species; visual method; accounting; regression analysis; asymmetry of statistical distributions; iterative linearization; density of pest per leaf; percentage of infested leaves; nomograms.

Библиографический список (References)

- Васильев С.В., Сергеев Г.Е. Применение математических методов в прогнозе численности вредителей сельскохозяйственных культур (на примере краснохвостой песчанки) / Тез. докл. Всесоюзного совещания по проблеме прогноза вредителей и болезней. М.: МСХ СССР, 1966. С. 34–38.
- Васильев С.В., Поляков И.Я., Сергеев Г.Е. Теория и методы использования математического моделирования и ЭВМ в защите растений // Труды ВИЗР. 1973. вып. 39. С. 61–106.
- Другова, Е.В. Поставить преграду для проникновения отсутствующих у насекомых-вредителей / Е.В. Другова, Е.А. Варфоломеева // Защита и карантин растений. 2006. N 2. С. 42.
- Клишина И.С. Видовой состав фитофагов в телицах Северо-Запада России / И.С. Клишина, В.С. Великань // Достижения энтомологии на службе агропрому, лесному хозяйству и медицине: тез. докл. XIII съезда Рус. энтомологического общества (9–15 сентября 2007 г.). Краснодар. 2007. С.95–96.
- Клишина, И.С. Американский трипс *Echinothrips americanus* Morgan / И.С. Клишина, Е.В. Другова // Защита и карантин растений. 2009. N 4. С. 35–37.
- Кудряшова Л.Ю. Пищевая специализация американского трипса *Echinothrips americanus* Morgan (Thysanoptera, Thripidae) / Л.Ю. Кудряшова, Л. И. Нефедова, Г.И. Сухорученко // Вестник защиты растений. 2013. N 4. С. 28–30.
- Поляков И.Я., Саулич М.И., Сергеев Г.Е. Применение математических методов и ЭВМ в защите растений от вредителей и болезней. М.: 1978. 54 с.
- Сергеев Г. Е.: Пакет программ статистического анализа для исследований в сельском хозяйстве: тез. докл. VI Санкт-Петербургской международной конференции "Региональная информатика-98". Санкт-Петербург, 1998, часть II, С. 22.
- Сергеев Г.Е., Серапионов Д.А., Фролов А.Н.: Методы итерационной линеаризации и корреляционной оптимизации в моделировании динамики численности насекомых: тез. докл. международной конференции "Информационные системы диагностики, мониторинга и прогноза важнейших сорных растений, вредителей и болезней сельскохозяйственных культур". Санкт-Петербург, Пушкин, 2008. С. 90.
- Ithoh K. Occurrence and pesticide sensitivity of *Echinothrips americanus* on *Perilla* / K. Ithoh, T. Ohno // Plant Protect. 2003. Vol. 57. P. 223–225.
- Mirab-Balou M. First record of *Echinothrips americanus* Morgan (Thysanoptera, Thripidae) in Mainland China, with notes on distribution and host plants / M. Mirab-Balou, H. Lu, X.-X. Chen // Acta Zootaxonom. Sinica. 2010. Vol. 35. N 3. P. 674–679.
- Mound L.A. The aquatic thrips *Organothrips indicus* Bhatti (Thysanoptera: Thripidae) in Queensland, and a new species, *O. wrighti*, from tropical Australia / L.A. Mound // Austr. J. Entomol. 2000. N 39. P. 10–14.
- Oetting R.D. Laboratory evaluation of the toxicity and residual activity of abamectin to *Echinothrips americanus* / R.D. Oetting // J. Agric. Entomol. 1987. Vol. 4, N 4. P. 321–326.
- Oetting R.D. Biology and identification of thrips in greenhouse ornamentals / R.D. Oetting, R.J. Beshear, T.-X. Liu [e.a.] // Res. Bull.: Univ GA Arg. Exp. Stat. 1993. N 414. P. 1–20.
- Opit G.P. The life cycle and management of *Echinothrips americanus* (Thysanoptera: Thripidae) / G.P. Opit, B. Petercon, D.R. Gillespie, R.A. Costello // J. Entomol. Soc. Brit. Columbia. 1997. N 94. P. 3–6
- Sergejev G.E., Levina S.I. Nutzung von Regressionsmodellen zur Prognose des Schaderregerauftretens / Im Buch "Überwachung und Prognose – Grundlagen eines gezielten Pflanzenschutzes". DDR, Berlin, 1981. ss. 189–199.
- Sergeev G.E., Serapionov D.A., Frolov A.N. Iterative linearization and correlation optimization approaches in simulation of insect population dynamics / In "Mathematical Modeling in Plant Protection", Saint-Petersburg. 2014. P. 17–21.
- Varga L. Larval and adult food preferences of the poinsettia thrips *Echinothrips americanus* Morgan, 1913 (Thysanoptera: Thripidae) / L. Varga, P.J. Fedor, M. Suvak [e.a.] // J. Pest Sci. 2010. Vol. 8. P. 319–327.
- Vierbergen G. Spread of Two Trips Pest in Europe: *Echinothrips americanus* and *Microcephalothrips abdominalis* (Thysanoptera: Thripidae) / G. Vierbergen, M. Cean, I.N. Szeller // Acta Phytopathol. Entomol. Hungarica. 2006. Vol. 41. N 3/4. P. 287–296.

Translation of Russian References

- Другова Е.В., Варфоломеева Е.А. Put a barrier to penetration of missing pests. Zashhita i karantin rastenii. 2006. N 2. P. 42.
- Klishina I.S., Drugova E.V. American thrips *Echinothrips americanus* Morgan. Zashhita i karantin rastenii. 2009. N 4. P. 35–37.

Klishina I.S., Velikan V.S. Species composition of phytophages in greenhouses of North-West Russia. In: Dostizhenija entomol. na sluzhbe agroprom. kompleksa, lesnogo hoz-va i mediciny: tez. dokl. VIII syezda Rus. entomol. ob-va (9–15 sentjabrja 2007 g.). Krasnodar. 2007. P. 95–96.

Kudryashova L.Yu., Nefedova L.I., Sukhoruchenko G.I. Dietary specialization of *Echinothrips americanus* Morgan (Thysanoptera, Thripidae). Vestnik zashhity rastenii. 2013. N 4. P. 28–30.

Polyakov I.Ya., Saulich M.I., Sergeev, G.E. Application of mathematical methods and computers in plant protection against pests and diseases. Moscow: 1978. 54 p.

Sergeev G.E. A software Package for statistical analysis of research in agriculture. In: Tez. dokl. VI Sankt-Peterburgskoj mezhdunarodnoj konferentsii "Regional'naja informatika-98". Saint-Petersburg, 1998, V. II, P. 22.

Sergeev G.E., Sarapionov D.A., Frolov A.N. Iterative methods of linearization optimization and correlation in the modeling of population dynamics of insects. In: Tez. dokl. mezhdunarodnoj konferentsii "Informacionnye sistemy diagnostiki, monitoringa i prognoza vazhnejshih sornyh rastenij, vreditel' i boleznij sel'skohozjajstvennyh kul'tur". Saint-Petersburg, Pushkin, 2008. P. 90.

Vasilyev S.V., Polyakov I.Ya., Sergeev G.E. Theory and methods of application of mathematical models and computers in the protection of plants. In: Trudy VIZR. 1973. N. 39. P. 61–106.

Vasilyev S.V., Sergeev G.E. The application of mathematical methods in the forecast for the number of crop pests (for example, red-sand lance). In: Tez. dokl. Vsesojuznogo soveshhanija po probleme prognoza vreditel' i boleznij. Moscow: MSKH SSSR, 1966. P. 34–38.

Сведения об авторах

Всероссийский НИИ защиты растений, шоссе Подбельского, 3, 196608 Санкт-Петербург-Пушкин, Российская Федерация
 *Сergeev Глеб Евгеньевич. Ведущий научный сотрудник, кандидат биологических наук, e-mail: sergeev-bleb-marina@yandex.ru
 Сухорученко Галина Ивановна. Доктор сельскохозяйственных наук, профессор, e-mail: suhoruchenkogalina@mail.ru
 Кудряшова Людмила Юрьевна. Аспирант, e-mail: l.kud.@bk.ru

* Ответственный за переписку

Information about the authors

All-Russian Institute of Plant Protection, Podbelskogo shosse, 3, 196608, St Petersburg-Pushkin, Russian Federation
 *Sergeev Gleb Evgenjevich. Leading Researcher, PhD in Biology, e-mail: sergeev-bleb-marina@yandex.ru
 Sukhoruchenko Galina Ivanovna. DSc in Agriculture, Professor, e-mail: suhoruchenkogalina@mail.ru
 Kudryashova Ludmila Yurjevna. PhD student, e-mail: l.kud.@bk.ru

* Responsible for correspondence

УДК 632.937.12

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ОТВЕТНЫХ РЕАКЦИЙ РАСТЕНИЙ НА ФИТОФАГОВ В СИСТЕМАХ РАСТЕНИЯ – ФИТОПАРАЗИТИЧЕСКИЕ НЕМАТОДЫ

Н.Е. Агансонова

Всероссийский НИИ защиты растений, Санкт-Петербург

Представлены методические решения, совокупность методов, приемов, конкретный выбор критериев и последовательные этапы изучения ответных химических реакций растений огурца, томата, картофеля, индуцированных фитопаразитическими корневыми нематодами – южной галловой *Meloidogyne incognita* Ch. и золотистой картофельной *Globodera rostochiensis* W., фитопатогенами, обработкой индукторами устойчивости растений к фитогельминтам или их комплексным воздействием, и оценки влияния на западного цветочного трипса *Frankliniella occidentalis* P. и колорадского жука *Leptinotarsa decemlineata* Say, для разработки новых методов защиты растений, связанных с индуцированной устойчивостью растений к фитофагам. При индуцировании фитопаразитическими нематодами, методами оценки проявления ответных реакций растений по контактно-вкусовой ориентации вредителей и влиянию на потомство впервые установлено увеличение степени аттрактивности растений для фитофагов и численности их дочернего поколения. Результаты оценки контактно-вкусовой реакции вредителей показали особенности поведения фитофагов при инвазировании растений фитогельминтами и обработке индукторами устойчивости, на основе веществ, повышающих устойчивость растений к фитопаразитам. Индукторы устойчивости к нематодам, стимулируя рост, развитие растений и снижая численность фитогельминтов, по-разному влияют на интенсивность выделения аттрактивных для вредителей соединений. Отмечены изменения характера индуцируемых ответных реакций растений в зависимости от количества и сочетания взаимодействующих индукторов (фитогельминты, фитопатогены, индукторы устойчивости к нематодам). Предлагается оценивать влияние индукторов устойчивости растений к фитопаразитическим нематодам, разрешенных к применению в РФ и новых, проходящих испытания, на сопутствующие виды фитофагов при использовании этих препаратов в системах интегрированной защиты культур.

Ключевые слова: индуцирование ответных реакций растений, галловые и цистообразующие нематоды, индукторы устойчивости к фитогельминтам, фитопатогены, фитофаги.

Нематоды принадлежат к числу наиболее патогенных организмов, связанных с растениями, являются облигатными паразитами, питающимися живыми клетками, и способны вызывать эпифитотии. В результате исследований экологических, этологических, физиолого-биохимических и молекулярно-генетических взаимодействий в биологических системах, включающих растение – продуцент и консументы различных порядков и таксономической принадлежности, были научно обоснованы представления об основных иммуногенетических механизмах растений

[Вилкова, Конарев, 2010]. Результатом защитной реакции на повреждение, наносимые членистоногими-фитофагами, является повышение иммунного статуса растения (прямой индуцированной защиты) за счет снижения его дальнейшей привлекательности для фитофага, а также снижение выживаемости, плодовитости, динамики накопления массы тела и других жизненно важных показателей [Вилкова, Шапиро, 1981]. Повреждения фитофагов вызывают многообразные защитные реакции растений, появление в растении новых или резкое усиление синтеза уже имеющихся защитных

веществ [Буров, 2004]. Максимальная мобилизация природных механизмов составляет основу стратегии интегрированного управления фитосанитарным состоянием агроценозов [Павлюшин, 2013].

Разработка новых методов защиты растений, связанных с индуцированной устойчивостью растений к фитофагам, в основе которых находятся исследования по взаимоотношениям фитопаразитических нематод с растениями, вредителями и фитопатогенами, при обработке индукторами устойчивости (ИУ) к фитогельминтам, экологически безопасными препаратами на основе соединений с биорегуляторной активностью, особенно актуальна. Биологические особенности разных видов нематод, поражаемых ими растений, методы оценки химических ответных реакций растений (ОРР) в лабораторных, вегетационных, полевых (и тепличных) экспериментах, включающие регламентацию

требований к обрабатываемым растениям (единообразия видового, сортового и возрастного), способам индуцирования различными индукторами, используемому инокулюму (с различным уровнем заражения), а также к нормам расхода индукторов устойчивости к нематодам (ИУКН), способам и оптимальным срокам обработки, оценке эффективности обуславливают специфику исследований.

В примерах методических решений, выполненных и обобщенных автором, показаны совокупность методов, приемов, конкретный выбор критериев и последовательные этапы оценки особенностей влияния ОРР на фитофагов при индуцировании галловыми или цистообразующими нематодами, а также комплексом взаимодействующих индукторов (фитогельминты, ИУКН, фитопатогены) с учетом различных взаимосвязей.

Методика исследований

Стандартизация условий оценки ответных реакций растений

Для индуцирования ОРР фитопаразитическими нематодами растение в конкретную для каждого вида фазу развития инвазируют личинками 2 возраста (инвазионными личинками) с различным уровнем исходной численности. В качестве инокулюма используют чистую культуру нематод одного вида. Инвазионные личинки нематод проверяют на жизнеспособность, просматривая под стереоскопическим микроскопом. Для стандартизации нематодного инокулюма определяют количество живых личинок в 1 мл воды, доводя объем суспензии до 1 л и подсчитывая их количество в 5 выборках по 1 мл.

ИУКН в концентрациях, подобранных экспериментально (предварительно определяют эффективные концентрации и продолжительность периода сохранения их активности для нематод), используют путем внесения в почву (пролив) при посадке культуры, предпосевной обработки семян (клубней) или методом опрыскивания.

Оценку влияния индуцированных ОРР с учетом взаимодействующих индукторов на фитофагов проводят при искусственном заражении нематодами в опытах садовых лабораторных (в стаканчиках, 200 мл), вегетационных (в вазонах, 500 мл) с безнематодной (автоклавируемой при 1.5 атм.) почвенной смесью (почва, торф и песок в соотношении 1:1:1), полевых (в вазонах в почве), при естественной инвазионной нагрузке в полевых (или тепличных) деляночных – микрополевых (размер делянок до 1 м²), мелкоделяночных (до 10 м²), полевых (от 20 до 100 м²) и производственных (более 1000 м²) экспериментах. Количество повторностей – 4, в производственных опытах – 2 (при наличии 15–30 учетных делянок размером 1 м² на каждой).

В полевых опытах определяют исходную зараженность почвы или растений нематодами для последующей оценки эффективности, а также состав почвы, содержание гумуса, полевую влагоемкость, рН и др. для уточнения расхода ИУКН. Исходную зараженность почвы в опытах без интактных растений и потенциальную урожайность растений при заражении нематодами оценивают по неустойчивой к нематодам предшествующей культуре (по количеству галлов и цист на корнях). Выравнивания уровень заражения, на делянки подсыпают зараженную почву. Для обнаружения личинок нематод в почве, их выделения, определения инвазионной нагрузки используют общепринятые методы [Кириянова и др., 1971], в частности, метод биотеста (вы-

сокоэффективный при разных инвазионных нагрузках) – в вазоны насыпают почву с делянок, высаживают растения и анализируют корни на наличие яйцевых мешков и цист.

Индекс эффективности (ИЭ) ИУКН оценивают по формулам Аббота [Abbot, 1925]: $ИЭ_1 = (A - B/A) \times 100$, где $ИЭ_1$ – индекс эффективности ИУКН, %, A – количество нематод, % зараженных растений, балл поражения на контрольной делянке, B – количество нематод, % зараженных растений, балл поражения на опытной делянке. Если известно исходное заражение растений на делянках нематодами, применяют формулу: $ИЭ_2 = \left\{ (1 - \frac{B_{\text{после}}}{A_{\text{до}}} / \frac{B_{\text{до}}}{A_{\text{после}}}) \right\} \times 100$, где $ИЭ_2$ – индекс эффективности ИУКН к нематодам, %, $B_{\text{до}}$ – количество (%) зараженных растений (нематод) на опытной делянке до применения ИУ, $B_{\text{после}}$ – количество (%) зараженных растений (нематод) на опытной делянке после обработки ИУКН, $A_{\text{до}}$ – количество (%) зараженных растений (нематод) на контрольной делянке до применения ИУ, $A_{\text{после}}$ – количество (%) зараженных растений (нематод) на контрольной делянке после обработки ИУКН.

В период максимальной индукции выделения специальных летучих веществ, установленный экспериментально, оценивают контактно-вкусовую ориентацию фитофагов на растения (индуцированные и интактные) и численность потомства вредителей по показателям: индекс ориентации $ИО = (A - B/A) \times 100$, где $ИО$ – % изменения численности фитофага на индуцированное растение с поправкой на интактное растение, A – % особей фитофага на интактное растение, B – % особей фитофага на индуцированное растение, а также индекс плодовитости самок $ИПС = (A - B/A) \times 100$, $ИПС$ – % изменения численности особей на 1 самку фитофага на индуцированное растение с поправкой на интактное растение, A – % личинок на 1 самку на интактное растение, B – % личинок на 1 самку на индуцированное растение.

Урожай при индуцировании растений ИУКН оценивают в сравнении с интактными растениями, определяют индекс устойчивости (ИУ) растений – отношение урожая индуцированных растений к таковому интактных (ИУ) должно быть близким к 1 [Гуськова и др., 1983]. При обработке данных результаты дисперсионного анализа представляют в виде буквенных индексов, следующих за средними значениями. Значения с разными буквенными индексами достоверно различаются при $p \leq 0.05$.

Индукцирование ответных реакций в системах растения – галловые нематоды

Индукцирование ОРР галловыми нематодами, инокуляцией фитопатогенами, обработкой ИУКН или их комплексным воздействием проводят в наиболее чувствительную к воздействию индукторов фазу развития растения (установленную экспериментально) при искусственном заражении фитогельминтами в опытах садковых лабораторных, вегетационных, полевых, а также при естественной инвазионной нагрузке в полевых (или тепличных) деляночных – микро-полевых, мелкоделяночных, полевых и производственных экспериментах. В лабораторных опытах инвазирование растений водной суспензией инвазионных личинок нематод в стаканчиках (200 мл), вазонах (500 мл) с безнематодной почвенной смесью (почва, торф и песок в соотношении 1:1:1) проводят, используя различный уровень инвазионной нагрузки, подобранный экспериментально. Инвазионных личинок нематод получают, помещая яйцевые мешки с корней зараженных растений в воду в чашки Петри на сутки.

В полевых или тепличных экспериментах при искусственном заражении нематодами в вазоны, находящиеся в почве, верхние края которых на 10–20 см выше уровня почвы, засыпают мелкий гравий, песок (до 1/4 объема) и безнематодную почву. Инокуляцию каждого растения проводят водной суспензией личинок нематод. При естественной инвазионной нагрузке предварительно определяют наличие нематод методом биотеста – в вазоны насыпают почву с делянок и высаживают рассаду огурца в фазу 2–3 настоящего листа (или томата – 3–4). Через 30–45 суток корни растений анализируют на наличие галлов и яйцевых мешков. До посева (посадки) культур определяют степень заражения делянок по выемкам почвы (100 см³), которые обрабатывают методом прямой фильтрации.

Оценивают биохимические показатели растений, определяя содержание сахаров, хлорофиллов *a* и *b*, активность ферментов, рН и др.

Поражаемость растений мелойдогинами оценивают в лабораторных и вегетационных опытах на 45 сутки по степени покрытия корней растений галлами и числу последних, количеству галлов и оотек на 1 г корня, а также по образованию нематодами ржаво-коричневых яйцевых мешков (оотек) по лабораторной международной шкале Тейлора–Сессера [Taylor et al., 1978]. Число галлов и оотек по шкале Тейлора–Сессера: балл 1 – 1–2 шт., балл 2 – 3–10, балл 3 – 11–30, балл 4 – до 100, балл 5 – более 100. В полевых экспериментах на естественном инвазионном фоне поражаемость растений оценивают через 45 суток после посева (посадки) культур или при уборке по степени покрытия корней галлами по шкале Смита [Метлицкий и др., 1991]. Процент покрытия поверхности корней галлами – по шкале Смита: 0 баллов – 0, 1 балл – 1–25, 2 балла – 26–50, 3 балла – 51–75, 4 балла – 76–100. Степень зараженности корней галловыми нематодами определяют по индексу галлообразования (ИГ) [Гуськова и др., 1983]. Балл заражения растений определяют по следующей шкале: балл 1 – отсутствие галлов, балл 2 – единичные галлы, балл 3 – галлы на 50% корней, балл 4 – галлы на 75% корней, балл 5 – галлы на всей корневой системе. На основании оценки отдельных растений на делянке вычисляют ИГ по формуле: $ИГ = 1n_1 + 2n_2 + 3n_3 + 4n_4 + 5n_5 / N$, где *N* – количество растений на делянке, *n*₁, *n*₂, ..., *n*₅ – количество растений, оцененных баллами 1, 2, ..., 5. Зараженность растений считается слабой при ИГ ме-

нее 3, сильной – при 4 и 5. Эффективность ИУКН оценивают по формуле Аббота.

Оценивают размер самок (в мм) фитогельминтов и количество яиц в оотеке (в шт.). Развитие галловых нематод в корнях растений – по проникновению в корни (в сутки), количеству самок с оотекой (в %) и развитию личинок из яиц (в %). Учитывают массу надземных частей и корней (в г), высоту (в см), а также продуктивность растений (в г/вторность, кг/м², кг/растение).

Пример 1. Система “растение томата *Lycopersicon esculentum* – южная галловая нематода *Meloidogyne incognita* Ch. – нарцисс-Н (ИУКН) – фитопатоген *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* – западный цветочный трипс *Frankliniella occidentalis* P.”

Варианты системы: растение-продуцент – томат; один из индукторов – южная галловая нематода, нарцисс-Н, фитопатоген или комплексное воздействие 2-х индукторов – нематоды и фитопатогена (или нематоды и нарцисса-Н), 3-х индукторов – нематоды, нарцисса-Н и фитопатогена; тест-объект – западный цветочный трипс.

Проявление индуцированных химических ОРР с учетом взаимосвязей взаимодействующих индукторов оценивают по **показателям:** ориентация имаго трипса на растения и плодовитость самок, количество галлов, оотек, яиц в оотеке, галлов и оотек на 1 г корня, размер самок нематоды, проникновение в корни, развитие личинок из яиц, пораженность фитопатогеном, нематодой, эффективность ИУКН, высота растений, массу надземной части, корней, количество листьев.

В садковых лабораторных (в стаканчиках 200 мл) индуцируя ОРР нематодой и фитопатогеном, растения в фазу 3–4 настоящего листа инвазируют фитогельминтом (150–250 инвазионных личинок на растение) и инокулируют водной суспензией фитопатогена (титр 1x10⁶ КОЕ/мл) 1–2 настоящие листья (3–4 листья изолируют от заражения). Для оценки локального действия тестируют 1–2 настоящие листья, системного – 3–4. В стаканчики (вазоны) с растениями, заполненные безнематодной почвенной смесью вводят водную суспензию инвазионных личинок на глубину 3 см. Водной суспензией фитопатогена опрыскивают поверхность листьев и через 5–7 суток оценивают пораженность растений по 5-балльной шкале: балл 0 – повреждений листа нет; балл 1, 2, 3, 4 – повреждено до 20, 40, 60, 80% и более поверхности листа; балл 5 – 100% поверхности листа. При индуцировании ОРР ИУКН растения обрабатывают нарциссом-Н (0.25% водный раствор) после инвазирования нематодой.

На 5 сутки после инвазии нематодой оценивают проявление ОРР по контактно-вкусовой ориентации трипса на индуцированное и интактное растение и численность потомства фитофага. В стеклянные цилиндры (18x25 см) помещают попарно по одному растущему в стаканчике индуцированному и интактному растению, и выпускают по 30 имаго. Ориентацию имаго на индуцированные и интактные растения в садке оценивают через 1, 2 суток после выпуска по ИО (от общего количества прореагировавших особей). При изучении комплексного воздействия индукторов в качестве сравнения оценивают ориентацию вредителя на растения, индуцированные каждым индуктором в отдельности.

Влияние ОРР на численность потомства трипса оценивают по ИПС. При оценке плодовитости по 1 самке вредителя на сутки помещают для откладки яиц в закрытые садки с одним индуцированным (или интактным) растением, самку удаляют и через 9–12 суток учитывают количество отродившихся личинок 2 возраста дочернего поколения на 1 самку на индуцированном (или интактном) растении.

Определяют развитие фитогельминта на корнях растений – проникновение в корни, количество самок с оотекой и развитие личинок из яиц. На 45 сутки оценивают поражаемость растений нематодой по шкале Тейлора-Сессера; массу надземной части, корней, количество листьев, высоту растений; размер самок нематоды и количество яиц в оотеке.

Пример 2. Система “растение огурца *Cucumis sativus* – южная галловая нематода – хитозар-Н (или продукты метаболизма симбиотических бактерий энтопатогенных нематод (ПМСБЭН)) – фитопатоген *Erysiphe cichoracearum* Dc. F. – западный цветочный трипс”

Варианты системы: растение – огурец; один из индукторов – южная галловая нематода, хитозар-Н, ПМСБЭН, фитопатоген или комплексное воздействие 2-х индукторов – нематоды и хитозара-Н (или ПМСБЭН) или нематоды и фитопатогена, 3-х индукторов – нематоды, хитозара-Н (или ПМСБЭН) и фитопатогена; тест-объект – трипс.

Проявление индуцированных ОРР с учетом взаимодействия индукторов оценивают по *показателям*: ориентация имаго трипса на растения и плодовитость самок, количество галлов, оотек, галлов и оотек на 1 г корня, яиц в оотеке, сухого вещества, сахаров, аскорбиновой кислоты,

хлорофиллов *a* и *b*, каротиноидов, размер самок нематоды, проникновение в корни, развитие личинок из яиц, пораженность фитопатогеном, нематодой, эффективность ИУКН, активность пероксидазы, высота растений, массу надземных частей и корней, pH, урожай.

Для индуцирования ОРР проводят заражение растений (в вазонах 500 мл) в фазу 2–3, 3–4 настоящего листа водной суспензией инвазионных личинок нематоды и обработку ИУКН (обработка семян и пролив почвы водным раствором хитозара-Н в 0.25% концентрации или обработка семян, пролив почвы, опрыскивание вегетирующих растений водной суспензией ПМСБЭН с титром 10^7 клеток/мл, 500 личинок/растение или 10 яйцевых мешков/растение); инокулируют листья растений водной суспензией возбудителя мучнистой росы в фазу 2–3, 3–4 настоящего листа и в период плодоношения.

На 5 сутки на индуцированных и интактных растениях оценивают ИО и ИПС трипса; биохимические показатели в плодах огурца: активность фермента пероксидазы (в отн. ед./г сырой массы), содержание сухого вещества (в %), сахаров (в %), аскорбиновой кислоты (в мг%), а также в листьях – хлорофилла *a* и хлорофилла *b*, каротиноидов (в мг/100 г) [Починков, 1976], в корнях – сахаров (в %) [Ермаков и др., 1987, Чупахина, 2000, Минеев, 2001] пораженность растений фитопатогеном, нематодой. Определяют развитие фитогельминта в корнях растений – проникновение в корни, количество самок с оотекой, развитие личинок из яиц, размер самок и количество яиц в оотеке, а также высоту, массу надземных частей и корней, урожай.

Индуцирование ответных реакций в системах растения – цистообразующие нематоды

Оценку влияния индуцированных ОРР на фитофагов проводят при искусственном заражении нематодами в опытах садковых вегетационных, полевых, а также при естественной инвазионной нагрузке в деляночных – микрополевых, мелкоделяночных, полевых и производственных экспериментах после инвазии нематодами, инокуляции фитопатогенами и обработки ИУКН, а также при комплексном воздействии индукторов.

При искусственном заражении в садковых вегетационных и полевых опытах (в вазоны, верхние края которых на 10–20 см выше уровня почвы, засыпают мелкий гравий, песок до 1/5 объема и безнематодную почву) заражение почвы суспензией инвазионных личинок нематоды (количество личинок подбирают экспериментально) проводят после посадки растений. Инвазионных личинок нематод получают, помещая цисты в каплю воды на предметное стекло, покрывая покровным, раздавливая легким нажимом на покровное стекло или стимулируя корневыми выделениями картофеля.

Оценивая влияние ОРР на фитофагов в полевых экспериментах при естественной инвазионной нагрузке, предварительно определяют зараженность почвы нематодами на делянках. С каждой делянки, проходя челноком, отбирают через 10–15 см исходные пробы почвы. Объем почвенной пробы – 1.5 л. Количество проб, собранных из пахотного слоя почвы (глубина 25 см от поверхности) – 20 проб/делянку. Исходные почвенные пробы просушивают 14 дней, перемешивают и выделяют для анализа средние пробы объемом 400 мл. Зараженность почвы выражают количеством живых личинок, содержащихся в цистах, выделенных из

100 см³ почвы. Выделение цист из почвы проводят методом флотации – навеску (100 см³) высыпают в сосуд (1 л), перемешивают, отстаивают 20 минут, верхний слой почвы с цистами сливают в воронку с фильтровальной бумагой. Цисты помещают в каплю воды, раздавливают, подсчитывают количество личинок и определяют зараженность почвы на делянках.

Эффективность применения ИУКН в концентрациях, подобранных экспериментально, в отсутствие интактных делянок определяют по исходной зараженности почвы. Учет численности фитогельминтов проводят до посадки и после уборки культуры. Устанавливают зависимость послеуборочной плотности популяции нематоды от допосевной. Пораженность растений фитопатогенами оценивают по 5-балльной шкале, распространенности и развитию болезней. При оценке биохимических показателей определяют активность ферментов, содержание сахаров, крахмала, хлорофиллов, количество белка, pH и др.

Зараженность растений нематодами и эффективность обработок ИУКН оценивают через 45 суток после инвазирования по количеству зараженных растений или после уборки культуры по зараженности почвы (живых личинок/100 см³ почвы). После выделения цист устанавливают их жизнеспособность и степень заражения почвы по шкале: отсутствие заражения – в пробе не обнаружено цист, слабая – 1–2 цисты (менее 1 тыс. личинок), средняя – от 3 до 25 цист (до 5 тыс. личинок), сильная – более 25 цист (свыше 5 тыс. личинок) [Комарова, 1986]. Определяют размер самок нематод (в мм) и количество яиц на 1 самку (в шт.). В вегетационных опытах – массу вновь образовавшихся

клубней в опыте в процентах от контроля – массы клубней растений, неинвазированных нематодой (в г). В полевых экспериментах при оценке влияния индуцированных ОРР на фитофагов при комплексном воздействии нематод, фитопатогенов (возбудителей болезней) и обработок ИУКН устанавливают пораженность нематодами, урожай (в кг/м² или кг/растение), распространенность и развитие болезней. Рассчитывают распространенность болезней (P₁) – процент пораженных растений и процент развития болезней (P₂) по формулам: $P_1 = A \times 100 / N$, где А – количество пораженных растений, N – общее число учтенных растений; $P_2 = 100 \sum (A \times B) / N \times K$, где $\sum (A \times B)$ – сумма произведений количества пораженных растений (А) на соответствующий им балл поражения (В), N – общее число растений, К – высший балл поражения шкалы. При оценке роста и развития растений учитывают массу надземных частей и корней (в г), высоту растений (в см).

Пример 3. Система «картофель *Solanum tuberosum* L. – золотистая картофельная нематода *Globodera rostochiensis* W. – хитозан, элиситор, индуцирующей устойчивость к золотистой картофельной нематоды (или ПМСБЭН) – фитопатоген *Phytophthora infestans* – колорадский жук *Leptinotarsa decemlineata* Say»

Варианты системы: растение-продуцент – картофель; один из индукторов – золотистая картофельная нематода, хитозан, ПМСБЭН или воздействие 2-х индукторов – нематоды и хитозана (или ПМСБЭН), 3-х индукторов – нематоды, хитозана (или ПМСБЭН), фитопатогена; тест-объект – колорадский жук.

Проявление индуцированных ОРР с учетом взаимодействующих индукторов оценивают по **показателям:** ориентация имаго жука на растения, количество кладок яиц и яиц на 1 самку жука, самок нематоды и их размер, пораженность нематодой и фитофторозом (распространенность, развитие болезни), эффективность ИУКН, активность пероксидазы, высота растений, масса надземных частей, корней, площадь съеденных жуком листьев, урожай.

Влияние индуцированных ОРР на жука оценивают в садковых вегетационных и полевых экспериментах. Индуцирование ОРР обработкой хитозаном (или ПМСБЭН) при искусственном заражении нематодой проводят в садковых вегетационных опытах. Клубни неустойчивых и устойчивых к фитогельминту сортов картофеля высаживают по одному в вазоны объемом 500 мл. За основу принимают шкалу, разделяющую растения по устойчивости к картофельным цистообразующим нематодам на две группы: устойчивые и поражаемые. К группе устойчивых относят растения, на корнях которых цисты отсутствуют или отмечено не более 5 пустых цист без яиц и личинок. На 5 сутки после посадки клубней проводят индуцирование ОРР

картофеля заражением суспензий инвазионных личинок (1 тыс. личинок/растение). Проводят обработку клубней перед посадкой (водорастворимый хитозан, 100 мкг/мл, с молекулярной массой 5 кДа и степенью ацетилирования 15%) или обработку клубней и 3-кратное опрыскивание вегетирующих растений в фазу бутонизации, цветения и на 11 сутки после цветения (ПМСБЭН, водная суспензия, титр 10⁷ клеток/мл, 50 мл/л).

Оценивают влияние индуцированных ОРР на ориентацию жука на растения и численность потомства. ИО жука на индуцированные и интактные растения оценивают на 5–9 сутки после индуцирования нематодой в садках, закрытых бязью, в которые помещают попарно по одному индуцированному и интактному растению и выпускают по 20 имаго (перезимовавшего поколения). В эксперименте используют жуков, однородных по показателям: популяция, поколение, масса тела. Учет распределения имаго на растениях проводят через 1, 3, 5, 24 ч после выпуска. На индуцированных и интактных растениях оценивают процент особей жука (от общего количества прореагировавших особей); степень поврежденности растений, выраженную в процентах съеденной площади листьев или средний балл поврежденности растений. Площадь съеденных листьев картофеля определяют по шкале визуальной оценки степени поврежденности растений в баллах (балл 0 – отсутствие видимых повреждений листьев, 1 – потеря не более 10% общей площади листьев, 2 – 11–25%, 3 – 26–50%, 4 – 51–80%, 5 – потеря более 80%) или измеряют до посадки жуков в садки и после окончания опыта.

При оценке ИПС (перезимовавшего поколения) в садок с индуцированным растением подсаживают по 5 пар жуков (самок и самцов). Учеты числа кладок (с удалением из садков) и подсчет яиц в каждой кладке проводят в течение 10 дней, вычисляя среднее число отложенных яиц на 1 самку в сутки [Павлюшин и др., 2005]. Результаты сравнивают с плодовитостью фитофага на интактном растении. Активность пероксидазы в листьях растений оценивают спектрофотометрическим методом [Чупахина, 2000] через сутки после опрыскивания вегетирующих растений (в фазу бутонизации, цветения и на 11 сутки после цветения) ИУКН.

Зараженность картофеля нематодой оценивают через 45 суток или после уборки культуры; определяют количество самок нематоды и их размер; рост, развитие и продуктивность картофеля. В полевых экспериментах при оценке влияния индуцированных комплексным воздействием нематоды, возбудителя фитофтороза и обработки ИУКН ОРР на жука устанавливают зараженность нематодой, эффективность ИУКН, распространенность и развитие фитофтороза, а также урожай. Учитывают высоту, массу надземных частей и корней растений.

Заключение

При апробации методик автором впервые изучено воздействие ОРР на фитофагов при индуцировании фитопаразитическими нематодами, а также комплексом с различными сочетаниями, взаимодействующих индукторов (фитогельминты, ИУКН, фитопатогены). Так, отмечено, что новые препаративные формы на основе хитозана не токсичны для южной галловой нематоды в почве и в корнях растений, но уменьшают количество галлов на корнях [Гуськова и др., 2003]. Повышение устойчивости растений с помощью хитозана при заражении нематодой может быть одним из при-

емов защиты растений в комплексе мероприятий по борьбе с галловыми нематодами [Агансонова, 2005]. Установлено, что одной из ОРР, инвазированных южной галловой нематодой, является индукция выделения метаболитов с аттрактивной активностью для имаго западного цветочного трипса [Буров и др., 2005, 2006, Vugov et al., 2005; Агансонова и др., 2008]. Интенсивная индукция летучих метаболитов проявлялась через 72–120 ч после инвазии. Выявлено, что при выпуске трипса на растения, индуцированные повреждением нематодой, увеличилась плодовитость самок фи-

тофага и количество личинок дочернего поколения. При комплексном воздействии фитогельминта и фитопатогена *P. syringae* повышалась степень аттрактивности растений для трипса с увеличением численности потомства вредителя. Иммуномодуляторы, индуцирующие устойчивость растений к южной галловой нематоды – хитозар-Н, БАК «Экогель» и нарцисс-Н, стимулируя рост и развитие растений, снижали численность фитогельминта, повышая устойчивость томата к нематоды, однако по-разному влияли на интенсивность выделения аттрактивных (для трипса) веществ. Обработка хитозаром-Н и БАК «Экогелем» снижала аттрактивность растений для трипса и уменьшала количество особей дочернего поколения фитофага, то есть эти иммуномодуляторы повышали устойчивость растений к вредителю. Нарцисс-Н, напротив, повышал интенсивность выделения аттрактивных веществ с увеличением численности потомства трипса, снижая устойчивость растений к фитофагу. Повреждения золотистой картофельной нематодой, индуцируя ОРР к фитогельминту, увеличивали привлекательность растений для имаго колорадского жука [Агансонова, 2012]. ПМСБЭН, снижая численность южной галловой нематоды, влияли на поведение и демографические показатели трипса, что проявлялось в изменении ориентации вредителя на растения – уменьшении степени привлекательности на инвазированные фитогельминтом рас-

Работа проводилась по грантам РФФИ: «Семиохимические взаимодействия системы «растение-фитофаг-энтомофаг» в сообществах защищенного грунта (№02-04-50028)» (в 2004 г.); «Взаимодействие фитофагов и фитопатогенов при формировании у растений реакций индуцированной устойчивости (№05-04-48095)» (в 2005-2007 гг.) и по отраслевой программе Россельхозакадемии в 2007–2014 гг.

Plant Protection News, 2015, 2(84), p. 41 – 48

ASSESSMENT OF INFLUENCE OF PLANT RESPONSES ON PHYTOPHAGES IN SYSTEMS “PLANTS – PHYTOPARASITIC NEMATODES”

N.E. Agansonova

All-Russian Institute of Plant Protection, St Petersburg

Methodical decisions, set of methods, choice of criteria and consecutive stages of studying chemical plant responses of cucumber, tomato and potato induced by phytoparasitic root nematodes (*Meloidogyne incognita* Ch., *Globodera rostochiensis* W.) are proposed, as well as by phytopathogens, inductors of plant resistance to phytohelminths, or by their complex influence. Estimates on the influence of *Frankliniella occidentalis* P. and *Leptinotarsa decemlineata* Say are given. The development of new methods of plant protection connected with the induced plant resistance to phytophages are discussed. At induction by phytoparasitic nematodes, the increase of plant attraction degree for phytophages and the increase of the pest number are found. Features of phytophage behavior are studied. Inductors of plant resistance to nematodes are growth stimulators reducing the number of phytohelminths, and influencing plant attraction for pests. Quantity and combination of the interacting inductors (phytohelminths, phytopathogens, inductors of resistance to nematodes) change the nature of the induced responses. Estimation of new and allowed for use inductors of plant resistance to phytoparasitic nematodes is offered for passing tests on their influence on phytophage species.

Keywords: plant response induction; gall nematode; cyst root nematode; phytopathogen; resistance inductor; phytohelminth; herbivore.

Библиографический список (References)

- Агансонова Н.Е. Активность продуктов метаболизма *Xenorhabdus* – симбиотических бактерий энтомопатогенных нематод (Rhabditida, Steinernematidae) против возбудителей болезней растений / Н.Е. Агансонова, Л. Г. Данилов, О.Г. Селицкая // Биологическая защита растений – основа стабилизации агроэкосистем: матер. междунар. конф. Краснодар. 2008. Вып. 5. С.187–188.
- Агансонова Н.Е. Активность продуктов метаболизма *Xenorhabdus* – симбиотических бактерий энтомопатогенных нематод (Rhabditida, Steinernematidae) и нематодно-бактериальных комплексов против возбудителей болезней растений / Н.Е. Агансонова, Л. Г. Данилов, Н.П. Шипилова // Проблемы защиты растений в условиях современного сельскохозяйственного производства. СПб.: Всерос. НИИ защиты растений. 2009. С. 3–5.
- Агансонова Н.Е. Влияние продуктов метаболизма симбиотических бактерий энтомопатогенных нематод на золотистую картофельную нематоду / Н.Е. Агансонова, Л. Г. Данилов, Ш.А. Магомедов // Защита и карантин растений. 2013. N4. С. 44–45.
- Агансонова Н.Е. Перспективы использования новых препаратов биологического происхождения в комплексных системах защиты растений / Н.Е. Агансонова // Биологические средства защиты растений, технология их изготовления и применения. СПб.: Всерос. НИИ защиты растений, 2005. С. 338–353.
- Агансонова Н.Е. Реакция западного цветочного трипса *Frankliniella occidentalis* P. на растения, индуцированные повреждением фитопаразитическими корневыми нематодами или обработанные иммуномодулятором Нарциссом / Н.Е. Агансонова Н.Е., О.Г. Селицкая О.Г., В.Н.

- Буров // Биологическая защита растений – основа стабилизации агро-экосистем: матер. междунар. конф. Краснодар. 2008. Вып. 5. С. 320–322.
- Агансонова Н.Е. Реакция западного цветочного трипса *Frankliniella occidentalis* P. на растения, индуцированные повреждением фитопаразитическими корневыми нематодами, фитопатогеном или обработанные иммуномодуляторами / Н.Е. Агансонова, О.Г. Селицкая, В.Н. Буров // Современные проблемы иммунитета растений к вредным организмам: матер. второй Всерос. конф. СПб.: 2008. С. 248–249.
- Агансонова Н.Е. Реакция фитофагов на растения, индуцированные фитопаразитическими корневыми нематодами, фитопатогеном или обработанные иммуномодуляторами / Н.Е. Агансонова // Современные проблемы иммунитета растений к вредным организмам: матер. третьей Всерос. и междунар. конф. СПб.: 2012. С. 171–173.
- Буров В.Н. Защитные реакции растений, индуцируемые фитофагами / В.Н. Буров // Защита и карантин растений. 2004. №1. С. 20–21.
- Буров В.Н. Ольфакторные реакции западного цветочного трипса *Frankliniella occidentalis* Perg. (Thysanoptera: Thripidae) на повреждения томатов, вызванные галловыми нематодами и патогенами / В.Н. Буров, Н.Е. Агансонова, О.Г. Селицкая // Индуцированный иммунитет сельскохозяйственных культур – важное направление в защите растений: матер. Всерос. науч.-практич. конф. Большие Вяземы. 2006. С. 40–41.
- Буров В.Н. Реакция западного цветочного трипса *Frankliniella occidentalis* Perg. (Thysanoptera: Thripidae) на повреждения томатов, вызванные галловыми нематодами / В.Н. Буров и др. // Фитосанитарное оздоровление экосистем: матер. второго Всерос. съезда по защите растений. Санкт-Петербург. 2005. С. 259–261.
- Вилкова Н.А. Современные проблемы иммунитета растений к вредителям / Н.А. Вилкова, Ал. В. Конарев // Вестник защиты растений. №3. 2010. С. 3–15.
- Вилкова Н.А. Место индуцированного иммунитета в системе иммунологических барьеров растений, определяющих устойчивость к вредителям / Н.А. Вилкова, И.Д. Шапиро // Биологические основы и пути практического использования индуцированного иммунитета к болезням и вредителям: тр. ВИЗР. 1981. С. 21–28.
- Гуськова Л.А. Испытание новых препаративных форм хитозана против галловой нематоды *Meloidogyne incognita* / Л.А. Гуськова, Н.Е. Агансонова, С.А. Тарлаковский // Современные перспективы в исследовании хитина и хитозана: матер. седьмой междунар. конф. РосХит. СПб-Репино. 2003. С. 76–79.
- Гуськова Л.А. Методические указания по проведению государственных испытаний нематодов / Л.А. Гуськова, О.З. Метлицкий, Л.Г. Данилов // М.: 1983. 9 с.
- Ермаков А.И. Методы биохимического исследования растений / А.И. Ермаков и др. Л.: Агропромиздат, 1987. С. 41–44.
- Кирьянова Е.С. Паразитические нематоды растений и меры борьбы с ними / Е.С. Кирьянова, Э.Л. Кралль. Л.: Наука, 1969. Т.1, 447 с; 1971. Т.2, 521 с.
- Комарова Е. Б. Рекомендации по борьбе с картофельной нематодой / Е. Б. Комарова, А. Э. Калнозол // Рига. 1986. 19 с.
- Метлицкий О.З. Методические указания по оценке сельскохозяйственных культур (на примере томата) на устойчивость к галловым нематодам / О.З. Метлицкий и др. // М.: 1991. С. 14–15.
- Минеев В.Г. Практикум по агрохимии: учеб. пособие / В.Г. Минеев и др. – под ред. В.Г. Минеева. – 2-е изд., перераб. и доп. М.: МГУ, 2001. 689 с.
- Павлюшин В.А. Методические рекомендации по индикации и мониторингу процессов адаптации колорадского жука к генетически модифицированным сортам картофеля / В.А. Павлюшин и др. СПб. 2005. 28 с.
- Павлюшин В.А. Фитосанитарная дестабилизация агроэкосистем / В.А. Павлюшин и др. // СПб.: НППЛ: Родные просторы. 2013. 184 с.
- Починок Х.Н. Методы биохимического анализа растений / Х.Н. Починок // Киев: Наукова думка. 1976. 334 с.
- Чулахина Г.Н. Физиологические и биохимические методы анализа растений: практикум / Г.Н. Чулахина. Калининград: Изд-во КГУ, 2000. 59 с.
- Abbot W.S. The method of computing the effectiveness of an insecticide / W.S. Abbot // J. Econ. Entomol. 1925. 18. P. 265–267.
- Burov V.N. Infestation of cucumbers with southern gall nematode *Meloidogyne incognita* Chit. (Tylenchida, Meloidogynidae) increases their attractivity to western flower thrips *Frankliniella occidentalis* Pergande (Thysanoptera: Thripidae) / V.N. Burov, N.E. Agansonova, O.G. Selitskaya // Management aspects of crop protection and sustainable agriculture: Research, development and information systems: abstracts crop protection conf. – St. Petersburg-Pushkin. 2005. P. 17–18.
- Taylor A.L. Biology, identification and control of root-knot nematodes / A.L. Taylor, J.N. Sasser // Raleigh. USA. North Carolina State University Graphics. 1978. 111 p.

Translation of Russian References

- Agansonova N.E. Prospects of use of new preparations of a biological origin in complex systems of protection of plants. In: Biologicheskie sredstva zashchity rastenii, tekhnologiya ikh izgotovleniya i primeneniya. St Petersburg: Vseros. NII zashchity rastenii, 2005. P. 338–353.
- Agansonova N.E. Reaction of phytophages on plants induced by phytoparasitic root nematode damage, phytopathogen or treated by immunomodulators. In: Sovremennye problemy immuniteta rastenii k vrednym organizmam: mater. tret'ei Vseros. i mezhdun. konf. St Petersburg: 2012. P. 171–173.
- Agansonova N.E., Danilov L.G., Magomedov Sh.A. Influence of metabolism products of symbiotic bacteria of entomopathogenic nematodes on golden potato nematode. Zashchita i karantin rastenii. 2013. №4. P. 44–45.
- Agansonova N.E., Danilov L.G., Selitskaya O.G. Activity of Xenorhabdus metabolism products – symbiotic bacteria of entomopathogenic nematodes (Rhabditida, Steinernematidae) against causative agents of plant diseases. In: Biologicheskaya zashchita rastenii – osnova stabilizatsii agroekosistem: mater. mezhdun. konf. Krasnodar. 2008. N 5. P.187–188.
- Agansonova N.E., Danilov L.G., Shipilova N.P. Activity of Xenorhabdus metabolism products – symbiotic bacteria of entomopathogenic nematodes (Rhabditida, Steinernematidae) and nematode-bacterial complexes against causative agents of plant diseases. In: Problemy zashchity rastenii v usloviyakh sovremennogo sel'skokhozyaistvennogo proizvodstva. St Petersburg: Vseros. NII zashchity rastenii. 2009. P. 3–5.
- Agansonova N.E., Selitskaya O.G., Burov V.N. Reaction of *Frankliniella occidentalis* P. on plants induced by phytoparasitic root nematode damage or treated by immunomodulator Narcissus. In: Biologicheskaya zashchita rastenii – osnova stabilizatsii agroekosistem: mater. mezhdun. konf. Krasnodar. 2008. N 5. P. 320–322.
- Agansonova N.E., Selitskaya O.G., Burov V.N. Reaction of *Frankliniella occidentalis* P. on plants induced by phytoparasitic root nematode damage, phytopathogen or treated by immunomodulators. In: Sovremennye problemy immuniteta rastenii k vrednym organizmam: mater. vtoroi Vseros. konf. St Petersburg. 2008. P. 248–249.
- Burov V.N. et al. Reaction of *Frankliniella occidentalis* Perg. (Thysanoptera: Thripidae) on tomato damages caused by gall nematodes Reaktsiya zapadnogo tsvetochnogo tripsa *Frankliniella occidentalis* Perg. (Thysanoptera: Thripidae). In: Fitosanitarное оздоровление экосистем: матер. vtorogo Vseros. s'ezda po zashchite rastenii. St Petersburg. 2005. P. 259–261.
- Burov V.N. Protective reactions of plants induced by phytophages. Zashchita i karantin rastenii. 2004. №1. P. 20–21.
- Burov V.N., Agansonova N.E., Selitskaya O.G. Olfactory reactions of *Frankliniella occidentalis* Perg. (Thysanoptera: Thripidae) on tomato damages caused by gall nematodes and pathogens. In: Indutsirovannyi immunitet sel'skokhozyaistvennykh kul'tur – vazhnoe napravlenie v zashchite rastenii: mater. Vseros. nauch.-praktich. konf. Bol'shie Vyazemy. 2006. P.40–41.
- Chupakhina G.N. Physiological and biochemical methods of analysis of plants: practicum. Kaliningrad: Izd-vo KGU, 2000. 59 p.
- Ermakov A.I. et al. Methods of plant biochemical research. Leningrad: Agropromizdat, 1987. P. 41–44.
- Guskova L.A., Agansonova N.E., Tarlavskii S.A. Testing new preparation forms of Chitozan against gall nematode *Meloidogyne incognita*. In: Sovremennye perspektivy v issledovanii khitina i khitozana: mater. sed'moi mezhdun. konf. RosKhit. St Petersburg-Repino. 2003. P. 76–79.
- Guskova L.A., Metlitskii O.Z., Danilov L.G. Methodical instructions on carrying out state testing nematodes. Moscow: 1983. 9 p.
- Kiryaynova E.S., E.L. Krall'. Parasitic nematodes of plants and measure of their control. Leningrad: Nauka, 1969. V.1, 447 p; 1971. V.2., 521 p.
- Komarova E.B., Kalnozols A.E. Recommendations on potato nematode control. Riga. 1986. 19 p.
- Metlitskii O.Z. et al. Methodical instructions on crop evaluation (on the example of tomato) on resistance to gall nematodes. Moscow: 1991. P. 14–15.
- Mineev V.G. (Ed.). Practicum on agrochemistry 2nd ed. Moscow: MGU, 2001. 689 p.
- Pavlyushin V.A. et al. Methodical recommendations on indication and monitoring of adaptation of the Colorado beetle to genetically modified potatoes. St Petersburg. 2005. 28 p.
- Pavlyushin V.A. et al. Phytosanitary destabilization of agroecosystems. St Petersburg: NPPL: Rodnye prostory. 2013. 184 p.
- Pochinok Kh.N. Methods of biochemical analysis of plants. Kiev: Naukova dumka. 1976. 334 p.

Vilkova N.A., Konarev A.I. V. Modern problems of plant immunity to pests. In: *Sovremennye problemy immuniteta rastenii k vreditelyam. Vestnik zashchity rastenii*. N3. 2010. P. 3–15.

Vilkova N.A., Shapiro I.D. Role of induced immunity in system

of immunological barriers of plants defining resistance to pests. In: *Biologicheskie osnovy i puti prakticheskogo ispol'zovaniya indutsirovannogo immuniteta k bolezniam i vreditelyam: tr. VIZR. St Petersburg*. 1981. P. 21–28.

Сведения об авторе

Всероссийский НИИ защиты растений, шоссе Подбельского, 3, 196608 Санкт-Петербург-Пушкин, Российская Федерация
Агансонова Наталья Евгеньевна. Старший научный сотрудник, кандидат биологических наук, e-mail: aghansonova@mail.ru

Information about the author

All-Russian Institute of Plant Protection, Podbelskogo shosse, 3, 196608, St Petersburg-Pushkin, Russian Federation
Agansonova Natalia Evgenievna. Senior Researcher, PhD in Biology e-mail: aghansonova@mail.ru

УДК: 635.33:632.1/7

БИОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ЗАЩИТЫ КАПУСТЫ, ВОЗДЕЛЫВАЕМОЙ ПО БЕЗРАССАДНОЙ ТЕХНОЛОГИИ, ОТ КОМПЛЕКСА ВРЕДНЫХ ОРГАНИЗМОВ

Б.П. Асякин

Всероссийский НИИ защиты растений, Санкт-Петербург

Удорожание семян, пестицидов, энергоносителей, трудовых ресурсов обусловили в Северо-Западном регионе резкое сокращение площадей выращивания капусты по рассадной технологии (РТ) и увеличение её производства по безрассадной технологии (БРТ), менее затратной и более экологичной. Промышленное применение БРТ выявило период наибольшей уязвимости всходов и необходимость протравливания семян для защиты от крестоцветных блошек, весенней капустной мухи и возбудителей болезней семян. Поставленная цель – биологическое обоснование защиты капусты, возделываемой по БТ, решалась на основе выбора более эффективного инсектофунгицида, менее повреждаемого и поражаемого сорта в сравнительном изучении РТ и БРТ в 2010–2013 гг. с использованием гибрида СБ 3, сортов Подарок 2500 и Атрия. Наиболее существенными элементами БТ являются обработка семян перед посевом инсектофунгицидом престиж, КС; обработка почвы до всходов гербицидом дуал голд; посев семян на легких почвах, не образующих «почвенную корку». Возделывание капусты по БРТ позволило в наиболее уязвимую для её развития фазу (5–6 листьев) снизить заселенность растений основными вредителями – крестоцветными блошками и капустной молью, соответственно, в 2.9 и 4.5 раза, а их численность – в 3.5 и 6.1 раз в сравнении с РТ. БРТ позволяет сократить материальные, трудовые затраты и себестоимость продукции, снизить пестицидную нагрузку на агроценоз капусты в 1.8–2.5 раза. Выращивание капусты по БРТ обеспечило достоверную прибавку 38 ц/га. Совместное влияние факторов устойчивости сорта Атрия и БРТ – 73 ц/га. Целесообразно проведение государственной регламентации препарата престиж, КС для включения его в «Каталог» в связи с расширением площадей для выращивания капусты по безрассадной технологии.

Ключевые слова: сорта капусты, крестоцветные блошки, капустные мухи, чешуекрылые вредители, бактериозы, кила, альтернариоз, численность вредителей.

Среди овощных культур открытого грунта в Северо-Западном регионе России ведущее место занимает белокочанная капуста, которая является основным источником биологически активных веществ, белков, органических веществ и витаминов.

В настоящее время во всех категориях хозяйств региона основной технологией возделывания капусты является высокзатратный рассадный способ. В связи с тем, что в последние годы на Северо-Западе России резко сократились площади, отводимые под эту культуру, для гарантированного снабжения населения капустой важное значение приобретает использование современных высокопродуктивных сортов, устойчивых к вредным организмам, а также разработка и внедрение в производство новых технологий ее возделывания и совершенствования на их основе экологизированных систем защиты растений. Это должно обеспечивать не только существенное повышение урожайности и улучшение качества продукции, но и снижение материальных и трудовых затрат на ее производство. Сказанное особенно важно в связи с существенным удорожанием семян, энергоносителей и дефицитом рабочей силы на селе. В связи с этим безрассадная технология (БТ) возделывания капусты представляется весьма актуальной.

БТ выращивания капусты нашла широкое применение в Республике Беларусь и южных регионах России [Искаков, 1994; Мансурова, 1999; Прищепа и др., 2004, 2008; Забара, 2007 и др.].

В ВИЗР в последние годы впервые для Северо-Западного региона разработаны элементы защиты капусты, возделываемой по БТ, от основных вредных организмов, которые предусматривают новые подходы к тактике применения средств защиты растений [Асякин, 2012]. Особое внимание должно уделяться качеству семян и их предпосевной обработке. Исключительно важной составляющей этой технологии является защита культуры на первых этапах роста и развития растений, что достигается обработкой семян препаратами с инсектофунгицидными свойствами, и борьба с сорняками на начальных этапах онтогенеза. Кроме того, для получения гарантированных всходов капусты особое значение приобретает предпосевная подготовка почвы, а также гранулометрический ее состав [Забара, 2004]. В связи с этим посевы капусты для БТ целесообразно размещать на легких почвах, не образующих почвенную корку, поскольку на тяжелых суглинистых почвах, образующих почвенную корку, происходит сильное изреживание всходов, что приводит в дальнейшем к неравномерному распределению растений на площади.

Оптимизацию фитосанитарной обстановки на посевах капусты, возделываемой безрассадным способом, и получение стабильных ее урожаев при минимальных негативных воздействиях на объекты окружающей среды обеспечивает экологизированная система защиты растений от вредных организмов. Она предусматривает использование комплекса организационно-хозяйственных и агротехни-

ческих мероприятий, возделывание устойчивых к вредителям и болезням сортов, применение биологических и химических средств защиты растений оптимального ассортимента и техники для их использования, отвечающей современным требованиям энергосбережения и экологической безопасности.

Материалы и методы

Исследования по защите капусты, возделываемой по рассадной и безрассадной технологиям, от основных вредных организмов проводились на опытном поле ВИЗР в 2010–2013 гг. Для этой цели в 2010–2011 гг. использовали среднеспелый гибрид капусты СБ-3, а в 2012–2013 гг. – среднепозднеспелые сорта Подарок 2500 и Атрия. Размер опытных делянок как в опыте – БТ, так и в эталоне – рассадная технология, составлял 200 м², повторность 3-кратная. Учет поврежденности растений вредителями проводился на 25 учетных растениях в каждой повторности в обоих вариантах опыта.

Белорусскими исследователями [Прищепа и др., 2008] в качестве протравителя семян капусты широко используется комбинированный инсектофунгицид престиж, КС в норме расхода 100 мл / кг. Нами также в 2010 г. семена капусты перед посевом были обработаны этим препаратом с той же нормой расхода, а в 2011–2013 гг. – смесевым препаратом из группы неоникотиноидов и пиретроидов имидалитом, ТПС (текучая паста) в норме расхода 6–8 мл / кг. Такой прием обработки семян обеспечил надежную защиту капусты от крестоцветных блошек на первых этапах роста и развития растений (вплоть до фазы 5–6 листьев). Обладая пролонгирующим эффектом, данный инсектицид также снижал поврежденность растений весенней капустной мухой и капустным скрытнохоботником. Посев обработанных имидалитом и престижем семян проводили 18–22 мая на глубину 1.5–2 см. Перед посевом семян опытный участок обрабатывали против сорняков гербицидом дуал голд (1.6 кг/га). При достижении капустной фазы 3–4 листьев проводили ручное прореживание капу-

сты на расстояние 35–40 см. Против однолетних злаковых сорняков и пырея ползучего через два месяца после появления всходов капусту обрабатывали гербицидом фюзилад супер (1.5–2.5 л/га). Против листогрызущих вредителей в фазах розетки листьев – начала формирования кочана на безрассадной капусте была проведена одна обработка растений инсектицидом децис профи, ВДГ (0.03 л/га).

Против крестоцветных блошек, капустных мух и чешуекрылых вредителей на рассадной капусте в фазе 5–6 листьев и в фазах розетки листьев – начала формирования кочана растения были обработаны инсектицидом децис профи, ВДГ (0.03 л/га). Против листогрызущих вредителей капуста в фазе рыхлого кочана была обработана инсектицидом каратэ зеон, МКС в норме расхода препарата 0.1 л/га. Против болезней растения как рассадной, так и безрассадной капусты в фазах начала формирования кочана – рыхлого кочана были обработаны фитоспорином (1.5 л/га). Для повышения устойчивости капусты к неблагоприятным факторам внешней среды рассадная и безрассадная капуста в фазе 3–5 листьев была обработана фиторегулятором эпин экстра (100 мл/га) при норме расхода рабочей жидкости 300 л/га. В дальнейшем применялась агротехника возделывания культуры, общепринятая для Северо-Запада РФ. За период вегетации капусты было проведено 3 междурядных обработки и 2 подкормки растений минеральными удобрениями: в фазе 7–9 листьев – $N_{120} P_{90} K_{120}$ и в фазе розетки листьев – начала формирования кочана – $N_{90} P_{120} K_{150}$.

Результаты и их обсуждение

Низкий температурный фон и сухая ветреная погода в III декаде мая – начале июня в 2010–2011 гг. задержали на 5–7 дней появление всходов капусты при возделывании безрассадным способом. Однако, в дальнейшем повышенные температуры воздуха и периодически выпадавшие осадки во II–III декадах июня способствовали интенсивному росту растений. Поэтому, если на первых этапах онтогенеза отставание в росте безрассадной капусты от рассадной составляло более месяца, то начиная с фазы розетки листьев оно сократилось на 2–2.5 недели, а в фазе начала формирования кочана – до 10 дней.

При различных технологиях выращивания капусты в агроценозах этой культуры формируются несколько типов консортных сообществ. Так, в первый период вегетации этой культуры, возделываемой по рассадной технологии, функционирует сообщество, включающие 6 видов фитофагов, в том числе три вида крестоцветных блошек (*Phyllotreta undulata* Kuts., *Ph. nemorum* L., *Ph. vittula* F.), весеннюю капустную муху (*Delia brassicae* Bouche), капустную моль (*Plutella maculipennis* Curt.) и капустного скрытнохоботника (*Ceuthorrhynchus quadridens* Pz.).

Формирование комплекса фитофагов в консортной системе капусты, возделываемой по БТ, существенно отличалось от рассадной. Поскольку растения капусты, выращиваемые в поле из семян, формируют стержневую корневую систему, они способны извлекать воду из бо-

лее глубоких слоев почвенного горизонта и лучше переносят ее дефицит в сухую, жаркую погоду. Кроме того, они меньше травмируются при рыхлении и окучивании и поэтому меньше выделяют веществ вторичного обмена, являющихся аттрактантами для большинства специализированных вредителей капусты.

У растений, выращиваемых по рассадной технологии, при выборке из рассадников, как правило, главный корень обрывается, формируется мочковатая корневая система; они не способны в дальнейшем использовать, в отличие от безрассадной капусты, воду из нижних горизонтов почвы. При высадке рассады в поле сухая, жаркая погода оказывала негативное влияние на её приживаемость. Поврежденная корневая система таких растений в этот период выделяет большое количество летучих аглюконов, оказывающих существенное влияние на заселенность и численность основных вредителей. Так, на рассадной капусте гибрида СБ-3 в фазе 5–6 листьев заселенность и численность крестоцветных блошек и капустной моли были, соответственно, в 2.9 и 6.1; 3.5 и 4.5 раза больше в сравнении с растениями безрассадной капусты (табл.1). Безрассадная капуста была также в меньшей степени поражена альтернариозом (*Alternaria brassicae* Sacc.) и слизистым бактериозом (*Pseudomonas* spp.). Необходимо отметить, что эффективность имидалита против крестоцветных блошек и капустной моли была несколько ниже в сравнении

Таблица 1. Заселенность вредителями и пораженность болезнями гибрида капусты СБ-3, возделываемой по различным технологиям (Опытное поле ВИЗР, 2010-2011 гг.)

Фаза развития капусты	Заселенность растений вредителями						Пораженность болезнями			
	Крестоцветные блошки		Капустная моль		Репная белянка		Слизистый бактериоз	Альтернариоз	Кила	
	%	К-во жуков /раст.	%	К-во гусей /раст.	%	К-во гусей /раст.			%	балл
Безрассадная технология *										
1-2 листа	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-
5-6 листьев	16.3	0.8	6.3	0.6	0	0	-	-	-	-
Розетка листьев	20.4	1.5	10.3	4.3	4.5	0.7	-	-	-	-
Рыхлый кочан	12.3	0.8	26.2	1.7	18.8	0.9	3.4	9.7	14.5	0.1
Рассадная технология *										
5-6 листьев	47.3	4.9	22.3	2.7	0	0	-	-	-	-
Розетка листьев	28.4	3.6	43.7	3.0	11.3	1.8	-	-	-	-
Рыхлый кочан	8.7	2.8	58.4	3.9	20.7	1.2	7.6	18.2	20.8	0.6
Безрассадная технология **										
1-2 листа	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-
5-6 листьев	18.7	0.9	7.4	3.8	0	0	-	-	-	-
Розетка листьев	22.3	1.8	12.3	1.4	8.3	0.8	-	-	-	-
Рыхлый кочан	4.3	0.2	29.4	1.9	15.8	1.2	10.4	23.4	19.7	0.2
Рассадная технология **										
5-6 листьев	54.6	5.1	24.6	2.8	0	0	-	-	-	-
Розетка листьев	30.4	4.1	44.3	2.9	12.7	1.9	-	-	-	-
Рыхлый кочан	10.2	2.6	59.6	3.0	21.3	1.3	18.6	27.6	30.8	0.9

Примечание: для обработки семян использовали: * – престиж, КС, ** – имидалит, ТПС

с престижем. Эта разница была более существенной в отношении слизистого бактериоза. Если при использовании в качестве протравителя семян престижа, КС слизистым бактериозом было поражено всего 3.4% растений, то при использовании имидалита, ТПС – 10.4%. Как нам представляется, одной из причин этого является отсутствие в составе имидалита, в отличие от престижа, КС, фунгицидного компонента.

При БТ возделывания капусты, как уже указывалось выше, важное внимание должно уделяться борьбе с сорными растениями. Сорный ценоз на посевах капусты в 2010–2011 гг. был представлен как однолетними, так и многолетними растениями. Исходная засоренность безрассадной капусты в фазе 6–7 листьев в эти годы составляла соответственно 47 и 54 экз. сорняков на 1 м².

Из них доминировали марь белая, пастушья сумка, щирица запрокинутая, просо куриное, пырей ползучий. На рассадной капусте в этот же период количество сорных растений составляло более 150 экз. / м², что в 3.3 раза больше в сравнении с капустой, возделываемой по БТ. Иными словами, обработка почвы сразу после посева семян гербицидом дуал голд существенно снизила засоренность посевов безрассадной капусты: через 4 недели после обработки на 85–90%, а через 1.5 месяца – на 60–70% в сравнении с эталоном. Если на капусте, возделываемой по рассадной технологии, за весь период её вегетации было проведено 2 ручных прополки и 1 обработка гербицидом фюзилад супер, то на безрассадной капусте – всего одна обработка этим же гербицидом против пырея ползучего.

В сравнении с рассадной технологией вегетационный период сортов капусты, выращиваемых безрассадным способом, сокращается на 13–15 дней за счет уменьшения межфазных периодов: массовые всходы – фаза 5–6 листьев и фазы розетки листьев – начало формирования кочана. В период от фазы 5–6 листьев до фазы розетки

листьев сумма активных температур при безрассадной культуре в 2010–2013 гг. превышала рассадную капусту на 101–150°C за счет более теплых дней в июле – начале августа. Это обстоятельство в определенной степени влияло на особенности заселения растений капусты вредителями.

Видовой состав консументов I порядка на сортах Подарок 2500 и Атрия, выращиваемых безрассадным способом, как в первый (фазы 5–6 листьев – розетки листьев), так и во второй период (фазы розетки листьев – массовое формирование кочана) представлен 2 видами фитофагов, имеющих хозяйственное значение – капустной молью и репной белянкой (*Pieris rapae* L.). Весенняя капустная муха и крестоцветные блошки на безрассадной капусте имели меньшее значение в сравнении с рассадной капустой. Результаты исследований показали, что заселенность растений вредителями и пораженность возбудителями заболеваний зависит как от специфики технологии возделывания культуры, так и от сортовых особенностей капусты (табл. 2 и 3).

Технология возделывания капусты оказывала влияние и на качество продукции. Наибольшая стандартность продукции наблюдалась у сорта Атрия – 90.5% в сравнении с сортом Подарок 2500 (87%), выращиваемых безрассадным способом. У сорта Атрия уменьшилось также количество кочанов, пораженных сосудистым бактериозом и альтернариозом (табл. 2). Биохимический анализ кочанов этого сорта показал, что при безрассадном способе его возделывания количество моносахаридов, аскорбиновой кислоты и каротина увеличилось на 14.3%, 26% и 9.5% соответственно. Урожайность сорта Атрия в 2013 году составила 518 ц/га, что на 38 ц/га больше, чем у растений, выращиваемых через рассаду.

Приведенные в таблице 3 данные подтверждают достоверность наших результатов о количественных различиях в заселенности и пораженности растений вредными

Таблица 2. Сравнительная оценка заселенности вредителями и пораженности болезнями разных по устойчивости сортов капусты при различных технологиях их возделывания (Опытное поле ВИЗР, 2012–2013 гг.)

Показатели	Сорта			
	Подарок 2500		Атрия	
	рассадная технология	безрассадная технология	рассадная технология	безрассадная технология
Полевая всхожесть, %	-	82.5	-	85.4
Густота стояния растений, тыс / га	26.3	38.4	25.6	35.6
Численность вредителей (экз. на 1 заселенное растение)				
капустной моли	2.3 ± 0.12	0.5 ± 0.06	1.9 ± 0.15	0.3 ± 0.06
крестоцветных блошек	8.4 ± 0.15	3.2 ± 0.22	5.3 ± 0.22	1.8 ± 0.12
репной белянки	1.1 ± 0.15	0.2 ± 0.06	0.8 ± 0.1	0.1 ± 0.03
капустных мух, экз. яиц / растение	62.4 ± 1.6	11.3 ± 0.52	34.8 ± 0.9	6.3 ± 0.35
Поврежденность растений вредителями, %				
крестоцветными блошками	15.4 ± 3.1	5.3 ± 0.21	11.4 ± 0.26	2.4 ± 0.15
капустными мухами	6.5 ± 0.46	0.6 ± 0.15	3.2 ± 0.15	0.5 ± 0.06
капустной молью	16.3 ± 0.3	6.1 ± 0.21	10.3 ± 0.12	3.1 ± 0.21
репной белянкой	9.5 ± 0.32	4.3 ± 0.15	6.5 ± 0.15	2.0 ± 0.15
Пораженность растений болезнями, %				
черной ножкой (всходы)	-	8.5 ± 0.12	-	6.3 ± 0.12
черной ножкой (рассада)	14.6 ± 0.22	-	8.2 ± 0.15	-
слизистым бактериозом	18.2 ± 0.23	14.3 ± 0.26	10.2 ± 0.26	9.4 ± 0.12
сосудистым бактериозом	13.4 ± 0.4	10.8 ± 0.34	11.3 ± 0.32	7.3 ± 0.19
альтернариозом	11.6 ± 0.17	10.2 ± 0.27	9.4 ± 0.15	7.8 ± 0.25
килой, % / балл	10.3/1.2	3.4/0.5	17.4/1.8	4.2/0.4
Урожайность, ц/га	445 ± 3.6	483 ± 4.5	480 ± 3.3	518 ± 4.2

Примечание: сорт Подарок 2500 – среднепозднеспелый, неустойчивый к листогрызущим вредителям; сорт Атрия – среднепозднеспелый, устойчивый к ряду вредителей и болезней

Таблица 3. Влияние особенностей технологии возделывания и сортовых свойств капусты на заселенность растений вредителями и пораженность болезнями (результаты двухфакторного дисперсионного анализа)

Показатели численности вредителей и заселенности ими растений, пораженности растений болезнями	Значения критерия Фишера		
	Особенности технологии возделывания	Сортовые особенности капусты	Совместное влияние факторов
Яиц капустных мух, экз / раст.	1710***	80.51***	0.00
Гусениц капустной моли, экз / раст.	266.8***	8.3**	0.9
Крестоцветных блошек, экз / раст.	563.3***	149.6***	20.8***
Гусениц репной белянки, экз / раст.	68.27***	4.27*	1.07
Заселенность растений, %: – капустными мухами	284.5***	44.5***	39.4***
- капустной молью	1590***	421***	46***
- крестоцветными блошками	26.16***	1.34	0.52
- репной белянкой	542.8***	162.1***	2.8
Пораженность растений, % : альтернариозом	46.1***	112.3***	0.3
- слизистым бактериозом	110.5***	809.6***	48.8***
- сосудистым бактериозом	105.7***	77.9***	5.2**
Урожайность, ц / га	93.18***	80.51***	0.00

Примечание: * – $p \leq 0.1$; ** – $p \leq 0.05$; *** – $p \leq 0.01$

организмами, обусловленных как технологией возделывания, так и сортоустойчивостью.

В заключение необходимо отметить, что при безрассадной технологии отпадает потребность в культивационных сооружениях для выращивания рассады капусты, которые можно использовать для возделывания в весенний период других овощных культур (салат, редис и др.). Существенно сокращается продолжительность посева культуры, появляется возможность разгрузки полевых работ в ответственный весенний период и использование рабочих на другие нужды. Снижается уровень заселения и повреж-

дения растений основными вредителями и болезнями, особенно крестоцветными блошками, капустной молью и капустными мухами в наиболее уязвимый для них период – от фазы 1–2 листа до фазы 6–7 листьев. Пестицидная нагрузка на агроценоз капустного поля уменьшается в 1.8–2.5 раза, появляется возможность получения экологически чистой продукции. Затраты ручного труда уменьшаются более чем в 1.5 раза за счет исключения операций на выращивание и посадку рассады, а себестоимость продукции уменьшается на 20–30%.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что наиболее эффективным приемом защиты капусты от вредителей и болезней при возделывании ее при безрассадной технологии является обработка семян комбинированным препаратом с инсектофунгицидными свойствами престиж, КС в норме расхода 100 мл/ кг. К сожалению, в

России этот препарат в Каталоге разрешенных для применения на капусте средств защиты растений отсутствует. Целесообразно было бы проведение государственной регистрации этого препарата для включения его в «Каталог» в связи с расширением площадей для выращивания капусты по безрассадной технологии.

Plant Protection News, 2015, 2(84), p. 48 – 52

BIOLOGICAL GROUNDS OF PROTECTION OF CABBAGE CULTIVATED BY NON-SEEDLING TECHNOLOGY FROM COMPLEX OF PEST ORGANISMS

B.P. Asyakin

All-Russian Institute of Plant Protection, St Petersburg

Rise in price of seeds, pesticides, energy carriers and manpower have caused in the Northwest region reduction of the areas of cabbage cultivated by the seedling technology (ST) and increase of the areas cultivated by the non-seedling technology (NST) that is less expensive and more eco-friendly. Industrial application of NST has revealed the period of the greatest vulnerability of shoots, and the need of seed treatment for plant protection from cabbage flea beetles, spring cabbage fly and causative agents of seed diseases. The goal was the biological grounds of protection of cabbage cultivated by NST in comparison with ST in 2010–2013. It has been solved on the basis of a choice of more effective insectofungicide, less damageable grade with use of a hybrid SB 3, grades Podarok 2500 and Atriya. The most essential elements of NST are: seed treatment before sowing by the insectofungicide Prestizh, KS; soil treatment before sprouting by the herbicide Dual Gold; seed sowing on light soils not forming “soil crust”. Cultivation of cabbage by NST has allowed during the most vulnerable phase of plant development (5–6 leaves) to reduce population numbers of the main pests, cabbage flea beetles and cabbage moth in 3.5 and 6.1 times, respectively, in comparison with ST. NST allows to reduce material and labor inputs and product cost, to lower pesticide press on cabbage agrocenosis in 1.8–2.5 times. Cultivation of cabbage by NST has provided reliable yield increase by 3.8 t/hectare. Joint influence of grade Atriya resistance factor and NST has increased yield by 7.3 t/hectare. Carrying out the state testing the preparation Prestizh, KS, is recommended for its inclusion in the State Catalogue for cabbage cultivation.

Keywords: cabbage; grade; population density; pest; flea beetle; cabbage fly; Lepidoptera; bacteriosis; *Alternaria*; *Plasmodiophora*.

Библиографический список (References)

- Асякин Б.П. Защита капусты, возделываемой по безрассадной технологии, от основных вредителей / Научное обеспечение развития АПК в условиях реформирования // Сб. науч. трудов. СПб.: СПбГАУ, 2012. С. 96–99.
- Забара Ю.М. Совершенствование технологии возделывания капусты белокочанной безрассадным способом // Земляробство і ахова рослін. 2007. N6. С. 19–22.
- Искаков Н.С., Оспанова Г.Ж. Разработка зональной технологии возделывания капусты посевом семян в грунт // Научные основы возделывания и хранения картофеля и овоще-бахчевых культур. Алматы, 1994. С. 71–74.
- Мансурова Л.И. Безрассадный способ выращивания капусты белокочанной в Самарской области // Тез. докл. 46 научн. конф. проф.-препод. состава, сотрудников и аспирантов Самарского государственного сельскохозяйственного университета. Самара, 1999. С. 5–6.
- Прищепа И.А., Колядко Н.Н., Попов Ф.А. Защита посевов капусты от вредителей и болезней // Земляробство і ахова рослін. 2004. N3. С. 46–48.
- Прищепа И.А., Колядко Н.Н., Попов Ф.А. Сравнительная оценка эффективности защиты капусты белокочанной от вредных организмов при разных способах ее выращивания // Земляробство і ахова рослін. 2008. N3. С. 49–52.
- Асякин В.П. Protection of cabbage cultivated by the non-seedling technology against main pests. In: Nauchnoe obespechenie razvitiya APK v usloviyakh reformirovaniya. Sb. nauch. trudov. St Petersburg: SPbGAU, 2012. P. 96–99.
- Zabara Yu.M. Improvement of cultivation of white cabbage by the non-seedling technology. Zemlyarobstvo i akhova roslin. 2007. N6. P. 19–22.
- Iskakov N.S., Ospanova G.Zh. Development of zonal technology of cultivation of cabbage crops by seeding in soil. In: Nauchnye osnovy vozdelvaniya i khraneniya kartofelya i ovoshche-bakhchevykh kul'tur. Almaty, 1994. P. 71–74.
- Mansurova L.I. Non-seedling technology of cultivation of white cabbage in the Samara region. In: Tez. dokl. 46 nauchn. konf. prof.-prepod. sostava, sotrudnikov i aspirantov Samarskogo gosudarstvennogo sel'skokhozyaistvennogo universiteta. Samara, 1999. P. 5–6.
- Prishchepa I.A., Kolyadko N.N., Popov F.A. Protection of cabbage crops against pests and diseases Zemlyarobstvo i akhova roslin. 2004. N3. P. 46–48.
- Prishchepa I.A., Kolyadko N.N., Popov F.A. A comparative assessment of efficiency of white cabbage protection against pest organisms at different ways of its cultivation. In: Sravnitel'naya otsenka effektivnosti zashchity kapusty belokochannoi ot vrednykh organizmov pri raznykh sposobakh ee vyrashchivaniya. Zemlyarobstvo i akhova roslin. 2008. N3. P. 49–52.

Translation of Russian References

Сведения об авторе

Всероссийский НИИ защиты растений, шоссе Подбельского, 3, 196608 Санкт-Петербург-Пушкин, Российская Федерация
Асякин Борис Павлович. Ведущий научный сотрудник, кандидат биологических наук, e-mail: entomology@vizr.spb.ru

Information about the author

All-Russian Institute of Plant Protection, Podbelskogo shosse, 3, 196608, St Petersburg-Pushkin, Russian Federation
Asyakin Boris Pavlovich. Leading Researcher, PhD in Biology, e-mail: entomology@vizr.spb.ru

УДК: 631.11: 632.731 (470.26)

ТРИПСЫ (THYSANOPTERA, INSECTA) НА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЕ В КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

В.И. Рожина, А.М. Дротикова, О.А. Земскова

ФГБУ «Калининградская межобластная ветеринарная лаборатория»

Калининградская область входит в ареал распространения и вредоносности пшеничного трипса *Haplothrips tritici*, однако сведения о видовом разнообразии трипсов на посевах озимой пшеницы в Калининградской области отсутствуют. Представлены данные о видовом составе трипсов в Калининградской области, выявленном в ходе мониторинга посевов озимой пшеницы в 2014 г. Идентифицировано 10 видов из двух семейств: сем. Thripidae – 9 видов, сем. Phlaeothripidae – 1 вид. Доминантные виды: трипс тонкоусый – *Frankliniella tenuicornis* (Uzel), выявленный в 86,88 % образцов; трипс ржаной – *Limothrips denticornis* Hal., выявленный в 47,54% образцов; трипс злаковый – *Anaphothrips obscurus* Mull., выявленный в 43,44% образцов. Пшеничный трипс – *Haplothrips tritici* Kurdjumov на территории Калининградской области не обнаружен.

Ключевые слова: озимая пшеница, *Triticum aestivum*, злаковые трипсы, *Frankliniella tenuicornis*, *Limothrips denticornis*, *Anaphothrips obscurus*, Калининградская область.

Из 80 тысяч гектаров посевов озимых в 2014 г. в Калининградской области пшеница занимала 41049 га [<http://www.mcx.ru>]. Неотъемлемой частью проблемы повышения урожайности и её стабильности является защита растений от вредителей и болезней. Злаковые трипсы – известные вредители зерновых культур, в том числе и озимой пшеницы, повсеместно распространенные на территории РФ. Принцип повреждения трипсами злаковых растений описан Дядечко Н.Г. «Злаковым культурам взрослые трипсы вредят главным образом в фазе выхода в трубку, что приводит к деформации колоса, задержке колосения» [Дядечко, 1964].

К сожалению на сегодняшний день сведения о видовом разнообразии трипсов посевов озимой пшеницы в Калининградской области отсутствуют. Отряд Thysanoptera является одним из наименее фаунистически изученных отрядов насекомых на территории области, а имеющиеся данные ограничиваются исследованием закрытого грунта, проводимым инспекторами Россельхознадзора, и отдельными территориями открытого грунта, обследуемыми в ходе фитосанитарного мониторинга специалистами ФГБУ «Калининградская МВЛ» [Алексеев, Булгаков, 2011]. Этот отряд составляет значительную часть энтомофауны агроценозов.

Исследования видового разнообразия трипсов пшеницы проведены в ряде стран Европы, например, в Германии, Сербии, Норвегии, Финляндии, в том числе в граничащих с Калининградской областью Литве и Польше. Самыми распространенными видами для агроценозов озимой пшеницы по публикациям из этих стран являются *Frankliniella tenuicornis*, *Limothrips denticornis*, *Limothrips cerealium*, *Haplothrips aculeatus*. В Литве на озимой пшенице выявлено 13 видов, в Польше – 14 [Andjus, Spasic, Dopudja, 2001; Zur Strassen, 2003; Gaafar., Ei-Wakeil, Volkmar, 2011; Šmatas, Tamošiūnas, 2013].

Показано [Танский и др., 2006], что Калининградская область входит в ареал распространения и вредоносности пшеничного трипса *Haplothrips tritici*. Согласно исследованиям, проведенным на территории Польши, распространение *Haplothrips tritici* ограничивается лишь южными районами [Kakol, Kucharczyk, 2004]. Несходные данные об ареале обитания вида и его вредоносности предполагают актуальность изучения пшеничного трипса в Калининградской области и конкретизации ареала его распространения, что является важным условием для понимания экологии и биологии этого вида.

Цель настоящей работы – выявление видового состава трипсов озимой пшеницы в Калининградской области.

Материалы и методы

Для выявления видового состава трипсов в Калининградской области на протяжении июля–августа 2014 г. был проведен мониторинг посевов озимой пшеницы на стадии созревания (122 поля в 11 районах области, 17 сортов). С каждого поля был отобран образец порядка 300 колосьев, который плотно упаковывался в пакет из крафт-бумаги, отмечались место и дата сбора, сорт и репродукция ози-

мой пшеницы, а также информация об обследователе. Образцы разбирались в лаборатории над белым ватманом. Трипсы собирались на стадии имаго, их фиксация проводилась согласно стандартным методам [Palmer et al., 1989; Mound, Kibby, 1998]. Определение проводилось согласно Mound [1976], Мещеряков [1986], Strassen [2003]. Результаты вводили в электронную базу данных.

Результаты и обсуждение

В ходе обследования посевов (14785 га) представители отр. Thysanoptera были обнаружены в каждом отобранном образце озимой пшеницы. Собранные 821 имаго трипсов были представлены 10 видами из 2 подотрядов: 9 видов относились к подотряду Яйцекладные – *Terebrantia*, сем. Настоящие трипсы – *Thripidae* и один вид – к подотряду Трубкаохвостые – *Tubulifera*, сем. Безжилковые трипсы – *Phlaeothripidae*. Шесть выявленных видов являются оби-

тателями злаковых культур. Трипсы видов *Frankliniella intonsa* Tryb., *Thrips fuscipennis* Hal., *Thrips physapus* L., *Thrips tabaci* Lind. – полифаги и являются обычными обитателями различных растений в открытом грунте. В исследуемых образцах Пшеничный трипс – *Haplothrips tritici* не обнаружен.

Наиболее часто встречающиеся виды трипсов: тонкоусый – *Frankliniella tenuicornis* (выявленный в 86,88 %

образцов); ржаной – *Limothrips denticornis*, (47.54% образцов); злаковый – *Anaphothrips obscurus* (43.44% образцов); пустоцветный – *Haplothrips aculeatus* (10.66 % образцов).

Первые три вида были обнаружены во всех районах области. Чуть более редким видом оказался трипс полевой – *Chirothrips manicatus* Hal., выявленный в 4-х районах области и встречающийся в 7.37 % образцов. Выявлен также трипс неравнокрылый – *Baliothrips dispar* Haliday, который не отмечен в списках видов трипсов озимой пшеницы

в Литве и Польше. Данный вид обнаружен нами в Озерском районе на сорте Зентос близ пос. Садовое и в Полесском районе на сорте Зентос (пос. Красное). *B. dispar* распространен в Европе, обитает на злаках в сырых местах.

Установлено, что по числу особей лидирует *F. tenuicornis*, вид преобладающий в образцах из каждого района, кроме Гурьевского. Количество особей трипсов, обнаруженных в различных районах Калининградской области, указано в таблице.

Таблица. Имаго трипсов в сборах из различных районов Калининградской области, шт

Виды трипсов	Районы области											Итого
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
<i>Anaphothrips obscurus</i> Mull.	3	12	26	3	2	10	8	19	8	4	6	102
<i>Baliothrips dispar</i> Haliday	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	2
<i>Chirothrips manicatus</i> Hal.	-	9	3	2	-	-	2	-	1	-	-	18
<i>Frankliniella intonsa</i> Tryb.	-	-	-	1	1	-	-	1	-	-	-	3
<i>Frankliniella tenuicornis</i> Karny	9	40	17	24	48	159	39	100	42	26	54	567
<i>Haplothrips aculeatus</i> F.	-	4	7	1	1	-	3	2	3	-	-	21
<i>Limothrips denticornis</i> Hal.	2	9	31	9	6	7	4	24	7	3	5	107
<i>Thrips fuscipennis</i> Hal.	-	-	-	1	1	-	1	-	-	-	-	3
<i>Thrips physapus</i> L.	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1
<i>Thrips tabaci</i> Lind.	-	3	3	-	1	-	-	-	1	-	-	1
Итого	14	77	87	41	60	176	60	147	62	33	65	821

1–Багратионовский; 2–Гвардейский; 3–Гурьевский; 4–Краснознаменский; 5–Неманский; 6–Нестеровский; 7–Озерский; 8–Полесский; 9–Правдинский; 10–Славский; 11–Черняховский.

Доминирование видов *L. denticornis* и *A. obscurus* в Гурьевском районе объясняется преобладанием их в некоторых образцах озимой пшеницы сорта Корунд в п. Сазоновка, а особей *A. obscurus* – с образцов озимой пшеницы сорта Торрилд в п. Менделеево. Следует отметить, что в посевах сорта Московская 56 Гурьевского района была обнаружена лишь 1 особь *F. tenuicornis*, в то время как *L. denticornis* – 10 шт., а *A. obscurus* – 5 шт. Характерно, что наибольшая представленность *L. denticornis* и *A. obscurus* в Гурьевском районе отмечена лишь на сорте Московская 56 (41.93 % и 22.58 % соответственно).

Результаты изучения сопоставлены с данными литовских и польских исследователей. На озимой пшенице в Литве было выявлено 13 видов трипсов, а в Польше – 14, причем для северо-восточного региона Польши, граничащего с Калининградской областью, – 11 видов. Полученные нами данные о видовом составе трипсов озимой пшеницы Калининградской области и пограничных государств во многом сходны. Отсутствие в собранных нами образцах

хищных трипсов рода *Aeolothrips* можно объяснить отбором образцов на стадии созревания озимой пшеницы, когда количество личинок и яиц растительноядных трипсов, которыми главным образом питается выявленный в Литве и Польше трипс хищный – *Aeolothrips intermedius* Hal., было минимально. Соответственно снизилась численность и вероятность его выявления. Кроме этого, не были собраны представители рода *Aptinothrips*, типичные обитатели дерна злаковых культур, вероятно, также отсутствующие в уже созревающей пшенице. Хлебный трипс – *Limothrips cerealium* нами также не был выявлен, что соответствует данным польских исследователей об ограниченности его распространения (распространен только в западной части Польши) [Kakol., Kucharczyk., 2004; Šmatas, Tamošiūnas, Danytė, 2013]. Однако, в двух случаях был обнаружен *Baliothrips dispar* – обитатель злаковых культур в сырых местах, который не был отмечен польскими и литовскими исследователями.

Заключение

В период созревания пшеницы на 17 сортах выявлено 10 видов трипсов из двух семейств: сем. Thripidae – 9 видов, сем. Phlaeothripidae – 1 вид. Из них 6 видов – обитатели злаковых культур и 4 вида – полифаги.

В доминирующую группу входят 3 вида – Трипс тонкоусый – *Frankliniella tenuicornis*, выявленный в 86.88 % образцов; Трипс ржаной – *Limothrips denticornis* Hal. (47.54% образцов); Трипс злаковый – *Anaphothrips obscurus* Mull., (43.44% образцов).

Доминантные виды на всех исследованных сортах соответствовали доминантным видам, выявленным в общем по области, среди которых самым многочисленным и часто встречающимся был трипс тонкоусый – *Frankliniella tenuicornis*, кроме сорта Московская 56. В образцах этого сорта преобладает *Limothrips denticornis*, число особей которого составило 41.93 %, менее многочисленным был *Anaphothrips obscurus* – 22.58 %.

Пшеничный трипс – *Haplothrips tritici* на территории Калининградской области не обнаружен.

Благодарности. Авторы выражают сердечную благодарность А.С. Шмакову, а также Генрикасу Остраускасу (Henrikas Ostrauskas) и Галине Кухарчик (Halina Kucharzyk) за помощь в определении трипсов, ценные советы и поддержку.

THRIPS (THYSANOPTERA, INSECTA) ON WINTER WHEAT IN KALININGRAD REGION

V.I. Rozhina, A.M. Drotikova, O.A. Zemskova

Kaliningrad Interregional Veterinary Laboratory, Kaliningrad

New data on thrips species composition on winter wheat in the Kaliningrad region are provided, acquired through crops observation in 2014. In total 821 adult thrips have been collected, representing 10 species identified. These species belong to two families, Thripidae (9 species) and Phlaeothripidae (1 species). The dominant species are *Frankliniella tenuicornis* (86,88%), *Limothrips denticornis* (47,54 %), *Anaphothrips obscurus* (43,44%). Surprisingly, *Haplothrips tritici* Kurdjumov was not found at all.

Keywords: Thysanoptera; cereal thrips; winter wheat; *Triticum aestivum*; *Frankliniella tenuicornis*; *Limothrips denticornis*; *Anaphothrips obscurus*; Kaliningrad region.

Библиографический список (References)

- Алексеев В.И., Булгаков Д.Б. Оценка степени изученности энтомофауны в Калининградской области // Вестник БФУ им. И.Канта. 2011. N 7, с. 119–126.
- Дядечко Н.П. Трипсы или бахромчатокрылые насекомые (Thysanoptera) Европейской части СССР. Изд-во Урожай, Киев, 1964. 182 с.
- Мещеряков А.А. Отряд Thysanoptera – Бахромчатокрылые пузыреногие или трипсы // Определитель насекомых Дальнего Востока СССР. Л.: Наука, 1986. С. 380–431.
- Минсельхоз Калининградской области. Озимые посевы в Калининградской области благополучно перенесли зиму. режим доступа: <http://www.mcx.ru/news/news/show/22493.178.htm>
- Танский В.И., Великан В.С., Фролов А.Н., Саулич М.И. Пшеничный трипс — *Haplothrips tritici* Kurd. (Thysanoptera, Phlaeothripidae), его ареал и зоны вредоносности // Вестник защиты растений. 2006. N 2. С. 59–63.
- Andjus L., Spasic R., Dopudja M. Thrips from coloured water traps in Serbian wheat fields // Thrips and topsoviruses: Proceedings of the 7th International Symposium on Thysanoptera, 2001.
- Gaafar N., Ei-Wakeil N., Volkmar C. Assessment of wheat ear insects in winter wheat varieties in central Germany // J. Pest Sci., 2011. 84. P. 49–59.
- Kakol E., Kucharczyk H. The occurrence of thrips (*Thysanoptera*, Insecta) on winter and spring wheat in chosen regions of Poland // Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica, 2004. 39 (1/3). P. 263–269.
- Mound L.A., G.D. Morison, Pitkin B.R. & Palmer J.M. Thysanoptera. Handbooks for the identification of British insects Vol. 1 (11), 1976. 79 p.
- Mound L.A., Kibby G. Thysanoptera, an Identification Guide. Wallingford, UK; New York, USA: CABI, 1998. 70 p.
- Palmer J.M., Mound L.A., Heaume G.J. CIE Guides to insects of importance to man. 2. Thysanoptera. Wallingford: CABI, 1989. 74 p.
- Šmatas R., Tamošiūnas K., Danytė V. Diversity and sex ratio of thrips (*Thysanoptera*) species in winter wheat in Lithuania // Zemdirbystė-Agriculture. 2013. Vol. 100. N 3. P. 289–292.
- Zur Strassen R. Die Terebranten Thysanoptera Europas und des Mittelmeer – Gebietes. Kelttern: Goecke and Evers, 2003. 277 p.

Translation of Russian References

- Alekseev V.I., Bulgakov D.B. Evaluation of study degree of entomofauna in the Kaliningrad region. Vestnik BFU im. I.Kanta. 2011. N 7, p. 119–126.
- Dyadechko N.P. Thysanoptera of the European part of the USSR. Kiev: Urozhai, 1964. 182 p.
- Meshcheryakov A.A. Order Thysanoptera. In: Opredelitel' nasekomykh Dal'nego Vostoka SSSR. Leningrad: Nauka, 1986. P. 380–431.
- Ministry of Agriculture of the Kaliningrad region. Winter crops in the Kaliningrad region safely transferred winter. Access mode: <http://www.mcx.ru/news/news/show/22493.178.htm>
- Tanskii V.I., Velikan' V.S., Frolov A.N., Saulich M.I. *Haplothrips tritici* Kurd. (Thysanoptera, Phlaeothripidae), its area and zones of harmfulness. Vestnik zashchity rastenii. 2006. N 2. P. 59–63.

Сведения об авторах

ФГБУ «Калининградская МВЛ» проспект Победы, 55, Калининград, Российская Федерация, телефон: 84012962911
 *Рожина Виктория Ивановна. Вед. биолог,
 e-mail: rozhinav@yandex.ru,
 Дротикова Анна Михайловна. Вед. биолог,
 e-mail: fitonadzor@gmail.com,
 Земскова Ольга Александровна. Вед. биолог,
 e-mail: zemskovaolga@mail.ru

* Ответственный за переписку

Information about the authors

Kaliningrad Interregional Veterinary Laboratory,
 prospekt Pobedy, 55, 236038, Kaliningrad, Russian Federation
 *Rozhina Viktoriya Ivanovna. Leading Biologist,
 e-mail: rozhinav@yandex.ru
 Drotikova Anna Mikhailovna. Leading Biologist,
 e-mail: fitonadzor@gmail.com
 Zemskova Olga Aleksandrovna. Leading Biologist,
 e-mail: zemskovaolga@mail.ru

* Responsible for correspondence

УДК 632.51:581.9

АРЕАЛ И ЗОНА ВРЕДНОСТИ ПИКУЛЬНИКА ЛАДАННИКОВОГО**Т.Д. Соколова¹, И.А. Будревская²**¹Всероссийский НИИ защиты растений, Санкт-Петербург²Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, Санкт-Петербург

Приведен ареал пикульника ладанникового *Galeopsis ladanum* L., однолетнего ярового сорного растения, относящегося к семейству яснотковых *Lamiaceae* Lindl. Ареал подразделяется на зоны основного распространения, спорадического распространения и вредности. Зоны основного распространения и вредности показаны полигонами, зона спорадического распространения показана точками. Границы зоны вредности согласованы с границами пахотных земель. Пикульник ладанниковый обильно засоряет посевы озимых и яровых зерновых, а также пропашных культур в южной части лесной зоны, в лесостепи и северной степи европейской части б. СССР, Западной и Восточной Сибири.

Ключевые слова: пикульник ладанниковый, зона основного распространения, зона спорадического распространения, зона вредности, озимые и яровые зерновые, пропашные культуры.

Пикульник ладанниковый *Galeopsis ladanum* L. (синонимы: *Dalanum ladanum* (L.) Dostal, *Ladanum intermedium* (Vill.) Slavikova.; пикульник мягковолосый, медунка) – однолетнее яровое сорное растение, относящееся к семейству яснотковых *Lamiaceae* Lindl., роду Пикульник *Galeopsis* L. Стебель прямостоячий или приподнимающийся, граненый, ветвистый, с мягкими прилегающими волосками, неутолщенный под узлами, иногда красноватый, высотой до 40 см. Семядоли овальные, цельнокрайние, с закругленной верхушкой, у основания явственно видны два зубца. Листья с короткими черешками, широкие яйцевидно-ланцетные, неглубоко-зубчатые, мягко-волосистые или почти голые. Соцветие – расставленная ложная мутовка. Цветки сидячие, по 6–10 в каждой мутовке. Чашечка 8–10 мм, трубчато-колокольчатая, мягко-волосистая, с неясными жилками и пятью остистыми зубцами неравной длины. Венчик 2 см длиной, трубочка его гораздо длиннее чашечки, беловатая; нижняя губа лилово-пурпурная с желтым пятном и темно-пурпурным сетчатым рисунком возле зева, средняя лопасть ее широко обратно-яйцевидная, в 1.5–2 раза шире боковых. Орешки

обратно-яйцевидные, с округлой вершиной, к основанию суженные, гладкие, матовые. Окраска орешков пестрая, со светло-серыми точечными пятнами на коричневом фоне. Цветет в июне-сентябре. Пикульник ладанниковый распространен в Скандинавии, средней Европе, Малой Азии, занесен в Северную Америку. На территории б. Советского Союза встречается во всех районах европейской части, на Кавказе, в Западной и Восточной Сибири, на Дальнем Востоке, в северных районах Средней Азии. Растет на влажных, особенно богатых азотом и питательными веществами, песчаных, суглинистых и торфянистых почвах. Засоряет посевы зерновых и пропашных культур, встречается на паровых полях, огородах, залежах, вдоль дорог. Является хорошим медоносом.

Векторная карта распространения пикульника ладанникового создана в масштабе 1:20 000 000 в проекции “Равновеликая Альберса на СССР”, 9, 1001, 7, 100, 0, 44, 68, 0, 0 по результатам анализа опубликованных в открытой печати картографических материалов и литературных источников. Ареал подразделяется на зоны основного распространения, спорадического распространения и

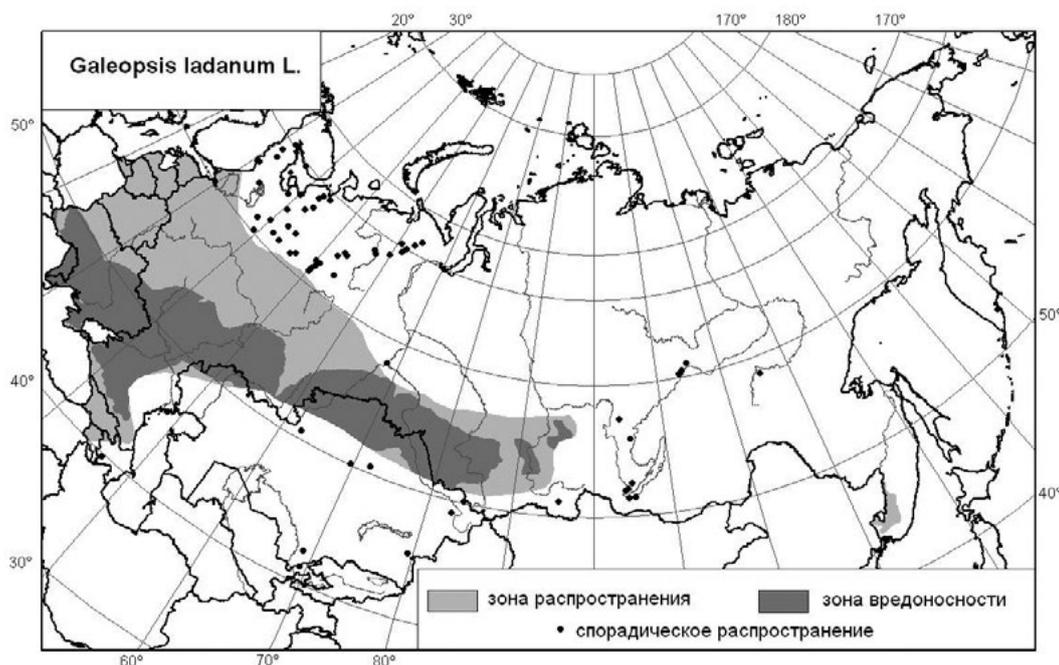


Рисунок. Ареал и зона вредности пикульника ладанникового

вредоносности. Зоны основного распространения и вредоносности показаны полигонами, зона спорадического распространения показана точками. За основу была взята карта ареала пикульника ладанникового из Е. Hulten, M.Fries [1986]. Границы зоны вредоносности определены по В.В. Никитину [1983] и Т.Н. Ульяновой [1998], уточнены в соответствии со сведениями об обилии и встречаемости данного вида, содержащимися в приведенных источниках, и согласованы с границами пахотных земель [Королева и др., 2003]. Согласно В.В. Никитину, пикульник ладанниковый обильно засоряет посевы зерновых, реже пропашных культур в южной части лесной зоны, в лесостепи и северной степи европейской части б. СССР, Западной и Восточной Сибири. Т.Н. Ульянова [1998] включила пикульник

ладанниковый в список основных засорителей посевов сельскохозяйственных культур в пределах европейской части территории СНГ и Восточной Сибири. Анализ сведений о засоренности посевов в Новгородской, Вологодской и Архангельской областях, характеризует пикульник ладанниковый встречаемостью 75–100% и обилием 3–5 баллов [Ульянова и др., 1992]. По данным Е.В.Шляковой [1982], в Нечерноземной зоне пикульник ладанниковый засоряет посевы озимых зерновых в обилии до 3 баллов, а также яровых и пропашных культур в полосе широколиственных и широколиственно-еловых лесов, южной тайги; реже встречается в средней тайге и единично в северной тайге. На западе Нечерноземной зоны произрастает менее обильно, чем в центральной ее части и на востоке.

Работа выполнена в рамках проекта МНТЦ «Создание электронного агроатласа России и сопредельных стран» № 2625.

Brief Reports

Plant Protection News, 2015, 2(84), p. 56 – 57

AREA AND ZONE OF HARMFULNESS OF *GALEOPSIS LADANUM*

T.D. Sokolova¹, I.A. Budrevskaya²

¹All-Russian Institute of Plant Protection, St Petersburg

²VSEGEI cartographical factory, St Petersburg

The area of *Galeopsis ladanum* L. is given. It is an annual summer weed plant relating to the family Lamiaceae Lindl. The area is subdivided into zones of the main distribution, sporadic distribution and harmfulness. Zones of the main distribution and harmfulness are shown by polygons, the zone of sporadic distribution is shown by points. Borders of the zone of harmfulness are coordinated with borders of arable lands. *Galeopsis ladanum* plentifully litters crops of winter and summer grain, and also tilled cultures in the southern part of forest zone, in the forest-steppe and the northern steppe of the European part of the former USSR, Western and Eastern Siberia.

Keywords: *Galeopsis ladanum*; zone of distribution; harmfulness; winter grain; summer grain; tilled crop.

Библиографический список (References)

Королева И.В., Вильчевская Е.В., Рухович Д.И. Компьютерная карта пахотных земель. М., лаборатория почвенной информации Докучаевского института почвоведения, 2003.
Никитин В.В. Сорные растения флоры СССР. Л.: Наука, 1983. 454 с.
Ульянова Т.Н. Сорные растения во флоре России и других стран СНГ. Санкт-Петербург: ВИР, 1998, 344 с.

Ульянова Т.Н., Кондратенко В.И., Иванов И.А., Малькова Е.А. Сорные растения Новгородской, Вологодской и Архангельской областей // Научно-технический бюллетень ВИР, 1992. вып. 229. С. 69–74.
Шлякова Е.В. Определитель сорно-полевых растений Нечерноземной зоны. Л.: Колос, 1982. 208 с.
Hulten E., Fries M. Atlas of North European Vascular Plants, North of the Tropic of Cancer: In 3 v. Konigstein, 1986. V.1/3. 1172 p.

Translation of Russian References

Koroleva I.E., Vilchevskaya E.V., & Rukhovich D.I. Digital Arable Land Map composed by the Laboratory of Soil Informatics of Dokuchaev Soil Institute using the map composed by Yanvareva L.F., Martynyuk K.M. and N.M. Kiseleva (editor – L.F. Yanvareva) from the Problem Laboratory of Complex Cartography of Moscow State University, Moscow, Russia, 2003.
Nikitin V.V. Weeds in the flora of the USSR. Leningrad: Nauka. 1983. 454 p.
Ulyanova T.N. Weeds in the flora of Russia and other CIS states. St. Petersburg: VIR. 1998. 344 p.

Ulyanova T.N., Kondratenko V.I., Ivanov I.A., Mal'kova E.A. Weed plants of the Novgorod, the Vologda and the Arkhangelsk Regions. In: Erokhin V.D., ed. Bulletin VIR 229. 1992. P. 69–74
Shlyakova E.V. Field-weed plants of the Non-Chernozem zone of RSFSR. In: Korovina O.N., ed. Catalogue of VIR world collection. N 338. Leningrad: VIR. 1982. 208 p.

Сведения об авторах

Всероссийский НИИ защиты растений, шоссе Подбельского, 3, 196608 Санкт-Петербург-Пушкин, Российская Федерация
*Соколова Татьяна Дмитриевна. Старший научный сотрудник, кандидат биологических наук, e-mail: weed@vizr.spb.ru
Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, Средний проспект ВО, 74, 199106 Санкт-Петербург, Российская Федерация
Будревская Ирина Анатольевна. e-mail: natal-lune@yandex.ru

Information about the authors

All-Russian Institute of Plant Protection, Podbelskogo shosse, 3, 196608, St Petersburg-Pushkin, Russian Federation
*Sokolova Tatyana Dmitrievna. Senior Researcher, PhD in Biology, e-mail: weed@vizr.spb.ru
VSEGEI cartographical factory, 74, Srednii prospect VO, 199106, St Petersburg, Russian Federation
Budrevskaya Irina Anatolyevna. e-mail: natal-lune@yandex.ru

* Ответственный за переписку

* Responsible for correspondence

УДК 005.516:632 (597)

РОССИЙСКО-ВЬЕТНАМСКОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО ПО ОЦЕНКЕ ВРЕДНОСТИ ГЛАВНЕЙШИХ ВРЕДИТЕЛЕЙ И БОЛЕЗНЕЙ ОСНОВНЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР ВО ВЬЕТНАМЕ В 1980–1990 ГГ.

А.Ф. Зубков¹, Нгуен Ван Хань², Н.Д. Тряхов³, Нгуен Тхо⁴, С.Г. Иванов¹

¹*Всероссийский НИИ защиты растений, Санкт-Петербург*

²*НИИ защиты растений, Ханой*

³*Евразийская экономическая комиссия, Москва*

⁴*Центр изучения хлопчатника, Ня Хо*

В рамках научно-технического сотрудничества (НТС) стран-членов СЭВ в 1981–1990 гг. ВИЗР (г. Ленинград) и НИИ защиты растений (г. Ханой) проводили совместные исследования по теме – «Оценка вредности главных вредителей зерновых, овощных культур и хлопчатника Вьетнама». В первые годы была достигнута методологическая обеспеченность проведения научно-исследовательских работ (НИР) по теме НТС путем стажировки вьетнамских специалистов в ВИЗР, проведения многочисленных семинаров и консультаций во Вьетнаме и передачи соответствующей методической литературы. Полученные в 1984–1985 гг. результаты оценки вредности позволили разработать на биоэкологическом уровне первый во Вьетнаме список экономических порогов борьбы (ЭПБ), рекомендованный для 7 провинций Северного Вьетнама. Второй список по исследованиям 1984–1987 гг. предложен как элемент разрабатываемой интегрированной защиты растений по плану НТС в 1989–1995 гг.

Ключевые слова: вредители, рис, соя, хлопчатник, вредность комплексная, вредоспособность особи, постоянные учетные площадки, многомерный статистический анализ, ЭПБ, технология интегрированной защиты.

Вредители сельскохозяйственных культур Вьетнама относительно подробно описаны, чему способствует информация, поступающая из Международного научно-исследовательского института риса (IRRI) и других НИИ Юго-Восточной Азии. Однако следует отметить тот факт, что в проанализированных публикациях недостаточно исследована количественная оценка роли вредных организмов в формировании урожая культур. С целью регламентации химической борьбы использовались экономические

пороги борьбы (ЭПБ), то есть численность вредителей либо степень поражения растений, которые служат для сигнализации сроков проведения защитных мероприятий и определяют их кратность. Последняя на практике нередко превышала допустимую. Пестицидная нагрузка все увеличивалась, создавалась опасность быстрого загрязнения земель сельскохозяйственного назначения, что представляло серьезную угрозу здоровью населения.

Организационное и методологическое обеспечение темы научно-технического сотрудничества

Рассмотрены организационные моменты сотрудничества (в т.ч. подготовка кадров для СРВ), методические принципы проведения НИР по данной теме, методики определения вредности основных вредных объектов. В 1981–1987 гг. были осуществлены командирования вьетнамских специалистов в СССР и советских – во Вьетнам, в которых участвовали и авторы. Была проведена методологическая работа, совместные полевые исследования во Вьетнаме, камеральная обработка данных в ВИЗР и НИИЗР в Ханое. Материалы отчетов использованы при написании данного сообщения.

В ВИЗР к этому времени была разработана оригинальная методология оценки вредности вредителей, болезней и сорных растений в посевах, которая позволяет рассчитывать коэффициенты вредоспособности ($V_{\%}$) особи вида в % хозяйственных потерь как индивидуальные, так и комплексные – с учетом избирательности вредителями состояния посевов и взаимодействий всех видов комплекса. Используя $V_{\%}$, можно подсчитать ожидаемые потери с привлечением результатов фитосанитарного мониторинга конкретного поля региона, для которого определены $V_{\%}$. Данная методика усовершенствована для условий Севера и Юга Вьетнама и определена комплексная вредность для всего комплекса вредителей в целом на полях риса, сои и хлопчатника, а также каждого вредного вида. Разра-

ботанные рекомендации по защите посевов риса переданы производству.

Во Вьетнаме оценки вредности* комплексов вредных организмов не проводились. ВИЗР имел приоритет в области изучения и оценки вредности сельскохозяйственных вредителей, болезней и сорняков. Еще в начале 1930-х годов в ВИЗР А.А. Любищевым были разработаны фундаментальные теоретические и методические основы определения влияния вредных насекомых на зерновые культуры.

В 1960-е годы эти исследования были продолжены в лаборатории Т.Г. Григорьевой, позже – в лаборатории В.И. Танского. Практическим выходом исследований явились экономические пороги вредности ($ЭПВ_{5\%}$) основных вредных объектов, эквивалентные 5% потерь урожая [Танский, 1977]. Существенное развитие получили методические приемы определения показателей вредности с помощью статистических методов анализа полевых учетов на постоянных площадках размерностью агроэкоконсорциев – элементарных структурных единиц агробиоэкоценоза, формирующегося, как правило, на площади поля монокультуры, либо полевого севооборота [Зубков, 1971]. Вьетнамской стороне передано 8 таких разработок [Зубков, 1973, 1978, 1981, 1983, 1984; Танский, 1977; и др.], использованных при усовершенствовании ме-

тодики оценки потерь урожая от вредителей риса, сои и хлопчатника.

Проведена стажировка в СССР шести молодых специалистов НИИЗР и других учреждений Вьетнама. При НИИСХ Юга Вьетнама были организованы небольшие группы научных работников по полевым исследованиям вредоносности вредителей и болезней растений и разработки ЭПБ (вьетнамского аналога ЭПВ)*. Во время командирований проведено более 20 одно-трехдневных семинаров со специалистами НИИ и Управления защиты растений по проблеме оценки вредоспособности вредных объектов и разработки на их основе ЭПБ – регламентирующих критериев систем интегрированной защиты рас-

* Специальные термины. *Вредоносность* – мера отрицательного влияния вредного объекта на посев сельскохозяйственной культуры, выраженная в единицах урожайности. *Коэффициент вредоносности* (= *вредоспособность*) $V_{\%}$ – вредоносность в процентах от потенциального урожая (рассчитанного по фактическому урожаю плюс потери от вредных объектов) на единицу признака вредного объекта (особь, балл или процент поврежденных растений). Характеризует вредоспособность единицы вредоносного объекта индивидуально, либо в комплексе с другими вредными организмами.

ЭПБ – численность вредителя или степень повреждения растений, при которых целесообразно проведение защитного мероприятия с учетом $V_{\%}$, данных фитосанитарного обследования конкретного посева, затрат на защитные мероприятия и стоимости сохраненной продукции, поправки на обилие на поле полезных насекомых, безопасности инсектицида.

Вредоносность вредителей и болезней на рисе

На посевах риса зарегистрировано более трех десятков видов вредных насекомых и возбудителей болезней, основные рассмотрены ниже.

Стеблевая рисовая огневка *Scirpophaga incertulas* Distant. (= *Schoenobrius incertellus* Walker.). Гусеницы повреждают растения риса в течение почти всей вегетации – от зачатков стеблей в фазу кушения до цветущих метелок. Гусеницы огневки недоступны для визуального наблюдения, а сигнализация о сроках проведения защитных мероприятий от этого вредителя дается по степени повреждения посева и оказывается часто запоздалой. Кроме того, как показали исследования НИИЗР, компенсация повреждений стеблевой огневкой на уровне куста растений риса в фазу кушения значительная, в фазу цветения отсутствует. Эти обстоятельства сильно затрудняют разработку и использование на практике ЭПБ с этим вредителем. Была осуществлена более сложная, чем в отношении других вредных объектов, программа исследований. В полевых экспериментах выявлена функция плотности яйцекладок от численности бабочек стеблевой огневки, процента поврежденных стеблей риса – от числа обнаруженных на растениях яйцекладок вредителя.

Полученные данные позволили рассчитать номограмму вредоносности стеблевой рисовой огневки (рис.) и вредоносности огневки для наиболее распространенных сортов риса и разработать ЭПБ с учетом стоимости обработок посевов и прогноза нарастания обилия вредных объектов на Севере Вьетнаме (приложение). Эти оценки не противоречат литературным данным [Дуск, 1977; Фам Ван Лам, 1983; Triakhor et al., 1995].

Семинары проведены также в НИИ риса, Центре изучения хлопчатника, Университете Кантхо, Вьетнамо-советском центре селекции и семеноводства (г. Ханой), СХИ №1 и №4, ряде зональных и провинциальных станций защиты растений. В НИИЗР разработан, переведен на вьетнамский язык сокращенный вариант методики ВИЗР [Зубков, 1984] по оценке вредоносности вредителей и болезней риса на севере Вьетнама. Методологическая подготовка вьетнамских специалистов завершилась проведением научными учреждениями и зональными станциями Управления защиты растений 15 полевых опытов (5 из них в 1987 г.) по оценке роли комплекса вредителей на рисе, сое и хлопчатнике. Данные этих опытов обрабатывались на ЭВМ в ВИЗР и НИИЗР в Ханое.

На основе этих оценок были разработаны списки ЭПБ, которые прошли обсуждение в научных учреждениях и Управлении защиты растений. Краткий список 1985 года прошел также производственную проверку в 5 провинциях Северного Вьетнама, полный список в 1987 г. передан МСХ Вьетнама для регламентации применения химических средств борьбы с вредными организмами.

При расчете экономической эффективности использования ЭПБ применялась методика ВИЗР по оценке экономического эффекта в области защиты растений, переведенная и изданная на вьетнамском языке [Информация, 1973].

НИИЗР, Северная зональная станция
Управления защиты растений Вьетнама, ВИЗР

Коэффициенты вредоспособности $V_{\%}$ стеблевой огневки значительно колебались от поля к полю и составили в среднем по всем сортам при повреждении риса в фазу кушения 0.5% снижения урожайности на 1% поврежденных метелок.

Бурые цикадки *Nilaparvata lugens* Stal., *Sogatia furcifera* Harvath. Причиняют большие потери зерна риса при массовых размножениях. Даже на относительно устойчивых сортах ее вредоносность очень высокая (табл. 1).

Этот объект занимает первое место как вредитель риса во всей Юго-Восточной Азии, им занимается полтора десятка НИИ этого региона, включая НИИЗР Северного и НИИСХ и Институт риса Южного Вьетнама [Фам Ван Лам, 1983].

Средняя степень повреждения посева риса ($D_{\%}$) цикадками, выраженная в %, вычисляется путем деления суммы

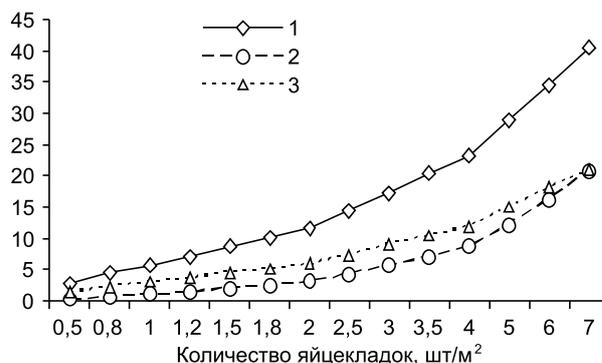


Рисунок. Номограмма вредоносности
стеблевой рисовой огневки, 2004

1- гибель стеблей в фазу кушения, 2- снижение урожая;
3- гибель метелок в фазу цветения и снижение урожая

Таблица 1. Зависимость интенсивности повреждения растений риса в фазу цветения от численности личинок бурой цикадки. Северный Вьетнам

Личинки, экз./куст	Балл	Описание балловой шкалы
75	0.5	Погибло первых листьев 50%
152	1	То же 100%
290	2	Погибли 1-е и 2-е листья
420	3	Погибли все листья
560	4	Погибли все листья и метелки

баллов повреждения каждого стебля в учетных кустах по 5-балльной шкале на общее количество стеблей в учете, включая и неповрежденные стебли.

Потери зерна риса от повреждения бурой цикадкой составили в фазу цветения риса 0.95% на 1% индекса D, в фазу молочной спелости – 0.75% снижения урожайности. При расчете ЭПБ для фазы кушения он снижен с учетом прогноза размножения вредителя в последующем поколении (приложение).

Малая рисовая листовертка (=листоветки-огневки) *Snaphalocrocis medinalis* Guenée. Наиболее распространенный вид бабочек, гусеницы которых повреждают и скручивают листья. По вредоспособности она уступает выше описанным видам, но в силу многочисленности часто имеет высокое отрицательное значение. Коэффициент ее вредоспособности $V_{\%}$ в годы исследования составил на сортах CR203, XI, VN10, НерНВ около 0.1% на 1% поврежденных листьев или 0.4% на 1% средней степени повреждения стеблей на поле. Использовалась следующая балльная шкала: балл 1 – скручено 1/3 листьев, балл 2 – 1/3 ÷ 2/3, балл 3 – свыше 2/3 всех листьев. Определена также зависимость степени повреждения риса от численности гусениц и бабочек, что дало возможность рассчитать ЭПБ и по этим признакам обилия (табл. 2).

Таблица 2. Коэффициент вредоспособности $V_{\%}$ и ЭПБ_{5%} листовертки на рисе сорта CR 203 Второй сезон. Ханой, 1984

Признаки вредителя	$V_{\%}$	ЭПБ
Число гусениц, экз./м ²	-0.13	38
Повреждено листьев, шт./куст	-0.03	4
Повреждено листьев, %	-0.32	15
Повреждена площадь листьев, %	-0.48	10

Хиспа *Hyspa armigera* Olivier. Четвертый массовый вредитель риса в ряде провинций Северного Вьетнама. Коэффициент вредоспособности его личинок, скелитирующих листья, несколько ниже ($V_{\%} = 0.66\%$), чем жуков ($V_{\%} = 0.8\%$ на 1% среднеполевой степени повреждения (D) листовой поверхности растений. Рассчитан ЭПБ с вредителем (приложение). По результатам Рао [1971] один % поврежденной листовой площади снижает урожай на 0.8–1.5%.

Листовая минирующая муха *Chlorops oryzae* Matsumura. Листовой минер. При невысокой численности на Севере Вьетнама вредоносность не доказана.

Большая часть оценок показателей вредоносности насекомых на посевах риса проведена для условий индивидуального их вреда, когда других вредных объектов на чеках не было отмечено, либо они присутствовали в

незначительном количестве. Поэтому часть показателей значения вредителей в формировании урожая риса завышена. В 1980 годах при разработке ЭПБ затраты на защиту растений составили в среднем около 4% от стоимости урожая, то есть во Вьетнаме использовался ЭПБ_{4%}.

На рисе было зарегистрировано 10 возбудителей болезней, вредоносность трех из них оценена экспериментально: пирикулярриоз риса *Piricularia oryzae* Br. et Cav. со средним поражением в весеннем сезоне 1 балл, гельминтоспориоз *Helminthosporium oryzae* Miyake et Hori – 7 баллов и «ожога» влагилица листа *Corticium sasakii* (Shirai) Mats. – 5 баллов.

Болезни выявлены повсеместно и проявляются одновременно. Принято оценивать потери от них от 30 до 60%. Чтобы уточнить их комплексную вредоносность в НИИ риса был проведен опыт на участке с различными вариантами защиты растений по методикам ВИЗР [1981, 1984]. На опытном участке вредили также минирующая муха (X_4) и рисовая листовертка (X_5) при невысокой степени повреждения растений. Оценка вредоносности объектов проведена с элиминированием избирательности растений вредителями (путем включения в уравнение признаков посева X_1 , избираемых объектами) и с учетом его взаимодействия с другими видами при совместном влиянии на растения.

Вредоносность комплекса вредных объектов выразилась уравнением:

$$U\% = 100 - 0.45x_1 - 0.50x_2 - 0.18x_3 - 0.17x_5,$$

где:

$U\%$ – ожидаемая урожайность риса в % от потенциальной, X_1 , X_2 и X_3 – значения распространенности (%) пирикулярриоза на листьях, гельминтоспориоза и ожога влагилица листа на стеблях риса, соответственно, и X_5 – поврежденности листьев листоверткой (%).

Общие потери урожая риса от болезней составили около 5%, от листовертки – 0.5%, от минирующей мухи – вред не проявился, сопутствующие признаки X_1 в уравнении не обозначены [Буй Ван Ик и др., 1987]. При этом наблюдалась тенденция снижения рассчитанных показателей потерь у вредных видов за счет «очищения» результатов от влияния сопутствующих факторов избирательности объектами растений, а также участия в уравнении признаков всего комплекса изучаемых объектов в формировании урожайности культуры.

Таким образом, примененная методика ВИЗР [Зубков, 1984] оценки вредоносности болезней риса с учетом габитуса растений оказалась наиболее эффективной при характеристике вреда от пирикулярриоза и гельминтоспориоза, которые в условиях опыта поражали – первый более, а второй менее мощные кусты риса. В диапазоне невысоких значений обилия большинства объектов рисового биоценокомплекса значительных взаимодействий между ними при определении урожайности не выявлено.

Полученные показатели вредоносности пирикулярриоза, гельминтоспориоза и ожога влагилица листа риса могут использоваться при расчетах экономических порогов вредоносности и экономических порогов борьбы (приложение).

В исследованиях приняли участие Нгуен Ван Хань, Нгуен Труонг Тхань, Тран Хуи Тхо, Динь Ван Тхань, Нгуен Тхи Вуонг, Ха Минь Чунг, Ву Тхи Хоу, Нгуен Ли, Чан Тхи Кук Хоа, Фам Ван Зонг, Чан Тхи Тхуан, С.Г.Иванов, А.Ф.Зубков

Вредоносность вредителей и болезней на сое

НИИЗР, Северный Вьетнамо-советский Центр по интродукции, селекции и семеноводству, ВИЗР

Оценка вредоносности насекомых на сое проведена в Северном Вьетнаме в семи полевых опытах с сортом ДТ74, где изучались способы химической защиты культуры от вредных объектов.

При вычислении коэффициентов вредоспособности $V_{\%}$ влияние вариантов опытов элиминировалось использованием матрицы внутригрупповых корреляций. Влияние

избирательности вредными объектами растений устранялась по признакам раннего их развития статистическим путем по методике ВИЗР [Зубков, 1984]. Кроме того, на двух полях проведена оценка комплексной вредоносности вредителей сои с учетом взаимодействия эффектов воздействия на растения со стороны всех видов комплекса (табл. 3).

Таблица 3. Коэффициенты вредоспособности $V_{\%}$ (на % признака) вредителей сои. Ханой, 1984–1985 гг.

Вредные объекты	Признак	Фаза развития сои	Средняя $V_{\%}$
Стеблевая муха <i>Melana gromysa</i> Sayca	Повреждено растений, %	5-й лист	.57
		Бутонизация	.27
		Цветение	.16
Листовертка <i>Lambrosema indicata</i> Fabr.	То же	5-й лист	.11
		Цветение	.15
Бобовая огневка <i>Etiella zinckenella</i> Treitschke	То же бобов	Налив	.58
Листовой минер <i>Phytomyza atricornis</i> Mg.	Повреждено растений, %	5-й лист	.22
		Цветение	.19*
Марука <i>Maruca testulalis</i> Geyer (1832)	Поражено растений, %	Цветение	.16
Ржавчина <i>Phakopsora pachyrhizi</i> Sydow		Цветение	.09
	Фузариоз	То же бобов	Налив
Налив			1.00

*Повреждено листьев, %. Опыт 1 – ВанДиен, 1984; опыт 2 – ХаБак, 1985; опыты 3–6 – Ван Диен, 1985; опыт 7 – НИИЗР, 1985 г. Сезон 1-й

Относительно невысокий размах колебаний коэффициента $V_{\%}$ по полям позволяет рассчитать среднее его значение для основных вредителей на данной культуре. Установлено, что на сое наибольшей вредоспособностью обладают бобовая огневка и стеблевые мухи: каждый % поврежденных личинками мух растений, и каждый % поврежденных гусеницами бобов снижает его массу более чем на 0.5% ($V_{\%} = 0.57\%$ и 0.58%). Вредоспособность соевой листовертки, листовой минирующей мухи, личинки маруки значительно меньшая – урожайности при 100% повреждении растений снижается на 11–22%.

Судя по коэффициентам $V_{\%}$ стеблевые мухи наиболее вредоносны в начале вегетации сои, при более поздних сроках учета поврежденности вредителем средний коэффициент снижается с 0.57 до 0.16%, поскольку к фазе цветения сои личинками стеблевых мух заселяются не центральные стебли, а верхушечные и боковые ветви. Соответственно увеличивается ЭПБ (при затратах на защиту растений 4% стоимости урожая) – в фазу 5 листа он равен 3.5%, в конце цветения – 25%, в целом принят в 6% поврежденных растений (приложение).

В исследовании участвовали Н.Д.Тряхов, А.Г.Ляховкин, Ле Ван Тхует, Ха Минь Чунг, Нгуен Тхи Ли, Чан Динь Лонг, Хоанг Минь Там, Лыонг Минь Хой, Фам Ван Лам, Ле Минь Тхи.

Вредоносность вредителей на хлопчатнике

Центр по изучению хлопчатника Ня Хо, ВИЗР

Показатели вредоносности вредителей на хлопчатнике определялись по материалам двух опытов, в которых изучались приемы химической защиты растений. Расчеты велись, как и на сое, по методике ВИЗР [Методика..., 1984]. Коэффициенты вредоспособности $V_{\%}$, свободные от влияния пестицидов и, отчасти, избирательности вредными видами растений при заселении, получены для гусениц листогрызущих совков, хлопковой совки и коробочного

По болезням растений сои получено значительно меньше оценок вредоносности. Вредоносность ржавчины сои *Phakopsora pachyrhizi* Sydow возрастает к фазе созревания сои до $V_{\%} = 0.29\%$ снижения урожайности на 1% развития болезни. При поражении 27.6, 75 и 100% растений сорта ДТ-74 урожайность составила 11.4, 6.26 и 1.76 ц/га. Появляется в фазу бутонизации-цветения. Развитие ржавчины зависит от сроков сева сои [Тряхов и др., 1989]. Фузариоз характеризуется 100% вредоносностью при поражении бобов. Пероноспороз имеет коэффициент вредоносности, близкий в среднем с таковым у ржавчины ($V_{\%} = 0.30\%$).

Недоборы урожая бобов сои на экспериментальных участках, несмотря на защиту растений пестицидами (кроме контрольных делянок), были высоки: от вредителей 9–15%, от болезней – 8–25% от потенциальной (без вредных объектов) урожайности культуры при слабой и средней степени повреждения и поражения растений вредителями и возбудителями болезней. На производственных посевах потери еще выше, что свидетельствует о большом резерве увеличения урожайности сои за счет защиты растений. ЭПБ приведены в приложении.

червя; у двух последних объектов близки между собой ($V_{\%} = 0.7 \div 0.8\%$ на гусеницу/м²). Листогрызущие совки менее вредоспособны, их $V_{\%}$ в 4 раза ниже (табл. 4).

Информационные возможности примененной методики полевых учетов на постоянных площадках-агроценоконсорциях иллюстрирует следующий анализ корреляционных связей между численностью хлопковой совки в учетах. Произошла смена знака связи: между ближайши-

Таблица 4. Коэффициенты вредоспособности (В%) вредителей на хлопчатнике (сорта Тхуан и Хай). Центр по изучению хлопчатника Ня Хо, 1983

Вредные объекты	Единица обилия	Среднее обилие	Фаза растений	В%
Хлопковая совка <i>Helicoverpa armigera</i> (Hubner, 1808) (= <i>Heliothis armigera</i>)	Гусеницы/м ²	0.2	Образование плодов	0.8
Коробочный червь <i>Earias</i> sp.	Яйца/м ²	0.1	Бутонизация	0.7
Листогрызущие совки <i>Spodoptera</i> sp.	Гусеницы/м ²	4.4	Образование плодов	0.2

ми учета вредителя корреляция положительная, между отдаленными – отрицательная (табл. 5).

Это обстоятельство может быть следствием конкуренции за корм или местообитание подрастающих гусениц, либо свидетельством наличия отношений каннибализма у гусениц хлопковой совки на опытном поле. У листогрызущих совков такой корреляционной зависимости в опыте не обнаружено. Каннибализм в популяции хлопковой совки – хорошо известный факт, и выявленная тенденция его проявления в нашем опыте подчеркивает высокие информационные возможности примененной с целью оценки

В исследованиях принимали участие Нгуен Тхо, Данг Нгок Куанг, Ле Тхань Хаой, Данг Тхи Бинь, А.Ф.Зубков

Заключение по НИР

Основной итог сотрудничества ВИЗР СССР и НИИЗР Вьетнама в 1981–1987 гг. – методологическая обеспеченность проведения НИР по теме «Оценка вредоносности главных вредителей зерновых, овощных культур и хлопчатника Вьетнама» и подготовка кадров. Это достигнуто путем стажировки вьетнамских специалистов в ВИЗР, проведения многочисленных семинаров и консультаций во Вьетнаме и передачи соответствующей методической литературы, совместного планирования полевых исследований и совместного обсуждения полученных оценок вредоносности вредных видов.

Полученные в 1984–1985 гг. результаты оценки вредо-

Благодарности. Авторы отмечают четкую организацию Проекта сотрудничества с Российской и Вьетнамской стороны на уровне Управления внешних связей МСХ СССР и Управления защиты растений СРВ (и лично Буй Ван Ик), дирекциям НИИ и Станций защиты растений. Авторы благодарят всех научных сотрудников и лаборантов – участников полевых опытов, а также многочисленных семинаров по обмену опытом по теме сотрудничества, и скорбят о безвременном ушедших из жизни И.С.Урунове (Узбекский ИЗР), И.В.Тимохине, А.А.Сафарове, а также проф. энтомологии Е.С.Сугоняеве (ЗИН), проводившем во Вьетнаме в 1990 годах исследования по фауне вредителей и мерам защиты от них посевов риса.

По итогам работы ответственный исполнитель А.Ф.Зубков награжден в 1985 медалью СРВ «Дружба».

Таблица 5. Изменение корреляционной связи между результатами учетов численности гусениц хлопковой совки в полевом опыте, Ня Хо, 1983

Учеты	2	3	4	8	9
1	0.183	.317	.268	-.392	-.396
2		.589	.126	.080	-.114
3			.098	-.056	-.172
4				.167	-.218
5				.072	.156
6				.158	-.257
7				-.054	-.440

комплексной вредоносности методики сбора материала на постоянных учетных площадках.

На хлопчатнике отмечено высокое прямое влияние пестицидов на урожайность хлопка-сырца. Так, сохраненный урожай на делянках с обработкой растений инсектицидами против хлопковой совки превосходит вредоносность погибших гусениц в 7 раз. Это обстоятельство заставляет при разработке ЭПБ делать значительные поправки, используя данные по общему влиянию на урожай защитных мероприятий. В *приложении* приведены ЭПБ с вредными видами на хлопчатнике без учета прямого влияния пестицидов на растения.

носности 12 наиболее вредоносных на рисе и сое патогенов и фитофагов позволили разработать на биоценологическом уровне первый во Вьетнаме список ЭПБ, который рекомендован для 7 провинций Северного Вьетнама. Второй список по итогам работы в 1984–1987 гг., включающий и культуру хлопчатника, предложен как элемент разработки технологий интегрированной защиты посевов в последующие годы в соответствии с принятыми планами НТС в 1990 и 1995 годах, что позволяет продолжать научно-техническое сотрудничество между ВИЗР и научными учреждениями Вьетнама в области защиты растений на биоценологическом уровне.

Приложение



**СПИСОК ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОРОГОВ БОРЬБЫ (ЭПБ)
С ВРЕДИТЕЛЯМИ И БОЛЕЗНЯМИ РИСА И СОИ
НА СЕВЕРЕ ВЬЕТНАМА**

Вредный объект	Фаза растения	ЭПБ
Бурая пикалка на рисе	Кущение	5 пикал/куст
	Цветение	22 пикал/куст; 5.3% индекса поврежд.
	Мол. спелость	26 пикал/куст; 6.6% индекса поврежд.
Рисовая стеблевая огневка	Кущение	2 бабочки/м ² ; 1.2 яйцекладки/м ²
	Конец трубк.	0.3 " ; 0.2 " "
	Нач. цветения	0.8 " ; 0.5 " "
Малая рисовая листовертка	Кущение	12% поврежденных (погибших) стеблей
	Конец трубк.	2% " " "
	Нач. цветения	4% " " метелок
Листопад киспа	1-й сезон	3 бабочки/м ² ; 24 гусеницы/м ²
	2-й сезон	5 " ; 24 " "
	1 и 2-й сезон	12% поврежденных листьев
Пирikuляриоз риса	Кущение-труб.	10 личинок/куст; 8% повр. лист. площ.
Ожог влагалища листа риса	Кущение	5% пораженной листовой площади (инд.)
	Цветение	3% пораженных метелок
Стеблевые мухи на сое	Трубк.-цвет.	15% пораженных стеблей; 9% пораженн. листовой площади (индекс разви.)
	До фазы конца цветения	6% поврежденных растений
Соевая листовертка	" "	25% поврежденных растений
Листоная минирующая муха	" "	20% поврежденных листьев
Бобовая огневка	Налив зерна	6% поврежденных бобов
Ржавчина сои	" "	10% пораженной листовой площади (инд.)
Фузариоз сои	" "	3% пораженных бобов

Временные ЭПБ с вредителями и болезнями хлопчатника на юге СРВ

Листогрызущие совки	Плодообр.	12 гусениц/м ²
Хлопковая совка	" "	4 яйца/м ²
Комоз хлопчатника	Бутониз.	8% индекса развития (пораж. площадь)
	Плодообр.	15% " " "

Ответственный исполнитель
от НИИЗР СРВ Нгуен Ван Хань

Ответственный исполнитель
от ВИЗР СССР А.Ф.Зубков

Chronicle

Plant Protection News, 2015, 2(84), p. 58 – 64

**RUSSIAN-VIETNAMESE COOPERATION ON MAJOR PEST AND DISEASE HARMFULNESS
ASSESSMENT ON MAIN CROPS IN VIETNAM IN 1980-1990**

A.F. Zubkov¹, Nguyen van Han², N.D. Tryakhov³, Nguyen Tho⁴, C.G. Ivanov¹

¹All-Russian Institute of Plant Protection, St Petersburg

²Research Institute of Plant Protection, Hanoi, Vietnam

³Eurasian Economic Commission, Moscow, Russia

⁴Cotton Research Center, Nha Ho, Vietnam

The All-Union Research Institute of Plant Protection (VIZR, Leningrad) and the Vietnamese Research Institute of Plant Protection (Hanoi) conducted joint researches on a subject "Studying harmfulness of main pests of rice, soya and cotton in Vietnam" within the scientific and technical cooperation of member countries of the Council for Mutual Economic Assistance in 1981–1986. There were many Vietnamese experts training in VIZR and Russian experts holding numerous seminars and

consultations in Vietnam during the first years of the Project implementation. The economic thresholds of harmfulness (ETH) of Vietnamese pests were developed to 1985 for the first time and recommended for 7 provinces of the North Vietnam. The paper offers a revised ETH list as an element of IPM technology.

Keywords: pest; rice; soya; cotton; harmfulness; harming ability; field plot; multidimensional analysis; economic threshold.

Библиографический список (References)

- Буй Ван Ик, Ха Минь Чунг, Зубков А.Ф. Оценка вредоносности болезней риса с учетом избирательности растений патогенами / Буй Ван Ик, Ха Минь Чунг, А.Ф. Зубков // Экологические аспекты вредоносности болезней зерновых культур. ВИЗР, 1987. С. 58–63.
- Методика ВИЗР по оценке экономического эффекта в области защиты растений (на вьетнамском языке) // Информация, 1973, N 7.
- Методика оценки вредоносности организмов в условиях полевых опытов по современным технологиям. Унифицированный подход /А.Ф.Зубков, ВИЗР, Л.; 1984, 37 с.
- Методика оценки комплексной вредоносности организмов на зерновых культурах /А.Ф.Зубков. ВИЗР, Л.; 1983. 44 с.
- Методические указания по разработке экономических порогов вредоносности насекомых /Сост. В.И.Танский. ВИЗР, Л., 1977. 16 с.
- Методические указания по сбору полевой биологической информации с целью оценки вредоносности комплекса вредных организмов. / Сост. А.Ф.Зубков. ВИЗР, Л.; 1978. 18 с.
- Методические указания по оценке агробиоценотических связей с помощью путевого регрессионного анализа /Сост. А.Ф.Зубков. ВИЗР, Л., 1973. 44 с.
- Методические указания по оценке вредоносности комплекса вредных организмов при помощи путевого регрессионного анализа / Сост. А.Ф.Зубков. ВИЗР, Л.; 1981. 32 с.
- Тряхов Н.Д., Скрипка О.В., Ха Минь Чунг и др. Ржавчина сои во Вьетнаме / Н.Д. Тряхов, О.В. Скрипка, Ха Минь Чунг и др. // Защита растений. 1989. N 6. С. 63.
- Фам Ван Лам. Видовой состав стеблевых вредителей риса в провинции Тьен-Зянг / Фам Ван Лам // Вестник защиты растений. 1983. N . С. 10–14. /на вьетнамском языке/.
- Dyck V.A. Economic thresholds in rice. Paper presented at a Short Course on integrated pest control for irrigated rice in South and Southeast Asia, October 16 – November 18, 1978, Philippines, 18 p.
- Prakasa Rao, P.S.P. Israel, Rao Y.S. Epidemiology and control of the rice hispa *Diuraphis armigera* Olivier. *Oryza*, 1971. 8(2). P. 45–360.
- Tryakhov N.D. Lyakhopkin A.Q., Zubkov A.F., Le Van Thuyet et al. Danh Oia Thot Hal Cua Sau Va Benh Dau Tucng Trong Thi Nghiom Phong Tru Hoa Hoc. *Thong Tin. Bao Ve Thuc*, 1995, Vat, 3, N 106–110.

Translation of Russian References

- Buoy Van Ik, Ha Min Chongg, Zubkov A.F. Assessment of harmfulness of rice diseases taking into account selectivity of plant pathogens. In: *Ekologicheskie aspekty vredonosnosti boleznei zernovykh kul'tur*. VIZR. 1987. P. 58–63.
- Fam Van Lahm. Species structure of rice stem pests in the province Tyen-Zyng. *Vestnik zashchity rastenii*. 1983. N1. P. 10–14. (In Vietnamese).
- Tanskii V.I. Methodical instructions on development of economic thresholds of harmfulness of insects. VIZR. Leningrad, 1977. 16 p.
- Tryakhov N.D., Skripka O.V., Ha Min Chongg. Soya rust in Vietnam. *Zashchita rastenii*. 1989. N 6. P. 63.
- VIZR technique assessing economic effect in field of plant protection. Information. 1973. N 7 (in Vietnamese).
- Zubkov A.F. Methodical instructions on assessment harmfulness of complex of pest organisms by means of the traveling regression analysis. VIZR. Leningrad, 1981. 32 p.
- Zubkov A.F. Methodical instructions on assessment the agrobiocenotic relations with the help of traveling regression analysis. VIZR. Leningrad, 1973. 44 p.
- Zubkov A.F. Methodical instructions on collecting field biocenologic information for the purpose of assessment of harmfulness of complex of pest organisms. VIZR. Leningrad, 1978. 18 p.
- Zubkov A.F. Technique of assessment of complex harmfulness of organisms on grain crops. VIZR, Leningrad, 1983. 44 p.
- Zubkov A.F. Technique of assessment of harmfulness of organisms in conditions of field experiments on modern technologies., VIZR. Leningrad, 1984. 37 p.

Сведения об авторах

Всероссийский НИИ защиты растений, шоссе Подбельского, 3, 196608 Санкт-Петербург-Пушкин, Российская Федерация

*Зубков Аркадий Федорович. доктор биологических наук, профессор, e-mail: kovzub@mail.ru

Нгуен Ван Хань. кандидат биологических наук

Тряхов Николай Дмитриевич. кандидат сельскохозяйственных наук

Нгуен Тхо. кандидат биологических наук,

Иванов Сергей Георгиевич. кандидат сельскохозяйственных наук

* Ответственный за переписку

Information about the authors

All-Russian Institute of Plant Protection, Podbelskogo shosse, 3, 196608, St Petersburg-Pushkin, Russian Federation

*Zubkov Arkadii Fedorovich. Leading Researcher, DSc in Biology, e-mail: vizrspb@mail333.com

Nguyen van Han. Researcher, PhD in Agriculture

Tryakhov Nikolai Dmitrievich. Chief Expert, PhD in Agriculture

Nguyen Tho. Researcher, PhD in Agriculture

Ivanov Sergei Georgievich. Leading Researcher, PhD in Agriculture

* Responsible for correspondence

Индекс 36189

Научное издание.

Подписано к печати 13.05.2015