

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

ISSN 1727-1320 (Print),
ISSN 2308-6459 (Online)

В Е С Т Н И К ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

PLANT PROTECTION NEWS

1(99) – 2019

Санкт-Петербург – Пушкин
2019

ВЕСТНИК ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

Научно-теоретический рецензируемый журнал

Основан в 1939 г.

Издание возобновлено в 1999 г.

Включен в базу данных РИНЦ

Учредитель Всероссийский научно-исследовательский институт 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, Ю.С. Токарев

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Афанасенко О.С., дбн, академик РАН, ВИЗР

Белоусов И.А., кбн, ВИЗР

Белякова Н.А., кбн, ВИЗР

Вилкова Н.А., дбн, ВИЗР

Власенко Н.Г., дсxn, академик РАН,
СибНИИЗиХ СФНЦА РАН

Власов Д.Ю., дбн, СПбГУ

Ганнибал Ф.Б., кбн, ВИЗР

Гончаров Н.Р., ксxn, ВИЗР

Гричанов И.Я., дбн, ВИЗР

Дзянь Синьфу, профессор, КНР

Долженко В.И., дсxn, академик РАН, ВИЗР

Егоров Е.А., дэн, академик РАН, СКФНЦСиВ

Захаренко В.А., дсxn, академик РАН, МНИИСХ

Иващенко В.Г., дбн, ВИЗР

Каракотов С.Д., дхн, академик РАН,
ЗАО “Щелково Агрохим”

Лаврищев А.В., дсxn, СПбГАУ

Лаптиеv А.Б., дбн, ООО “ИЦЗР”

Левитин М.М., дбн, академик РАН, ВИЗР

Лунева Н.Н., кбн, ВИЗР

Лысов А.К., ктн, ВИЗР

Надыкта В.Д., дтн, академик РАН, ВНИИБЗР

Новикова И.И., дбн, ВИЗР

Павлюшин В.А., дбн, академик РАН, ВИЗР

Радченко Е.Е., дбн, ВИР

Савченко И.В., дбн, академик РАН, ВИЛАР

Санин С.С., дбн, академик РАН, ВНИИФ

Сидельников Н.И., дсxn, член-корреспондент
РАН, ВИЛАР

Синев С.Ю., дбн, ЗИН

Скрябин К.Г., дбн, академик РАН, Федеральный
исследовательский центр “Фундаментальные
основы биотехнологии” РАН

Сорока С.В., ксxn, Белоруссия

Сухорученко Г.И., дсxn, ВИЗР

Т. Ули-Маттила, профессор, Финляндия

Токарев Ю.С., дбн, ВИЗР

Упадышев М.Т., дбн, член-корреспондент РАН,
ВСТИСП

Фролов А.Н., дбн, ВИЗР

Хлесткина Е.К., дбн, ВИР

Шамшев И.В., кбн, ЗИН.

Шпанев А.М., дбн, АФИ

Редакция

И.Я. Гричанов (зав. редакцией), С.Г. Удалов, В.К. Моисеева

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

Email: vestnik@vizr.spb.ru

<http://vestnik.vizrspb.ru>

© Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений (ВИЗР)

СОДЕРЖАНИЕ

Изменчивость обыкновенной злаковой тли по вирулентности и агрессивности под влиянием растения-хозяина Е.Е. Радченко, М.А. Чумаков, Т.Л. Кузнецова, Е.В. Малиновская	5
Первое обнаружение гриба <i>Fusarium globosum</i> в микобиоте зерновых культур на территории Урала и Сибири Т.Ю. Гагкаева, О.П. Гаврилова, А.С. Орина	10
Влияние конидий и метаболитов энтомопатогенного гриба <i>Lecanicillium muscarium</i> на хищного клеща <i>Amblyseius swirskii</i> и кормового клеща <i>Carpoglyphus lactis</i> Г.В. Митина, Л.П. Красавина, О.В. Трапезникова	18
Характеристика географически отдаленных популяций <i>Pyrenophora tritici-repentis</i> по вирулентности и генам токсинообразования <i>ToxA</i> и <i>ToxB</i> Н.В. Мироненко, Н.М. Коваленко, О.А. Баранова	24
Применение регуляторов роста, фунгицидов, гербицидов и их композиций при возделывании льна М.Б. Алибеков, О.А. Савоськина, Н.А. Кудрявцев, Л.А. Зайцева	30
Идентификация гена устойчивости риса к пирикулярриозу <i>Pi-ta</i> в коллекционных образцах и дальневосточных сортах риса методом молекулярного маркирования М.В. Илюшко, М.В. Ромашова, П.В. Фисенко, Т.В. Суницкая, С.С. Гученко, В.Н. Лемявская	36
Видовой состав фитопатогенных микромицетов плодовых древесных культур семейства <i>Rosaceae</i> в Калининградской области Н.И. Варвашеня, Т.А. Васильева	40
<u>Краткие сообщения</u>	
Ареал и зоны вредоносности крушинной тли <i>Aphis nasturtii</i> (Homoptera, Aphididae) М.Н. Берим, М.И. Саулич	44
Полевая оценка эффективности применения нового десиканта Молоток, ВР в Ленинградской области С.И. Редюк	48
<u>Хроника</u>	
Татьяна Григорьевна Григорьева и ее вклад в становление и развитие агробиоценологических исследований в защите растений О.Г. Гусева	52
IV Всероссийский съезд по защите растений с международным участием «Фитосанитарные технологии в обеспечении независимости и конкурентоспособности АПК России» будет проходить в г. Санкт-Петербурге с 9 по 11 сентября 2019 г.	55
ВИЗР сегодня	58
Светлой памяти М.А. Булыгинской	59
Правила для авторов	60

CONTENT

Virulence and aggressiveness variability of greenbug under the influence of host plant E.E. Radchenko, M.A. Chumakov, T.L. Kuznetsova, E.V. Malinovskaya	5
First detection of <i>Fusarium globosum</i> in small grain cereals on Ural and Siberian territory T.Yu. Gagkaeva, O.P. Gavrilova, A.S. Orina	10
Effect of conidia and metabolites of the entomopathogenic fungus <i>Lecanicillium muscariium</i> on the predatory mite <i>Amblyseius swirskii</i> and its feed mite <i>Carpoglyphus lactis</i> G.V. Mitina, L.P. Krasavina, O.V. Trapeznikova	18
Characteristics of the geographically distant populations of <i>Pyrenophora tritici-repentis</i> in terms of virulence and <i>ToxA</i> and <i>ToxB</i> toxin-forming genes N.V. Mironenko, N.M. Kovalenko, O.A. Baranova	24
The use of growth regulators, fungicides, herbicides and their mixtures in the cultivation of flax M.B. Alibekov, O.A. Savoskina, N.A. Kudryavtsev, L.A. Zaitseva	30
Identification of the <i>Pi-ta</i> resistance gene in rice collection specimens and Far Eastern rice varieties by molecular marking M.V. Ilyushko, M.V. Romashova, P.V. Fisenko, T.V. Sunitskaya, S.S. Guchenko, V.N. Lelyavskaya	36
Species composition of phytopathogenic micromycetes of tree crops on <i>Rosaceae</i> in the Kaliningrad Region N.I. Varvashenya, T.A. Vasilyeva	40
<u>Short Communications</u>	
The distribution and zones of harmfulness of buckthorn aphid <i>Aphis nasturtii</i> (Homoptera, Aphidida) M.N. Berim, M.I. Saulich	44
Field evaluation of efficacy of novel dessicant Molotok, VR in Leningrad Region S.I. Redyuk	48
<u>Chronicle</u>	
Tatyana Grigoryeva and her contribution into the formation and development of agrobiocoenology research in plant protection O.G. Guseva	52
IV All-Russian Congress on plant protection with international participation “Phytopathological technologies in providing the independence and competitiveness of the agro industrial complex of Russia” will be held in Saint Petersburg from 9 to 11 September 2019	55
All-Russian Institute of Plant Protection today	58
In memory of M.A. Bulyginskaya	59
Guides for Authors	60

ИЗМЕНЧИВОСТЬ ОБЫКНОВЕННОЙ ЗЛАКОВОЙ ТЛИ ПО ВИРУЛЕНТНОСТИ И АГРЕССИВНОСТИ ПОД ВЛИЯНИЕМ РАСТЕНИЯ-ХОЗЯИНА

Е.Е. Радченко*, М.А. Чумаков, Т.Л. Кузнецова, Е.В. Малиновская

Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений
имени Н.И. Вавилова, Санкт-Петербург

* corresponding author, e-mail: eugene_radchenko@rambler.ru

Изучали закономерности отбора обыкновенной злаковой тли *Schizaphis graminum* Rondani по агрессивности и вирулентности под влиянием генотипов растений. Показана возможность радикального изменения генетической структуры популяций насекомого в период вегетации хозяина. Выявлена сезонная изменчивость краснодарской популяции тли по частотам фенотипов вирулентности к главным генам устойчивости растений. В природных популяциях обыкновенной злаковой тли наблюдали отбор фенотипов вирулентности насекомого, обусловленный слабо экспрессирующейся устойчивостью растения-хозяина. Установлено, что частоты вирулентных к образцам ячменя клонов тли изменяются в период питания на другом хозяине. Выявлено достоверное влияние слабо проявляющейся устойчивости растения-хозяина на плодовитость *S. graminum*. При размножении на восприимчивых генотипах более конкурентоспособны клоны фитофага с широким спектром вирулентности. Репродукция на относительно устойчивых формах может приводить к снижению частот генов вирулентности к главным генам устойчивости хозяина в популяции насекомого. При репродукции на растениях с различным уровнем устойчивости наблюдается изменение неспецифической агрессивности обыкновенной злаковой тли. В совместимых комбинациях фитофаг – растение-хозяин обычно отмечается повышение неспецифической агрессивности *S. graminum*.

Ключевые слова: злаковые растения, *Schizaphis graminum*, популяция, вирулентность, агрессивность, отбор

Поступила в редакцию: 08.02.2019

Принята к печати: 27.02.2019

Введение

Обыкновенная злаковая тля *Schizaphis graminum* Rondani питается на культивируемых и диких злаках в южных регионах России. Наиболее значительный ущерб насекомое обычно причиняет сорго. Фитофаг зимует на озимых и дикорастущих злаках, весной и в начале лета вредит на зерновых колосовых и овсе, а в июне массово мигрирует на всходы сорго.

Для обыкновенной злаковой тли характерно дифференциальное взаимодействие с генотипами растений-хозяев. Неоднородность популяций насекомого на территории бывшего СССР впервые выявили при изучении устойчивости двух образцов сорго к ставропольской и узбекской популяциям. Была показана относительная изоляция популяций *S. graminum* из европейской части России и Азии (Узбекистан, Казахстан) (Radchenko, 1994). В результате многолетнего (1994–2010 гг.) мониторинга краснодарской (Кубанская опытная станция ВИР – КОС ВИР, Гулькевичский район) популяции *S. graminum* выявили высокую изменчивость насекомого по вирулентности к шести

образцам сорго, несущим различные гены устойчивости – как общую, так и сезонную. Ежегодно идентифицировали 22–36 фенотипов вирулентности тли. Установлено также, что под воздействием абиотических факторов может меняться относительная конкурентоспособность клонов насекомого и, следовательно, изменение условий среды приводит к дифференциальному отбору в популяциях *S. graminum*. Наблюдали отбор из популяции генотипов *S. graminum*, специфически приспособленных к виду растения-хозяина. При размножении на ячмене преимущество в конкуренции имели особи, не обладающие “лишними” генами вирулентности к сорго (Radchenko et al., 2012).

Цель исследований – изучить динамику совместимости *S. graminum* с растениями-хозяевами в природных условиях, а также исследовать закономерности отбора насекомого по вирулентности и агрессивности под влиянием генотипов растений в лабораторных экспериментах после длительного размножения фитофага на различающихся по устойчивости генотипах растений.

Материалы и методы

Анализировали изменчивость краснодарской (КОС ВИР) популяции *S. graminum*. Тлю собирали в июне 2013 г. (начало заселения посевов фитофагом) и в августе на восприимчивом образце СЛВ-2, а также на сорте Ефремовское белое, который характеризуется умеренной устойчивостью к насекомому. Для сбора и транспортировки насекомых использовали компактные садки-контейнеры.

В лабораторных условиях собранные субпопуляции клонировали. Для получения клонов тлей в лабораторных условиях на смоченную водой вату, помещенную в половинки чашек Петри, раскладывали по несколько проросших семян пшеницы сорта Ленинградская 97. Через 3–5 дней на всходы в каждой чашке Петри подсаживали одну самку, а затем изолировали с помощью стеклянных садков,

верхняя часть которых была затянута мельничным газом. Садки с клонами тли размещали на светоустановках, оборудованных люминесцентными лампами.

Оценивали поврежденность образцов Сарваши (гены устойчивости *Sgr1* + *Sgr2*), Shallu (*Sgr3*), Deeg (*Sgr4*), Соргоградское (*Sgr5*), Дурра белая (*Sgr5* + *Sgr6*), Сарбам (*Sgr12*) (Radchenko, Zubov, 2007). Всходы заселяли тлями одного клона и при гибели контроля (Низкорослое 81) определяли поврежденность по шкале от 0 (нет повреждений) до 10 (Радченко, 2008). Полиморфизм субпопуляций оценивали по частотам фенотипов, которые идентифицировали с помощью упомянутых образцов. Образцы разделили на две группы со строгим порядком внутри групп: Deeg – Сарваши – Сарбам и Shallu – Соргоградское – Дурра белая. В каждой группе в случае авирулентности клона тли образцу присваивали значение 0. В случае вирулентности (восприимчивости сорго) первому образцу присваивали значение 1, второму – 2, третьему – 4. Фенотип вирулентности клона тли обозначали числом из двух цифр, каждая из которых являлась суммой реакций устойчивости (восприимчивости) дифференциаторов. Для оценки изменчивости и сравнения субпопуляций тли пользовались критериями Л.А. Животовского (1982). Внутрипопуляционное разнообразие оценивали с помощью критерия μ (среднее число фенотипов в популяции) по формуле: $\mu = (\sqrt{p_1} + \sqrt{p_2} + \dots + \sqrt{p_m})^2$, где p_1, p_2, \dots, p_m – выборочные значения частот фенотипов, m – число фенотипов. Наряду со средним числом фенотипов определяли показатель h – долю редких фенотипов: $h = 1 - \mu/m$. Если μ дает оценку степени разнообразия популяции, то показатель h оценивает структуру этого разнообразия. При сравнении популяций использовали критерий сходства g : $r = \sqrt{p_1q_1} + \sqrt{p_2q_2} + \dots + \sqrt{p_mq_m}$, где p_i и q_i – частоты фенотипов в сравниваемых выборках. Значимость различий популяций по частотам общих фенотипов оценивали по критерию идентичности I : $I = \frac{8N_1N_2}{N_1 + N_2} (1 - r - \frac{p^0 + q^0}{4})$, где p^0 – сумма частот фенотипов 1-й выборки, не представленных во 2-й выборке; q^0 – сумма частот фенотипов 2-й выборки, которые отсутствуют в 1-й.

Изучили изменчивость тли и по вирулентности к образцам ячменя. Оценивали поврежденность устойчивых к ряду идентифицированных в США биотипов насекомого сортов Post, Wintermalt и Herb, а также выделенных нами

образцов к-16190, к-15600 из Китая и к-28129 из КНДР (Radchenko et al., 2014). Использовали такой же подход, как и при работе с сорго. Образцы распределили в две группы в следующем порядке: Post – Herb – Wintermalt и к-16190 – к-28129 – к-15600.

Сравнили изменение частот четырех фенотипов вирулентности фитофага (00, 11, 67, 73) в искусственных популяциях, сформировавшихся после длительного размножения тли на образцах сорго Низкорослое 81 (неустойчивый контроль) и Ефремовское белое. В природной популяции частота фенотипа 73 высока, остальные встречаются намного реже. Опытные образцы выращивали в оранжерее под изоляторами до фазы кушения, заселяли одновозрастными самками с разными фенотипами вирулентности в соотношении 1:1:1:1 и через 2 месяца рендомизированно отбирали по 64 самки. После размножения отобранных клонов оценивали устойчивость к ним упомянутых выше шести образцов-дифференциаторов сорго.

Изучали влияние предшествующего питания *S. graminum* на плодовитость самок. Для этого 3 клона тли размножали в течение 2-х месяцев на образцах сорго Низкорослое 81 (неустойчивый), Ефремовское белое, Кубанское красное 1677 (сорта со слабо экспрессирующейся устойчивостью), Дурра белая (имеет гены устойчивости *Sgr5* и *Sgr6*). После этого по 12 одновозрастных личинок каждого клона рассаживали индивидуально на растения опытных образцов сорго, отмечали дату начала живорождения и на пятый день после начала репродукции определяли плодовитость тли. В опытах использовали клоны с фенотипами вирулентности к образцам сорго 73, 67 и 00.

В следующем опыте сравнили плодовитость 4-х клонов обыкновенной злаковой тли (фенотипы вирулентности к образцам сорго 00, 51, 73, 77), питавшихся в течение двух месяцев образцами сорго Низкорослое 81 (неустойчив), Shallu (имеет ген устойчивости *Sgr3*) и Дурра белая (*Sgr5* + *Sgr6*), на неустойчивых сортах зерновых культур. Низкорослое 81 восприимчив ко всем клонам тли, Shallu слабо повреждается тлей с фенотипом вирулентности 00, Дурра белая восприимчив лишь к тле с фенотипом 77. В опытах использовали сорта пшеницы (Ленинградская 97), ячменя (Белогорский) и сорго (Низкорослое 81). В контрольном варианте тля непрерывно размножалась на сорте Ленинградская 97.

Результаты

Поврежденность образцов Дурра белая и Deeg авирулентными клонами не превышала 2-х баллов. Широкое варьирование характерно для сортов Сарваши, Сарбам (1–4 балла) и Соргоградское (2–4 балла); поврежденность Shallu авирулентными клонами составляла преимущественно 3 балла. Вирулентные клоны во всех случаях обуславливали поврежденность растений 8–10 баллов. Частоты вирулентных к изучаемым образцам клонов тли существенно различалась. Так, если сорт Shallu сильно повреждали 146 клонов из 180 изученных, то лишь 35 клонов были вирулентны к образцу Дурра белая.

Выявили 31 фенотип вирулентности тли, доминировал фенотип 73 (табл. 1). В двух субпопуляциях высока доля редких фенотипов вирулентности к образцам сорго, остальные субпопуляции более выровнены по частотам фенотипов. Согласно критерию идентичности существенно различались субпопуляции, собранные на разных генотипах сорго в один и тот же день; значительно различались и субпопуляции, собранные на одном и том же хозяине в разное время (табл. 2).

Изучили изменчивость тли по вирулентности к образцам ячменя, т.е. культуры, которая в июне уже созревает и

Таблица 1. Фенотипическое разнообразие краснодарской популяции *Schizaphis graminum* по вирулентности к образцам сорго и ячменя

Сбор (образец, дата)	Изучено клонов	Число фенотипов вирулентности	Доминирующий фенотип	Частота доминирующего фенотипа	Среднее число фенотипов	Доля редких фенотипов
Фенотипы вирулентности к образцам сорго						
Ефремовское белое, 21.06	50	19	73	0.26	16.21 ± 0.95	0.15 ± 0.05
Ефремовское белое, 02.08	42	11	73	0.43	8.17 ± 0.74	0.26 ± 0.07
СЛВ-2, 21.06	50	19	73	0.36	14.08 ± 1.18	0.26 ± 0.06
СЛВ-2, 02.08	38	4	73	0.50	3.28 ± 0.25	0.18 ± 0.06
Фенотипы вирулентности к образцам ячменя						
Ефремовское белое, 21.06	50	15	60	0.32	12.32 ± 0.81	0.18 ± 0.05
Ефремовское белое, 02.08	42	10	60	0.33	8.40 ± 0.57	0.16 ± 0.06
СЛВ-2, 21.06	50	14	60	0.24	11.89 ± 0.71	0.15 ± 0.05
СЛВ-2, 02.08	38	9	60	0.47	9.81 ± 0.76	0.11 ± 0.07

Таблица 2. Критерии сходства (г) и идентичности (I) для субпопуляций *S. graminum*, собранных на двух образцах сорго

Сравниваемые субпопуляции тли	Степень сходства			
	по генам вирулентности к образцам сорго		по генам вирулентности к образцам ячменя	
	г	I	г	I
Ефремовское белое, 21.06 – 02.08	0.64	37.62*	0.81	21.73
СЛВ-2, 21.06 – 02.08	0.77	22.66	0.81	19.86
Ефремовское белое, 21.06 – СЛВ-2, 21.06	0.63	49.82**	0.75	35.0**
Ефремовское белое, 02.08 – СЛВ-2, 02.08	0.81	17.01	0.73	26.49*

*P < 0.05; **P < 0.01.

не является хозяином фитофага в период сбора насекомых. Выявили 19 фенотипов вирулентности *S. graminum*. Доминировал вирулентный к двум сортам селекции США фенотип 60. Значимо различались субпопуляции, собранные на разных генотипах сорго в один и тот же день (табл. 2).

Необходимо отметить также, что в течение сезона заметно уменьшилось фенотипическое разнообразие популяции тли по вирулентности к обеим изучавшимся культурам.

Сравнили изменение частот фенотипов вирулентности фитофага 00, 11, 67, 73 в искусственных популяциях, сформировавшихся после длительного размножения тли на образцах сорго Низкорослое 81 и Ефремовское белое. Наиболее конкурентоспособным оказался клон с фенотипом вирулентности 73, наименее – 11 (табл. 3). Частоты фенотипов вирулентности в обоих случаях очень близки, критерий сходства высок (г = 0.94), тем не менее, согласно

критерию идентичности, популяции достоверно различаются по частотам общих фенотипов вирулентности (I = 9.38, P < 0.05).

Оценили влияние предшествующего питания *S. graminum* на плодовитость самок. После длительного размножения трех клонов тли на образцах сорго Низкорослое 81 (неустойчивый), Ефремовское белое, Кубанское красное 1677 (сорта со слабоэкспрессирующейся устойчивостью), Дурра белая (имеет гены устойчивости *Sgr5* и *Sgr6*) определили плодовитость тли на пятый день после начала репродукции. Клоны с фенотипами вирулентности 73 и 67 при непрерывном питании на линии Низкорослое 81 оказались менее плодовиты по сравнению с длительно питавшимися сортом Ефремовское белое. Для клона с фенотипом 00 неблагоприятными хозяевами оказались Ефремовское белое и Кубанское красное 1677. Дурра

Таблица 3. Характеристика по вирулентности модельных популяций *S. graminum*, сформировавшихся на образцах сорго

Образец, на котором сформирована популяция	Изучено клонов тли	Частота фенотипа вирулентности, %				Среднее число фенотипов
		00	11	67	73	
Низкорослое 81	64	20.3	9.4	12.5	57.8	3.50 ± 0.16
Ефремовское белое	64	20.3	6.3	10.9	62.5	3.32 ± 0.19

Таблица 4. Плодовитость клонов *S. graminum* после длительного размножения на образцах сорго

Клон с фенотипом вирулентности	Плодовитость тли на образцах сорго за 5 дней репродукции			
	Ефремовское белое	Кубанское красное 1677	Низкорослое 81	Дурра белая
00	7.67 ± 1.16 в	10.08 ± 0.58 б	12.00 ± 0.96 а	0.92 ± 0.31 г
73	9.08 ± 0.83 а	9.33 ± 1.13 аб	6.75 ± 0.48 б	1.00 ± 0.25 в
67	9.58 ± 0.88 а	9.50 ± 1.00 аб	6.75 ± 1.40 б	2.47 ± 0.34 г

Примечание. Различия между вариантами, обозначенными разными буквами по горизонтали, существенны по многогранговому критерию Дункана (P < 0.01).

белая была неблагоприятным хозяином для всех клонов (табл. 4).

При пересадке на другого хозяина выявили достоверное ($P < 0.05$, $P < 0.01$) влияние предшественника на плодовитость фитофага в 46 случаях из 48-ми анализировавшихся. Исключение составили клон с фенотипом 00 при пересадке его на сорт Ефремовское белое с остальных трех образцов сорго и клон с фенотипом вирулентности 73 – при пересадке на Кубанское красное 1677.

Сравнили плодовитость на неустойчивых сортах зерновых культур четырех клонов обыкновенной злаковой тли, питавшихся в течение двух месяцев образцами сорго Низкорослое 81 (неустойчив ко всем клонам тли), Shallu (имеет ген устойчивости *Sgr3*, слабо повреждается тлей с фенотипом вирулентности 00), Дурра белая (*Sgr5* + *Sgr6*,

восприимчив лишь к тле с фенотипом 77). В опытах использовали сорта пшеницы (Ленинградская 97), ячменя (Белогорский) и сорго (Низкорослое 81). В контрольном варианте тля непрерывно размножалась на сорте Ленинградская 97.

На образце Дурра белая все особи с фенотипом вирулентности 00 погибли. После длительного питания на образцах сорго отмечено повышение совместимости с образцом Низкорослое 81 в семи случаях, в четырех вариантах плодовитость сохранилась на прежнем уровне (табл. 5). Заметно увеличилась плодовитость на Ленинградской 97 тлей фенотипа 77, к которому восприимчивы все образцы сорго, тогда как для насекомых с фенотипом вирулентности 51 изменения не выявлены. На ячмене отмечено как повышение, так и снижение совместимости насекомых.

Таблица 5. Плодовитость клонов тли с разными фенотипами вирулентности после размножения в течение 2-х месяцев на экспериментальных образцах

Образец, сформировавший субпопуляцию	Клон с фенотипом вирулентности	Плодовитость тли за 5 дней репродукции на:		
		пшеница Ленинградская 97	ячмень Белогорский	сорго Низкорослое 81
Сорго Низкорослое 81	00	14.85 г*	12.04 г	8.29 д
	51	12.33 бв	12.40 г	5.88 б
	73	13.27 бв	13.50 гд	5.21 а
	77	14.09 вг	13.82 д	6.25 бв
Сорго Shallu	00	14.00 вг	12.84 гд	5.91 б
	51	13.63 бв	9.21 б	6.25 бв
	73	12.76 бв	7.64 а	5.91 б
	77	13.74 бв	10.77 в	8.41 д
Сорго Дурра белая	51	12.00 б	12.69 гд	6.60 в
	73	16.59 д	11.33 вг	7.60 г
	77	14.63 г	15.07 е	8.70 д
	00	14.82 г	15.88 е	6.12 бв
Пшеница Ленинградская 97	51	11.20 б	9.78 бв	5.74 аб
	73	14.00 г	11.96 вг	5.22 а
	77	9.50 а	13.89 гд	4.88 а

*Различия между вариантами, обозначенными одинаковыми буквами по вертикали, несущественны по многогранговому критерию Дункана ($P < 0.05$).

Обсуждение

Как и ранее (Radchenko et al., 2012), результаты тестирования собранных в одном пункте клонов *S. graminum* показали высокую общую и сезонную вариабельность насекомого по вирулентности к *Sgr*-генам устойчивости сорго. Кроме того, в течение одного сезона развития популяции тли удалось выявить существенное влияние на изменчивость фитофага слабоэкспрессирующихся генов устойчивости растений: на образцах СЛВ 2 и Ефремовское белое формировались разные популяции тли. В период питания на сорго популяция *S. graminum* лабильна и по вирулентности к образцам ячменя. При этом отбор клонов на образцах СЛВ 2 и Ефремовское белое также проходил дифференцированно.

Образцы, на которых собирали тлю, не имеют *Sgr*-генов сортов-дифференциаторов сорго. Тем не менее, наблюдали повышение частот фенотипов вирулентности к этим генам, наиболее отчетливо выраженное при питании фитофага на восприимчивом сорте СЛВ-2 (рисунок).

Многочисленные исследования о влиянии генов вирулентности на приспособленность фитопатогенов привели к противоречивым результатам: избыточная (не требующаяся для поражения коммерческих сортов) вирулентность либо снижает конкурентоспособность, либо нейтральна, либо ее повышает (Левитин, 1986; Дьяков, 1998). В наших опытах комплементарные генам устойчивости сортов-дифференциаторов “лишние” гены вирулентности насекомого повышали конкурентоспособность фитофага на сорго.

В лабораторных опытах показано, что причина доминирования в поле тли с фенотипом вирулентности 73 – высокая конкурентоспособность клонов насекомого, которые в модельных популяциях быстро вытесняли насекомых с другими фенотипами. При этом так же, как и в природе, на восприимчивом образце сорго и сорте со слабо проявляющейся устойчивостью формировались разные популяции тли.

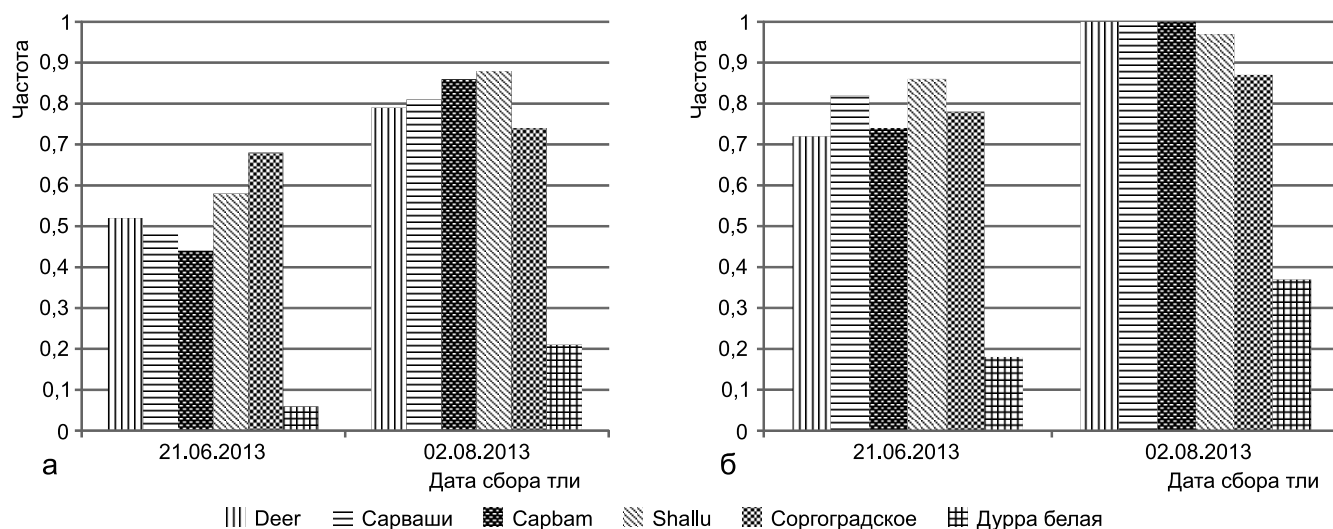


Рисунок. Динамика частот клонов *Schizaphis graminum*, вирулентных к устойчивым образцам сорго, на образцах Ефремовское белое (а) и СЛВ-2 (б)

Выявлено достоверное влияние слабоэкспрессирующей устойчивости растения-хозяина на плодовитость *S. graminum*. В этих экспериментах удалось также выявить, что слабоэкспрессирующиеся гены устойчивости имеют не только образцы Ефремовское белое и Кубанское красное 16772, но и линия Низкорослое 81: клоны с фенотипами вирулентности 73 и 67 при непрерывном питании на ней оказались менее плодовиты по сравнению с длительно питавшимися сортом Ефремовское белое (табл. 4).

Наши эксперименты показали, что, кроме нарастания частоты вирулентных клонов тли, зависящего от

отношений главных генов устойчивости и вирулентности, может нарастать также частота клонов, наиболее совместимых с ранее устойчивым сортом за счет лучшего соответствия партнеров по малым генам устойчивости – вирулентности. Более того, при длительной репродукции на генотипах растений с различным уровнем устойчивости может наблюдаться изменение неспецифической агрессивности обыкновенной злаковой тли. В совместимых комбинациях взаимодействия фитофаг – растение-хозяин обычно наблюдается повышение неспецифической агрессивности *S. graminum*.

Работа выполнена в рамках государственного задания ВИР (бюджетный проект № 0662-2019-0006).

Библиографический список (References)

- Дьяков ЮТ (1998) Популяционная биология фитопатогенных грибов. М.: Муравей. 382 с.
- Животовский ЛА (1982) Показатели популяционной изменчивости по полиморфным признакам. В кн.: Фенетика популяций. М.: Наука. 38–44.
- Левитин ММ (1986) Генетические основы изменчивости фитопатогенных грибов. Л.: Агропромиздат. 208 с.
- Радченко ЕЕ (2008) Злаковые тли. В кн.: Радченко ЕЕ (ред) Изучение генетических ресурсов зерновых культур по устойчивости к вредным организмам. Методическое пособие. М.: Россельхозакадемия. 214–257.
- Radchenko EE (1994) Genetics of aphid resistance of grain cultures and breeding problems. *Rus J Genet* 30(10): 1191–1196.

- Radchenko EE, Kuznetsova TL, Zveinek IA, Kovaleva ON (2014) Greenbug resistance in barley accessions from East and South Asia. *Rus Agric Sci* 40 (2): 117–120. <http://doi.org/10.3103/S1068367414020177>
- Radchenko EE, Kuznetsova TL, Zubov AA (2012) Long-term seasonal polymorphism of the Krasnodar greenbug population for virulence to sorghum varieties carrying different resistance genes. *Rus J Ecol* 43(3): 204–209. <http://doi.org/10.1134/S1067413612030137>
- Radchenko EE, Zubov AA (2007) Genetic diversity of sorghum in greenbug resistance. *Rus Agric Sci* 33(4): 223–225. <http://doi.org/10.3103/S1068367407040039>

Translation of Russian References

- Dyakov YuT (1998) *Populyatsionnaya biologiya fitopatogennykh gribov* [Population biology of phytopathogenic fungi]. Moscow: Muravei, 382 p. (In Russian)
- Levitin MM (1986) *Geneticheskiye osnovy izmenchivosti fitopatogennykh gribov* [Genetic grounds of plant pathogenic fungi variability]. Leningrad: Agropromizdat, 208 p. (In Russian)
- Radchenko EE (2008) *Zlakovye tli* [Cereal aphids]. In: Radchenko EE (ed) *Izucheniye geneticheskikh*

- resursov zernovykh kultur po ustoychivosti k vrednym organizmam* [The study of the genetic resources of cereal crops for resistance to harmful organisms]. Moscow: Rosselkhozakademii. 214–257 (In Russian)
- Zhivotovskiy LA (1982) *Pokazateli populyatsionnoy izmenchivosti fitopatogennykh gribov* [Indices of population variation in polymorphic characters]. In: *Fenetika populyatsiy* [Phenetics of Populations]. Moscow: Nauka. 38–44 (In Russian)

VIRULENCE AND AGGRESSIVENESS VARIABILITY OF GREENBUG UNDER THE INFLUENCE OF HOST PLANT

E.E. Radchenko*, M.A. Chumakov, T.L. Kuznetsova, E.V. Malinovskaya

Federal Research Center the N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources, St. Petersburg, Russia

* corresponding author, e-mail: eugene_radchenko@rambler.ru

Patterns of the greenbug (*Schizaphis graminum* Rondani) selection for aggressiveness and virulence were investigated as influenced by the plant genotypes. The possibility of radical changes in the insect population genetic structure during the host plant vegetation period was revealed. Seasonal differences of Krasnodar aphid population in the frequencies of virulence to the major plant resistance genes have been demonstrated. In the natural populations of greenbug the selection of insect virulence phenotypes was observed which was conditioned by the weakly expressed resistance of host plant. Our study showed that the frequencies of the aphid clones virulent to barley samples change during feeding on another host plant. Significant influence of weakly expressed resistance of host plant on *S. graminum* fecundity was found. Phytophage clones with wider virulence spectrum were more competitive while reproducing on the susceptible genotypes. Reproduction of the insect population on the relatively resistant forms may result in decreasing frequency of genes responsible for the virulence to major resistance genes of the host. The change of the nonspecific aggressiveness of greenbug was observed during its reproduction on the plants with different resistance level. The increase of nonspecific aggressiveness of *S. graminum* was routinely observed in compatible phytophage – plant host combinations.

Key words: cereals, *Schizaphis graminum*, populations, virulence, aggressiveness, selection

Received: 08.02.2019

Accepted: 27.02.2019

OECD+WoS: 1.06+RQ

[http://doi.org/10.31993/2308-6459-2019-1\(99\)-10-18](http://doi.org/10.31993/2308-6459-2019-1(99)-10-18)

Полнотекстовая статья

ПЕРВОЕ ОБНАРУЖЕНИЕ ГРИБА *FUSARIUM GLOBOSUM* В МИКОБИОТЕ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР НА ТЕРРИТОРИИ УРАЛА И СИБИРИ

Т.Ю. Гагкаева*, О.П. Гаврилова, А.С. Орина

Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург

* ответственный за переписку, e-mail: t.gagkaeva@mail.ru

Вид *Fusarium globosum* выявлен в результате изучения микобиоты образцов зерна мягкой и твердой пшеницы и ячменя, полученных из Новосибирской и Челябинской областей, а также Алтайского края в 2017–2018 годах. Это первое обнаружение гриба *F. globosum* на территории России и четвёртая находка в мире. Этот вид является представителем филогенетически близких грибов комплекса *Fusarium fujikuroi*, которые характеризуются способностью образовывать фумонизины – группу опасных микотоксинов, обладающих канцерогенными свойствами. В статье приведены описания микро- и макроморфологических характеристик российских штаммов *F. globosum*. Морфологическая идентификация была подтверждена с помощью секвенирования таксономически значимого участка гена фактора элонгации 1α. Проанализированы скорость роста в широком температурном диапазоне и патогенность штаммов *F. globosum* в сравнении с филогенетически близкими видами *Fusarium proliferatum* и *Fusarium verticillioides*. Не выявлены существенные различия между видами по температурному оптимуму роста (между 20 и 25°C), при этом диапазон благоприятных температур для *F. proliferatum* и *F. verticillioides* значительно шире, чем для *F. globosum*. Патогенность штаммов всех трёх видов, охарактеризованная на листьях двух сортов пшеницы, была слабой, без различий между видами. По всей видимости, ареал *F. globosum* занимает территорию как минимум от Урала до Западной Сибири. В связи с изменениями условий среды и глобализацией растениеводства этот вид может потенциально распространяться на значительные территории.

Ключевые слова: пшеница, ячмень, *Fusarium globosum*, первое обнаружение, Урал, Сибирь, Россия

Поступила в редакцию: 07.02.2019

Принята к печати: 06.03.2019

Введение

Изучение видового разнообразия грибов рода *Fusarium* Link в той или иной экосистеме имеет не только большой научный интерес, но и практическую значимость.

Поскольку речь идёт о грибах, наносящих значительный экономический ущерб в сельском хозяйстве, ценность

знания об их ареалах, таксономическом статусе и биологических особенностях несомненна.

Грибы рода *Fusarium* – это группа чрезвычайно разнообразных организмов, в которой на сегодняшний день описано более 250 видов (O'Donnell et al., 2015). Виды рода *Fusarium* характеризуются различной экологической валентностью: некоторые широко распространены по всему миру, другие являются эндемичными и выявлены только в узколокальных местообитаниях. Многие фузариевые грибы являются активными биодеструкторами, продуцентами биологически активных и лекарственных веществ (Goyal et al., 2016). Некоторые виды рода *Fusarium* являются опасными патогенами, вызывая вредоносные болезни растений в период вегетации и оказывая негативное влияние на посевные качества семян. Кроме того, некоторые фузариевые грибы в процессе жизнедеятельности выделяют высокотоксичные вторичные метаболиты – микотоксины, в результате чего субстрат, в котором они присутствуют, может становиться непригодным для использования для пищевых и кормовых целей.

Наиболее вредоносным заболеванием вызываемым этими грибами является фузариоз зерна. В микобиоте зерна встречаются десятки видов *Fusarium*, характеризующихся широким диапазоном свойств: от эндофитов до патогенов, продуцирующих как биологически активные вещества, защищающие растения, так и микотоксины, опасные для живых организмов. Разнообразие и частота встречаемости различных видов в значительной степени зависят от эколого-климатических особенностей региона и меняются при изменении факторов среды.

Знания о видовом составе грибов *Fusarium* в микобиоте зерна необходимы для прогнозирования ущерба и планирования мероприятий по его предотвращению. Анализ зараженности зерна и идентификация представителей микобиоты постоянно проводится во всём мире. Такой обширный мониторинг видового состава грибов на зерновых культурах позволяет обобщить информацию на глобальном уровне, выявляя границы ареалов грибов и обуславливающие их факторы.

Изучением состава патогенов зерна в нашей стране в региональном аспекте занимались многие исследователи (Левитин и др., 1994; Иващенко и др., 1997, 2000, 2004; Кононенко и др., 1999; Малиновская и др., 2004; Пирязева, Малиновская, 2009; Гаврилова и др., 2009; Гагкаева и др., 2014).

В 2004 году опубликована сводная информация о распространении видов грибов рода *Fusarium* в основных зерносеющих регионах России, в том числе, представленная в виде карт (Иващенко, Шипилова, 2004). Показаны ареалы и частота встречаемости видов грибов в партиях зерна, обозначены эпифитотийно опасные зоны возникновения фузариоза. Позднее карты распространения заболеваний растений фузариозной этиологии на территории России были созданы и опубликованы в рамках проекта “Агроэкологический атлас России и сопредельных стран: экономически значимые растения, их болезни, вредители и сорные растения” (Афонин и др., 2008). Однако эта работа была проведена без детализации видового состава грибов. Кроме того, ряд наблюдений свидетельствуют о том, что происходящие в последние годы изменения климата

приводят к изменению видового состава грибов, характерных для того или иного региона (Chakraborty, Newton, 2011; Roos et al., 2011; Левитин, 2015).

Оценка существующего разнообразия грибов рода *Fusarium* сталкивается со сложностью дифференциации видового состава. Знание современной морфологической концепции конкретных видов грибов и их точная идентификация имеют важное значение для выявления структуры микоценозов, отслеживания происходящих в них изменений во времени и пространстве. Изучение грибов *Fusarium* (видового состава, метаболитного спектра) и их изменчивости – важнейшая задача. Однако ограниченность и нестабильность морфологических признаков грибов *Fusarium*, использование устаревших названий видов и осуществление идентификации, основанной на субъективном восприятии концепции вида, часто приводят к появлению публикаций с некорректной информацией.

К одним из самых трудно идентифицируемых видов относятся грибы, составляющие комплекс *Fusarium fujikuroi* (*Fusarium fujikuroi* species complex; FFSC). Представители видов FFSC являются объектом пристального внимания многих исследователей. Прежде всего, это связано с их широкой встречаемостью в природе, обитанием на экономически важных сельскохозяйственных культурах, способностью к образованию биологически активных веществ и микотоксинов. Безусловно, наиболее вредоносными из FFSC являются виды *F. verticillioides* (Sacc.) Nirenberg, типичный представитель микобиоты кукурузы, и *F. proliferatum* (Matsush.) Nirenberg ex Gerlach et Nirenberg, выявляемый на широком круге растений. Также филогенетически близкий вид *F. fujikuroi* Nirenberg, часто встречающийся на рисе, хорошо известен как продуцент значительного количества фитогормона гиббереллина, вызывающего симптомы удлинения ростков – «баканэ» или болезнь «дурных побегов» на рисе (Leslie, 1995). К сожалению, многие российские исследователи традиционно, следуя таксономической системе В.И. Билай (1955), идентифицируют всё разнообразие существующих морфологически сходных видов FFSC как *F. moniliforme* Sheld. – концепция которого давно устарела и не отвечает генетическому разнообразию грибов, объединенных в этот комплекс. Или же, не задумываясь, используют конкретное видовое название «*F. verticillioides*» как синоним для всех видов FFSC.

Проблема точной видовой идентификации грибов стоит остро, невзирая на постоянное совершенствование методов исследований и использование современного оборудования. В последние годы в таксономию грибов активно внедряются методы, основанные на анализе полиморфизма ДНК (Stakheev et al., 2018; Yli-Mattila et al., 2008, 2018). Возможности молекулярно-генетических методов для корректной идентификации грибов позволяют на новом уровне решать различные исследовательские задачи в процессе познания биологического разнообразия и его изменения во времени.

Целью данной публикации является информация о новом на территории России виде гриба *Fusarium globosum* Rheeder, Marasas & P.E. Nelson, выявленном в результате исследований образцов зерна из Уральского и Западно-Сибирского регионов России.

Материалы и методы

За 2017–2018 годы было проанализировано 224 образца зерна пшеницы и ячменя из различных регионов России, в том числе 103 образца из Уральского региона и Западной Сибири. Образцы зерна были любезно предоставлены сотрудниками региональных НИИ, филиалов ФГБУ «Россельхозцентра», производителей и дистрибьюторов пестицидов, зерновых компаний.

Микологический анализ зерна проводился по методике, традиционно принятой в лаборатории микологии и фитопатологии ФГБНУ ВИЗР (Гагкаева и др., 2011). Обязательным элементом этого анализа является тщательная поверхностная стерилизация зерна для исключения роста случайных контаминантов, а также добавление антибиотиков в питательную среду для подавления роста бактерий.

Таксономический статус грибов *Fusarium* выявляли с использованием базового определителя В. Герлах и Г. Ниренберг (Gerlach, Nirenberg, 1982), а также последующих научных публикаций, ссылки на которые будут приведены далее в тексте.

Микро- и макроморфологические характеристики штаммов оценивали при выращивании грибов на питательных средах различного состава: картофельно-сахарозный агар (КСА), морковный агар (МА) и среда Ниренберг (SNA) (Samson et al., 2002). Штаммы выращивали в условиях темноты и переменного освещения (16 часов день и 8 часов ночь) при температуре 25 °С. Микроскопические характеристики моноспоровых культур были исследованы и зафиксированы с помощью микроскопа Olympus SZX16.

Все выделенные штаммы *F. globosum* сохранены в коллекции микроорганизмов лаборатории микологии и фитопатологии ФГБНУ ВИЗР.

Видовой статус штаммов *F. globosum* был подтвержден с помощью секвенирования участка гена фактора элонгации 1 α с использованием праймеров TEF-1 α /TEF-2 α (O'Donnell et al. 1998). Нуклеотидную последовательность фрагментов определяли на секвенаторе ABIPrism 3500 (Applied Biosystems – Hitachi) с использованием набора реактивов BigDye Terminator v3.1 Cycle Sequencing Kit (ABI) согласно инструкции изготовителя. Процедуры выравнивания и ручного редактирования нуклеотидных последовательностей проводили с помощью программы Vector NTI Advance 10 (Thermo Fisher Scientific). Полученные сиквенсы были отредактированы в приложении

BioEdit и проверены на сходство с депонированными в международной информационной базе данных NCBI.

Для сравнительного изучения патогенных свойств и определения оптимальных температур роста грибов из коллекции лаборатории микологии и фитопатологии ФГБНУ ВИЗР были взяты штаммы близкородственных к *F. globosum* видов *F. verticillioides* (2 штамма), *F. proliferatum* (6 штаммов).

Патогенные свойства грибов оценивали в лабораторных условиях путем инокуляции отрезков листьев двух сортов озимой пшеницы Безостая 100 и Васса. Растения пшеницы выращивали в течение 10–14 суток в горшках с почвой при постоянном освещении. Отрезки листьев длиной 5–7 см помещали в металлические кюветы на фильтровальную бумагу, увлажненную водным раствором 0.004%-ного бензимидазола, в центре каждого отрезка листа делали прокол. Инокуляцию десяти отрезков листьев проводили с помощью дисков (\varnothing 5 мм), которые вырезали из 14-суточной культуры гриба, выращенной на КСА в чашках Петри. Кюветы с инокулированными листьями пшеницы помещали на светоустановку с переменным освещением 16 часов день и 8 часов ночь при температуре 25 °С. Через 6 суток после инокуляции оценивали длину некроза (мм) каждого отрезка листьев. Эксперимент проводили двукратно.

Температурный оптимум для роста штаммов оценивали по накоплению биомассы при глубинном культивировании. Инокулюм получали смывом конидий с поверхности колоний грибов, предварительно выращенных 7–14 суток на КСА, и доводили до концентрации 5×10^6 КОЕ/мл. В 100 мл жидкой питательной среды Чапека, содержащей 1% аспарагина, вносили 1 мл суспензии конидий. Культуры грибов инкубировали в течение 7 суток в термостатируемых орбитальных шейкерах Innova 44R (Eppendorf) при температурах 10, 15, 20, 25, 30, 35 и 40 °С и постоянном перемешивании со скоростью 100 об/мин. Отделение биомассы грибов от культуральной жидкости проводили методом вакуум-фильтрации. Фильтры с мицелием сушили при температуре 55 °С и взвешивали. Эксперимент проводили двукратно, в двух биологических повторностях.

Статистическую обработку результатов проводили с использованием программ MS Excel 2010.

Результаты

В 2017 году в зерне ячменя сорта Квенч из Новосибирской области, а в 2018 году в зерне пшеницы из Алтайского края (мягкая пшеница, сорт Алтайская жница) и Челябинской области (твердая пшеница, сорт Безенчукская золотистая) был выявлен новый вид гриба *Fusarium* для территории России – *F. globosum*. Зараженность этим видом составила 1% в стандартных анализированных пробах, содержащих по 100 зерен каждого образца. Биологические повторения инфицированных образцов подтвердили указанную частоту его выявления.

Для штаммов *F. globosum*, как и для всех видов FFSC, характерно образование воздушного мицелия обильно-плотного, нежно-хлопьевидного, войлочного (Рис. 1). Часто поверхность мицелия *F. globosum* имеет припорошенный вид из-за наличия большого количества

микроконидий, образующихся в цепочках и головках. Изначально мицелий кремового, бледно-телесного цвета, позднее приобретает фиолетово-лиловые оттенки. Как и все виды FFSC гриб *F. globosum* никогда не образует отчетливый розово-красный пигмент. Реверс колоний, как правило, темно-фиолетовых, лиловых, винных или кремовых оттенков. Пигментация гриба на питательных средах существенно зависит от освещенности – в темноте окраска реверса колоний слабее. Штаммы *F. globosum*, выращенные на КСА в условиях темноты, характеризуются слабыми лиловыми оттенками, которые становятся насыщенными при культивировании в условиях постоянного и переменного освещения. При росте на МА штаммы образуют обильный плотно-пушистый мицелий желтоватого оттенка вследствие роста на ярко оранжевой среде,

содержащей каротины моркови. Реверс колонии также желтоватый с лиловыми оттенками.

Виды комплекса FFSC образуют сходные по форме и размерам макроконидии (3–5 перегородок, в среднем 40–60 мкм) и, как правило, не образуют типичных хламидоспор. Микроконидии *F. globosum* в подавляющем

числе одноклеточные, образуются на монофиалидах и хорошо выраженных полифиалидах в коротких цепочках или в фальшивых головках, булавовидные, эллипсоидальные, грушевидные (3–12×2–4 мкм) (Рис. 2). Кроме того, штаммы *F. globosum* также обильно образуют второй тип микроконидий – шаровидные микроконидии (10–15 мкм),

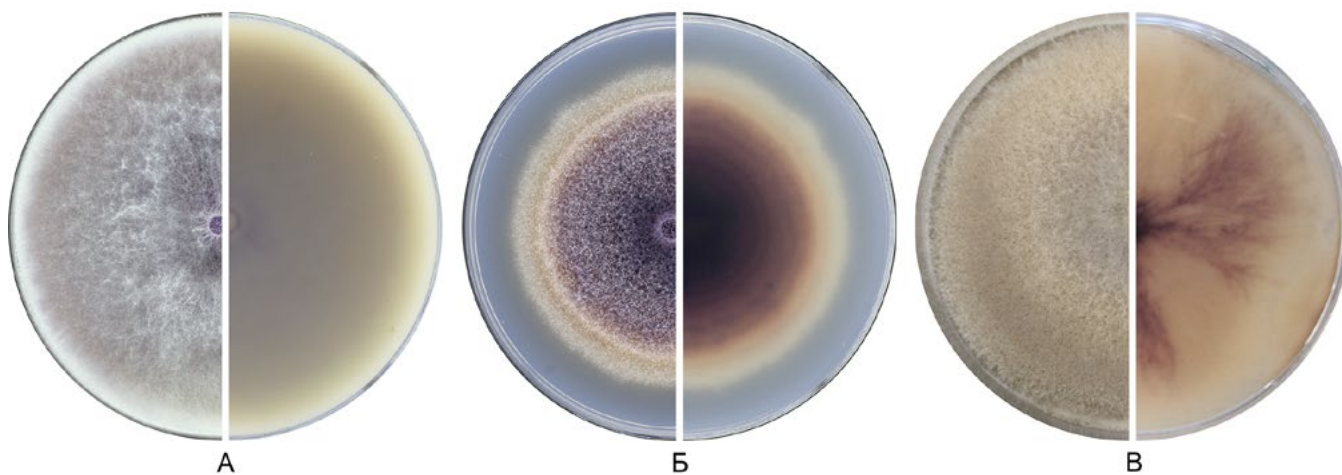


Рисунок 1. *Fusarium globosum* на КСА в темноте (А) и при освещении в режиме 16 день/8 ночь (Б), на морковном агаре при постоянном освещении (В), после двух недель роста при 25 °С

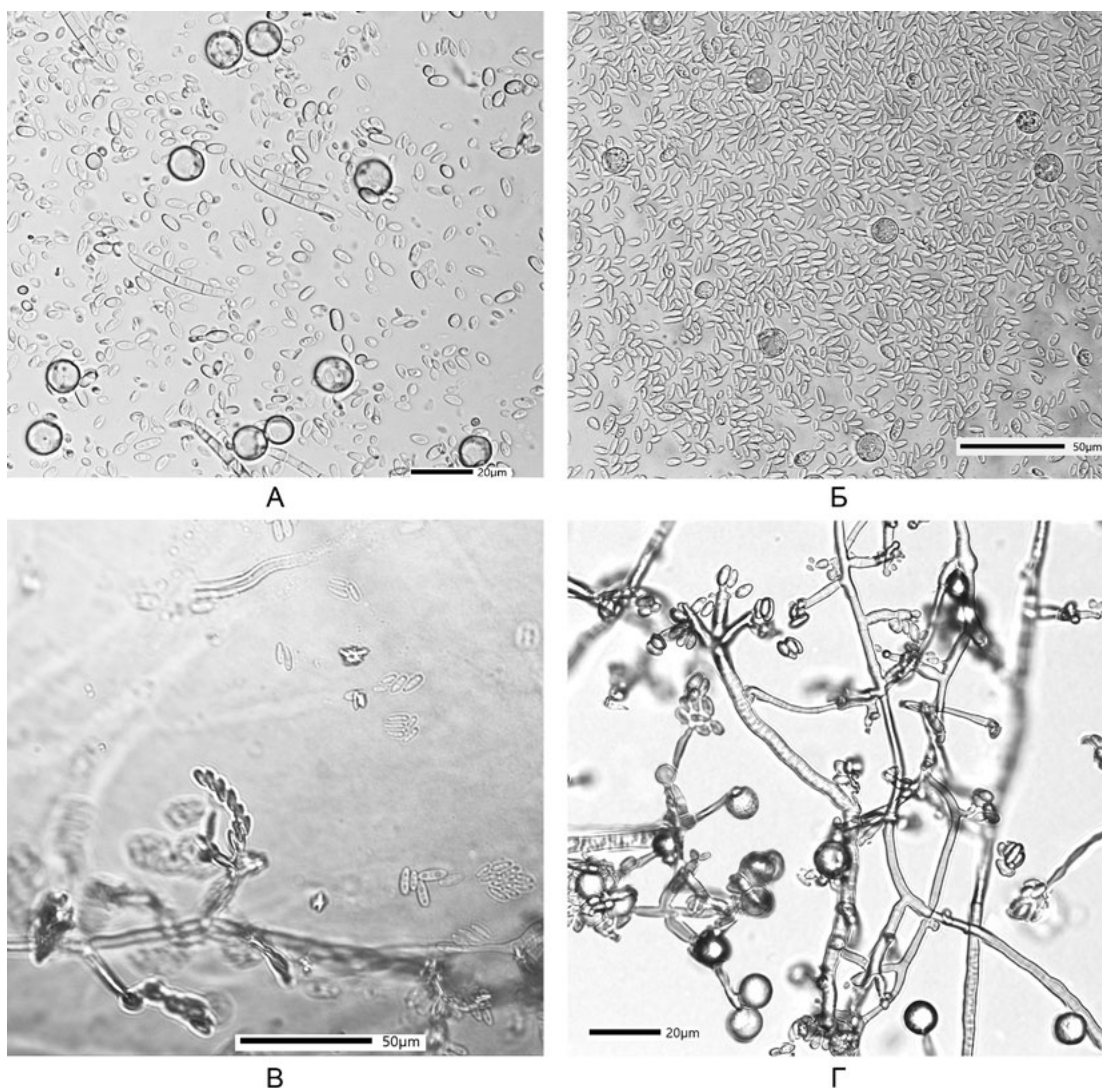


Рисунок 2. Микроморфологические структуры гриба *Fusarium globosum* на SNA, 2 недели роста в темноте: типичные макроконидии и микроконидии (А), микроконидии (Б), формирование на полифиалидах и монофиалидах микроконидий в цепочках (В) и фальшивых головках (Г)

одиночные или в кластерах. Образование шаровидных микроконидий может быть отмечено у других представителей FFSC, но не столь массово, хотя этот признак в значительной степени зависит от штамма и условий роста.

Секвенирование таксономически значимого участка гена фактора элонгации 1а показало 98% сходство с гомологичным участком референтного штамма *F. globosum* CBS 430.97 (Южная Африка, семена кукурузы). Полученный результат послужил подтверждением факта выявления этого вида на территории Урала и Западной Сибири. Нуклеотидные последовательности участка генома двух штаммов *F. globosum* были депонированы в международной информационной базе NCBI (MH446372 и MH446373).

Инокуляция отрезков листьев пшеницы штаммами *F. proliferatum* и *F. globosum* привела к образованию незначительных некрозов. Максимальная длина вызванных штаммами некрозов достигала 10 мм. Достоверных различий по патогенности между штаммами трёх видов и по реакции сортов на инокуляцию выявлено не было.

Для всех анализируемых штаммов *F. globosum*, а также *F. proliferatum* и *F. verticillioides*, температурный оптимум роста располагался между 20–25 °С. Диапазон благоприятных температур, выходящий за пределы среднестатистического оптимального значения роста, у штаммов *F. proliferatum* и *F. verticillioides* был значительно шире, чем у *F. globosum* (Рис. 3). Показано, что температуры 10 и

выше 35 °С были критическими и приводили к остановке роста штаммов *F. globosum*, в то время как штаммы видов *F. proliferatum* и *F. verticillioides* были способны при таких условиях накапливать биомассу. Величина биомассы штаммов *F. globosum*, накапливаемая при температуре 35 °С, составила 6.5% от биомассы, выросшей при оптимальной температуре 20 °С. Это же соотношение величины биомассы у видов *F. proliferatum* и *F. verticillioides* составило 76.8–83.6%.

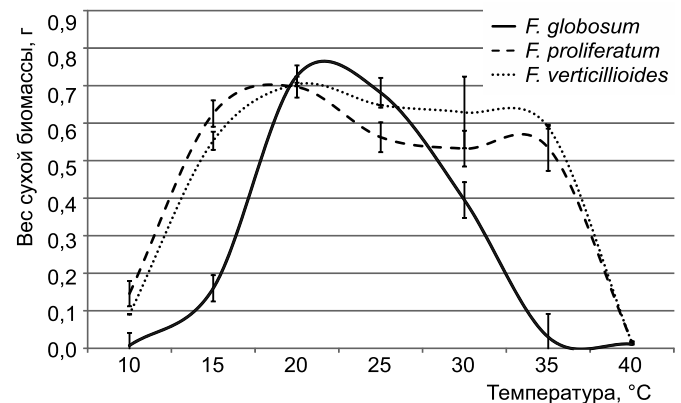


Рисунок 3. Накопление биомассы мицелия штаммами *Fusarium globosum*, *F. proliferatum* и *F. verticillioides*, выращенных методом глубинного культивирования при различных температурах

Обсуждение

Гриб *F. globosum* является представителем морфологически сходных видов комплекса FFSC, многие из которых характеризуются способностью образовывать фумонизины – группу опасных микотоксинов, обладающих канцерогенными свойствами (Marasas, 1996). Разнообразие грибов FFSC привлекает значительный интерес исследователей, недавние работы в области молекулярной систематики показали, что FFSC включает в себя не менее 50 различных видов или филогенетических линий и, по меньшей мере, 20 видов грибов продуцируют один или несколько микотоксинов (O'Donnell et al., 1998, 2000, 2015; Leslie, Summerell, 2006, Kvas et al., 2009).

Как правило, имея определенный опыт, установить принадлежность штамма к FFSC на основании достаточно характерных морфологических признаков этой группы видов не составляет особой трудности. Однако видовая идентификация штамма представляет значительные сложности из-за схожести и перекрывания видовых характеристик внутри FFSC и зачастую требует подкрепления молекулярно-генетическими и биохимическими методами (Гагкаева, Левитин, 2005; Thrane et al., 2001; Ryazantsev et al., 2008).

Впервые *F. globosum* выявлен в 1992 году на зерне кукурузы в Южной Африке (Rheeder et al., 1996), затем в 1999 году этот вид обнаружен на основании стеблей пшеницы в субтропических регионах Японии (Aoki, Nirenberg, 1999), а в 2014 году появилась информация о нахождении этого вида на тростнике гигантском (*Arundo donax* L.) в Иране (Heydari-Nezhad et al., 2014). Интересно, что в отличие от филогенетически близкого *F. proliferatum*, встречающегося на широком круге растений, до настоящего времени вид

F. globosum выявлен только на злаковых растениях семейства *Poaceae* Barnh.

Территория Западной Сибири и Урала является четвертым географическим регионом, где выявлен *F. globosum*, и этот вид был выявлен в нескольких отдаленных точках в течение двух лет. Информация о первом обнаружении *F. globosum* в 2017 году в зерне ячменя из Новосибирской области опубликована (Gagkaeva et al., 2019). Ранее было показано, что штаммы из Японии отличаются по ряду признаков от южноафриканских (Moses et al., 2010). Согласно нашим наблюдениям, российские штаммы *F. globosum* более сходны со штаммами, выделенными в Японии, поскольку не образуют спородохии и склероции на МА, в отличие от южноафриканских штаммов (Moses et al., 2010).

Южноафриканские исследователи показали способность выделенных штаммов продуцировать фумонизин В1, значительно меньше фумонизинов В2 и В3, и не образовывать молиформин (Sydenham et al., 1997). Невзирая на единичные случаи выявления, штаммы *F. globosum*, благодаря уникальности своей генетической конституции, часто используются в филогенетических исследованиях при изучении кластеров генов, ответственных за синтез фумонизинов (Proctor et al., 2003; Jurado et al., 2012; Covarelli et al., 2012; Sandoval-Denis et al., 2018).

Основываясь на мультигенной филогении, виды FFSC были разделены на три большие клады: «африканскую», «американскую» и «азиатскую», существование которых объясняется биогеографической гипотезой, основанной на происхождении растений-хозяев, из которых были выделены соответствующие виды грибов, включенные в исследование (более 33 вида FFSC) (O'Donnell et al., 1998, Kvas et al., 2009). Виды *F. fujikuroi*, *F. proliferatum*, *F. globosum*

and *F. fractiflexum* T. Aoki, O'Donnell & K. Ichik. формируют хорошо обособленную группу внутри «азиатской» клады. Таким образом, мы можем предположить, что южноафриканские штаммы *F. globosum* являются адвентивными, а центром происхождения данного таксона является территория Азии.

Виды FFSC, как правило, гетероталлические, образующие телеоморфную стадию, относящуюся к роду *Gibberella* Sacc., что позволило в 1971 году впервые получить перитеции при скрещивании в культуре морфологически сходных, но генетически изолированных штаммов гриба *F. moniliforme* и описать «интерстерильные группы» (Hsieh et al., 1977; Kuhlman, 1982). Этот критерий активно использовался для дифференциации видов (Leslie, 1999) до тех пор, пока не возникла возможность выявлять филогенетическое родство грибов более информативными методами ДНК-технологий (O'Donnell et al., 1998). По результатам исследований генетических локусов спаривания у штаммов *F. globosum* установлено, что в одном генотипе совмещены *MAT-1* и *MAT-2* идиоморфы и, вероятно, *F. globosum* является гомоталлическим видом. Однако получить в лабораторных условиях половую стадию этого гриба не удалось (Moses et al., 2010). Российские штаммы *F. globosum* в условиях, которые обычно используют для получения половой стадии (Leslie, Summerell, 2006), также не образовывали перитеции в течение 5 месяцев культивирования.

Как правило, большинство видов FFSC являются обычными контаминантами растений в субтропических и тропических климатических зонах. Интересно, что оптимум температур для роста всех штаммов российского происхождения, использованных в исследовании, лежал в диапазоне 20–25 °С. тогда как для штаммов *F. proliferatum* и *F. verticillioides*, выделенных из кукурузы в Испании, оптимум роста показан между 25 и 30 °С (Samarundo et al., 2005; Marin et al., 2010). Анализируемые российские штаммы *F. proliferatum* и *F. verticillioides* также показали значительную толерантность к высоким температурам, что соответствует их частому выявлению в регионах РФ с жаркими условиями вегетационного периода.

Чаще всего виды этого комплекса характеризуются как эндофиты. Даже гриб *F. verticillioides*, широко встречающийся в микобиоте кукурузы и приводящий к розовой

плесени стеблей и початков, нуждается в насекомых-переносчиках для проникновения и преодоления защитных барьеров растений (Bakan et al., 2002; Munkvold, 2003; Blandino et al., 2008). Патогенность всех штаммов *F. globosum*, *F. proliferatum* и *F. verticillioides* даже при механическом повреждении листьев пшеницы в наших лабораторных исследованиях была слабой.

Можно предположить, что самый вероятный путь распространения *F. globosum* – перенос структур гриба насекомыми или мигрирующими птицами, роль которых в подобных процессах уже была продемонстрирована (Moskvitina et al., 2014; Selikhovkin et al., 2018).

Биологический смысл характерного для *F. globosum* обильного образования довольно крупных, шаровидных по форме микроконидий не ясен. Можно предположить, что данное свойство обеспечивает конкурентные преимущества и адаптивность этого гриба.

До настоящего времени, на территории Уральского и Сибирского регионов штаммы морфологически сходные с видами FFSC отмечались редко и с незначительной частотой (Иващенко, Шипилова, 2004; Литовка, 2017). В наших исследованиях 2017–2018 гг. в анализированном зерне выявить других представителей грибов, относящихся к FFSC, кроме *F. globosum*, не удалось.

Безусловно, обнаружение вида *F. globosum* в урожае зерна, полученном из Западной Сибири в 2017 г., явилось большой неожиданностью, и предполагалось, что это останется случайной единичной находкой. Однако выявление *F. globosum* в 2018 г. в географических точках, удаленных от места первого обнаружения на расстояние около 1500 км, позволяет говорить о существовании этого вида на территории от Урала до Западной Сибири.

В связи с изменениями климата и расширением посевов кукурузы было ожидаемо и уже отмечается усиление роли вида *F. verticillioides* на зерновых культурах, приводящего к увеличению загрязнения продукции фузарионами (Гагкаева и др., 2018). Вероятно, что и другие виды FFSC могут стать обычными представителями микобиоты зерновых культур, возделываемых на территории нашей страны. Даже малочисленные виды грибов могут войти в состав доминирующих видов при изменении условий окружающей среды.

Исследование выполнено при поддержке проекта РНФ № 14-26-00067.

Библиографический список (References)

- Афонин АН, Грин СЛ, Дзюбенко НИ, Фролов АН (2008) Агроэкологический атлас России и сопредельных стран: экономически значимые растения, их вредители, болезни и сорные растения. URL: <http://www.agroatlas.ru> (04.02.2019)
- Билай ВИ (1955) Фузариоз. Киев: АН УССР. 320 с.
- Гаврилова ОП, Гагкаева ТЮ, Буркин АА, Кононенко ГП (2009) Зараженность грибами рода *Fusarium* и контаминация микотоксинами зерна овса и ячменя на севере Нечерноземья. *Сельскохозяйственная биология* 6:89–93
- Гагкаева ТЮ, Гаврилова ОП, Левитин ММ, Новожилов КВ (2011) Фузариоз зерновых культур. Приложение к журналу *Защита и карантин растений* 5:69–120
- Гагкаева ТЮ, Гаврилова ОП, Левитин ММ (2014) Биоразнообразия и ареалы основных токсинопродуцирующих грибов рода *Fusarium*. *Биосфера* 6(1):36–45
- Гагкаева ТЮ, Левитин ММ (2005) Современное состояние таксономии грибов комплекса *Gibberella fujikuroi*. *Микология и фитопатология* 39(6):1–14
- Гагкаева ТЮ, Орина АС, Гаврилова ОП, Аблова ИБ и др (2018) Характеристика сортов озимой пшеницы по устойчивости к фузариозу зерна. *Вавиловский журнал генетики и селекции* 22(6):685–692. <http://www.doi.org/10.18699/VJ18.411>
- Иващенко ВГ, Шипилова НП (2004) Грибы рода *Fusarium* на семенах хлебных злаков в основных зерновых регионах России (ареалы, частота встречаемости, соотношение). СПб.: РАСХН ВИЗР. 20 с.

- Ивашенко ВГ, Шипилова НП, Левитин ММ (2009) Видовой состав грибов рода *Fusarium* на злаках в азиатской части России. *Микология и фитопатология* 34(4):54–68
- Ивашенко ВГ, Шипилова НП, Назаровская ЛА (2004) Фузариоз колоса хлебных злаков. СПб.: РАСХН ВИЗР 164 с.
- Ивашенко ВГ, Шипилова НП, Нефедова ЛИ (1997) Биоэкологические и фитосанитарные аспекты исследования фузариоза колоса. *Микология и фитопатология* 31(2):58–63
- Кононенко ГП, Малиновская ЛС, Соболева НА (1999) Распространенность и токсинообразующие свойства грибов хлебных злаков в Московской области. *Микология и фитопатология* 33(2):118–123
- Левитин ММ (2015) Микроорганизмы в условиях глобального изменения климата. *Сельскохозяйственная биология* 50(5):641–647. <http://www.doi.org/10.15389/agrobiology.2015.5.641rus>
- Левитин ММ, Ивашенко ВГ, Шипилова НП, Нестеров АН и др (1994) Возбудители фузариоза колоса зерновых культур и форм проявления болезни на северо-западе России. *Микология и фитопатология* 28(3):58–64
- Литовка ЮА (2017) Видовой состав и представленность грибов рода *Fusarium* на зерновых культурах (пшеница и ячмень), выращиваемых в условиях средней Сибири. *Вестник Красноярского государственного аграрного университета* 6(129):140–149
- Малиновская ЛС, Пирязева ЕА, Кислякова ОС (2004) Выявление доминантных видов рода *Fusarium* в зерне из различных регионов РФ *Успехи медицинской микологии* 3:278–280
- Пирязева ЕА, Малиновская ЛС (2009) Распространенность грибов рода *Fusarium* Link, поражающих зерно хлебных злаков в различных регионах Восточной Сибири. *Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии* 2:14–19
- Aoki T, Nirenberg H (1999) *Fusarium globosum* from subtropical Japan and the effect of different light conditions on its conidiogenesis. *Mycoscience* 40:1–9. <http://www.doi.org/10.1007/BF02465667>
- Bakan B, Melcion D, Richard-Molard D, Cahagnier B (2002) Fungal growth and *Fusarium* mycotoxin content in isogenic traditional maize and genetically modified maize grown in France and Spain. *J Agric Food Chem* 50(4):728–731. <http://www.doi.org/10.1021/jf0108258>
- Blandino M, Reyneri A, Vanara F, Pascale M et al (2008) Effect of sowing date and insecticide application against European corn borer (Lepidoptera: Crambidae) on fumonisin contamination in maize kernels. *Crop Prot* 27:1432–1436. <http://www.doi.org/10.1016/j.cropro.2008.06.005>
- Chakraborty AS, Newton C (2011) Climate change, plant diseases and food security: an overview. *Plant Dis* 60(1):2–14. <http://www.doi.org/10.1111/j.1365-3059.2010.02411.x>
- Covarelli L, Stifano S, Beccari G, Raggi L et al (2012) Characterization of *Fusarium verticillioides* strains isolated from maize in Italy: fumonisin production, pathogenicity and genetic variability. *Food Microbiol* 31(1):17–24. <http://www.doi.org/10.1016/j.fm.2012.02.002>
- Gagkaeva T, Gavrilova O, Orina A (2019) First report of *Fusarium globosum* associated with barley grain in the southwestern part of Siberia. *Plant Dis* 103(3):588 <http://www.doi.org/10.1094/PDIS-06-18-1108-PDN>
- Gerlach W, Nirenberg HI (1982) The genus *Fusarium* – a pictorial atlas. *Mitt Biol Bundesanst Land-Forstw Berlin-Dahlem* 209. 406 p.
- Goyal S, Ramawat KG, Mérillon JM (2016) Different shades of fungal metabolites: An overview. *Fungal metabolites*. 1–29. http://www.doi.org/10.1007/978-3-319-19456-1_34-1
- Heydari-Nezhad AM, Babaeizad V, Mirhosseini HA, Khaksari M (2014) First report of a disease caused by *Fusarium globosum* on giant cane in Iran. *J Plant Pathol* 96(4):113–131. <http://www.doi.org/10.4454/JPP.V96I4.035>
- Hsieh WH, Smith SN, Snyder WC (1977) Mating groups in *Fusarium moniliforme*. *Phytopathology* 67:1041–1043. <http://www.doi.org/10.1094/Phyto-67-1041>
- Jurado M, Marín P, Vazquez C, González-Jaén MT (2012) Divergence of the IGS rDNA in *Fusarium proliferatum* and *Fusarium globosum* reveals two strain specific non-orthologous types. *Mycol Prog* 11(1):101–107. <http://www.doi.org/10.1007/s11557-010-0733-y>
- Kvas M, Marasas WFO, Wingfield BD, Wingfield MJ et al (2009) Diversity and evolution of *Fusarium* species in the *Gibberella fujikuroi* complex. *Fungal Divers* 34:1–21
- Kuhlman EG (1982) Varieties of *Gibberella fujikuroi* with anamorphs in *Fusarium* section *Liseola*. *Mycologia* 74:756–768. <http://www.doi.org/10.2307/3792862>
- Leslie JF (1999) Genetic status of the *Gibberella fujikuroi* species complex. *Plant Pathol* 15:259–269
- Leslie JF (1995) *Gibberella fujikuroi*: available populations and variable traits. *Can J Bot* 73:282–291. <http://www.doi.org/10.1139/b95-258>
- Leslie JF, Summerell BA (2006) Species description: The *Fusarium*. Laboratory manual. Blackwell Publishing. 388 p. <http://www.doi.org/10.1002/9780470278376>
- Marasas WFO (1996) Fumonisin: history, worldwide occurrence and impact. In «Fumonisin in food» Eds Jackson LS, DeVries JW, Bullerman LB. New York: Plenum Press. 1–17
- Marin P, Magan N, Vazquez C, Gonzalez-Jaen MT (2010) Differential effect of environmental conditions on the growth and regulation of the fumonisin biosynthetic gene *fum1* in the maize pathogens and fumonisin producers *Fusarium verticillioides* and *Fusarium proliferatum*. *FEMS Microbiol Ecol* 73:303–311. <http://www.doi.org/10.1111/j.1574-6941.2010.00894.x>
- Moses LM, Marasas WFO, Vismer HF, de Vos L et al (2010) Molecular characterization of *Fusarium globosum* strains from South African maize and Japanese wheat. *Mycopathologia* 170(4):237–249. <http://doi.org/10.1007/s11046-010-9318-1>
- Moskvitina NS, Korobitsyn IG, Tyutenkov OY, Gashkov SI et al (2014) The potential role of migratory birds in the spread of tick-borne infections in Siberia and the Russian Far East. *Achiev Life Sci* 8:118–120. <http://www.doi.org/10.1016/j.als.2015.01.005>
- Munkvold GP (2003) Epidemiology of *Fusarium* diseases and their mycotoxins in maize ears. *Eur J Plant Pathol* 109:705–713. <http://www.doi.org/10.1023/A:1026078324268>
- O'Donnell K, Ward TJ, Robert VARG, Crous PW et al (2015) DNA sequence-based identification of *Fusarium*: Current status and future directions. *Phytoparasitica* 43:583–595. <http://www.doi.org/10.1007/s12600-015-0484-z>
- O'Donnell K, Cidelnik E, Nirenberg HI (1998) Molecular systematic and phylogeography of the *Gibberella fujikuroi*

- species complex. *Mycologia* 90:465–493. <http://www.doi.org/10.2307/3761407>
- O'Donnell K, Nirenberg HI, Aoki T, Cigelnik E (2000) A multigene phylogeny of the *Gibberella fujikuroi* species complex: detection of additional phylogenetically distinct species. *Mycoscience* 41:61–78. <http://www.doi.org/10.1007/BF02464387>
- Proctor RH, Brown DW, Plattner RD, Desjardins AE (2003) Co-expression of 15 contiguous genes delineates a fumonisin biosynthetic gene in *Gibberella moniliformis*. *Fungal Genet Biol* 38:237–249. [http://www.doi.org/10.1016/S1087-1845\(02\)00525-X](http://www.doi.org/10.1016/S1087-1845(02)00525-X)
- Rheeder JP, Marasas WFO, Nelson PE (1996) *Fusarium globosum*, a new species from corn in Southern Africa. *Mycologia* 88:509–513. <http://www.doi.org/10.2307/3760891>
- Roos J, Hopkins R, Kvarnheden A, Dixelius Ch (2011) The impact of global warming on plant diseases and insect vectors in Sweden. *Eur J Plant Pathol* 129(1):9–19. <http://www.doi.org/10.1007/s10658-010-9692-z>
- Ryazantsev DYu, Evstratova SV, Zavriev SK, Abramova SL et al (2008) FLASH-PCR diagnostics of toxigenic fungi of the genus *Fusarium*. *Russian Journal of Bioorganic Chemistry* 34(6):716–724. <http://www.doi.org/10.1134/S1068162008060113>
- Samapundo S, Devlieghere F, De Meulenaer B, Debevere J (2005) Effect of water activity and temperature on growth and the relationship between fumonisin production and the radial growth of *Fusarium verticillioides* and *Fusarium proliferatum* on corn. *J Food Prot* 68(5):1054–1059. <http://www.doi.org/10.4315/0362-028X-68.5.1054>
- Samson RA, Hoekstra ES, Frisvad JC, Filtenborg O (2002) Introduction to food- and airborne fungi. Sixth Ed. Utrecht: Centraalbureau Voor Schimmelcultures. 389 p.
- Sandoval-Denis M, Guarnaccia V, Polizzi G, Crous PW (2018) Symptomatic Citrus trees reveal a new pathogenic lineage in *Fusarium* and two new *Neocosmospora* species. *Persoonia* 40(6):1–25. <http://www.doi.org/10.3767/persoonia.2018.40.01>
- Selikhovkin AV, Markovskaja S, Vasaitis R, Martynov AN et al. (2018) Phytopathogenic fungus *Fusarium circinatum* and potential for its transmission in Russia by insects. *Russian Journal of Biological Invasions* 9(3):245–252. <http://www.doi.org/10.1134/S2075111718030128>
- Stakheev AA, Samokhvalova LV, Mikityuk OD, Zavriev SK (2018) Phylogenetic analysis and molecular typing of trichothecene-producing *Fusarium* fungi from Russian collections. *Acta Naturae* 10(2):79–92
- Sydenham EW, Shephard GS, Stockenström S, Rheeder JP et al (1997) Production of fumonisin B analogues and related compounds by *Fusarium globosum*, a newly described species from corn. *J Agric Food Chem* 45(10):4004–4010. <http://www.doi.org/10.1021/jf9607066>
- Thrane U (2001) Developments in the taxonomy of *Fusarium* species based on secondary metabolites. In Summerell BA (Ed.) *Fusarium*: Paul E. Nelson Memorial Symposium. APS PRESS. 29–49
- Yli-Mattila T, Hussien T, Gavrilova O, Gagkaeva T (2018) Morphological and molecular variation between *Fusarium avenaceum*, *Fusarium arthrosporioides* and *Fusarium anguioides* strains. *Pathogens* 7(4):94. <http://www.doi.org/10.3390/pathogens7040094>
- Yli-Mattila T, Paavananen-Huhtala S, Jestoi M, Parikka P et al (2008) Real-time PCR detection and quantification of *Fusarium poae*, *F. graminearum*, *F. sporotrichioides* and *F. langsethiae* as compared to mycotoxin production in grains in Finland and Russia. *Arch Phytopathology Plant Protect* 41(4):243–260. <http://www.doi.org/10.1080/03235400600680659>

Translation of Russian References

- Afonin AN, Greene SL, Dzyubenko NI, Frolov AN (2008) [Interactive agricultural ecological atlas of Russia and adjacent countries, economic plants and their diseases, pests and weeds] URL: <http://www.agroatlas.ru> (04.02.2019)
- Bilay VI (1955) [Fuzarii] Kiev: AN USSR 320 p. (In Russian)
- Gavrilova OP, Gagkaeva TYu, Burkin AA, Kononenko GP (2009) [Mycological infection by *Fusarium* strains and mycotoxins contamination of oats and barley in the north of Necherozemye]. *Selskokhozyaistvennaya biologiya* 6:89–93 (In Russian)
- Gagkaeva TYu, Gavrilova OP, Levitin MM (2014) [Biodiversity and distribution of the main toxigenic *Fusarium* fungi]. *Biosfera* 6(1):36–45 (In Russian)
- Gagkaeva TYu, Levitin MM (2005) [Current state in the taxonomy of the fungi belonging to *Gibberella fujikuroi* complex]. *Mikologiya i fitopatologiya* 39(6):1–14 (In Russian)
- Gagkaeva TYu, Orina AS, Gavrilova OP, Ablova IB et al (2018) [Characterization of resistance of winter wheat varieties to *Fusarium* head blight]. *Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii* 22(6):685–692 (In Russian) <http://www.doi.org/10.18699/VJ18.411>
- Ivashchenko VG, Shipilova NP (2004) *Griby roda Fusarium na semenakh khlebykh zlakov v zernovykh regionakh Rossii (arealy, chastota vstrechayemosti, sootnosheniye)* [Fungi of *Fusarium* genus on the cereals seeds in the main grain regions of Russia (areas, frequency, ratio)]. SPb.: RASKHN. VIZR. 20 p. (In Russian)
- Ivashchenko VG, Shipilova NP, Levitin MM (2000) [Species composition of *Fusarium* fungi on cereals in the Asian part of Russia]. *Mikologiya i fitopatologiya* 34(4):54–68 (In Russian)
- Ivashchenko VG, Shipilova NP, Nazarovskaya LA (2004) *Fuzarioz kolosa khlebykh zlakov [Fusarium head blight of cereals]*. SPb.: RASKHN VIZR. 164 p. (In Russian)
- Ivashchenko VG, Shipilova NP, Nefedova LI (1997) [Bioecological and phytosanitary aspects of the study of *Fusarium* head blight]. *Mikologiya i fitopatologiya* 31(2):58–63 (In Russian)
- Kononenko GP, Malinovskaya LS, Soboleva NA (1999) [The abundance and toxicological properties of fungi on cereals in the Moscow region] *Mikologiya i fitopatologiya* 33(2):118–123 (In Russian)
- Levitin MM (2015) [Microorganisms and global climate change] *Selskokhozyaistvennaya biologiya* 50(5):641–647 (In Russian) <http://www.doi.org/10.15389/agrobiol.2015.5.641rus>
- Levitin MM, Ivashchenko VG, Shipilova NP, Nesterov AN et al (1994) [The causative agents of *Fusarium* head blight

and forms of disease manifestation in northwest Russia]. *Mikologiya i fitopatologiya* 28(3):58–64 (In Russian)

Litovka YuA (2017) [Specific structure and representation of *Fusarium* fungi on the grain crops (wheat and barley) grown up in the conditions of central Siberia]. *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* 6(129):140–149 (In Russian)

Malinovskaya LS, Piryazeva EA, Kislyakova OS (2009) [Identification of dominant *Fusarium* species in grain from various regions of Russia]. *Uspekhi medicinskoj mikologii* 3:278–280 (In Russian)

Piryazeva EA, Malinovskaya LS (2009) [The abundance of fungi of the genus *Fusarium* Link, affecting grain cereals in different regions of Eastern Siberia]. *Problemy veterinarnoy sanitarii, gigieny i ekologii* 2:14–19 (In Russian)

Plant Protection News, 2019, 1(99), p. 10–18

OECD+WoS: 1.06+RQ

[http://doi.org/10.31993/2308-6459-2019-1\(99\)-10-18](http://doi.org/10.31993/2308-6459-2019-1(99)-10-18)

Full-text article

FIRST DETECTION OF *FUSARIUM GLOBOSUM* IN SMALL GRAIN CEREALS ON URAL AND SIBERIAN TERRITORY

T.Yu. Gagkaeva*, O.P. Gavrilova, A.S. Orina

All-Russian Institute of Plant Protection, St. Petersburg, Russia

* *corresponding author, e-mail: t.gagkaeva@mail.ru*

Fusarium globosum was revealed as a result of the study of the fungi composition in the grain samples of bread and durum wheat, and barley obtained from the Novosibirsk and Chelyabinsk Regions, as well as the Altai Territory in 2017–2018. This is the first record of *F. globosum* for Russia and the fourth record for the world. This species is a member of *Fusarium fujikuroi* species complex, which are characterized by their ability to produce fumonisins, representing a group of dangerous mycotoxins with carcinogenic properties. In this paper we provided the descriptions of micro- and macromorphological characteristics of Russian strains of *F. globosum*. Morphological identification was confirmed by sequencing of the taxonomically significant region of the elongation factor 1 α gene. The growth over a wide temperature range and the pathogenicity of *F. globosum* strains were analyzed in comparison with strains of phylogenetically close species *F. proliferatum* and *F. verticillioides*. There were no significant differences between species in the temperature optimum of growth (between 20 and 25 °C), while the range of favorable temperatures for *F. proliferatum* and *F. verticillioides* was much broader than for *F. globosum* strains. The difference in pathogenicity of all the studied strains, characterized by the leaf damage of two wheat varieties, was insignificant. Apparently, the distribution of *F. globosum* covers the territory at least from Ural to Western Siberia. Due to the change in the environmental conditions and globalization of plant industry, *F. globosum* can potentially spread to the larger area.

Key words: wheat, barley, *Fusarium globosum*, first detection, Ural, Siberia, Russia

Received: 07.02.2019

Accepted: 06.03.2019

OECD+WoS: 1.06+RQ

[http://doi.org/10.31993/2308-6459-2019-1\(99\)-18-24](http://doi.org/10.31993/2308-6459-2019-1(99)-18-24)

Полнотекстовая статья

ВЛИЯНИЕ КОНИДИЙ И МЕТАБОЛИТОВ ЭНТОМОПАТОГЕННОГО ГРИБА *LECANICILLIUM MUSCARIUM* НА ХИЩНОГО КЛЕЩА *AMBLYSEIUS SWIRSKII* И КОРМОВОГО КЛЕЩА *CARPOGLYPHUS LACTIS*

Г.В. Митина*, Л.П. Красавина, О.В. Трапезникова

Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург

**ответственный за переписку, e-mail: galmit@rambler.ru*

Для разработки условий совместного применения оценено действие споровой суспензии гриба *Lecanicillium muscarium* в концентрации 5×10^7 спор/мл и лабораторного образца вертициллина М в 0.5%-ной концентрации на хищного клеща *Amblyseius swirskii* и сухофруктовых клещей *Carpoglyphus lactis*, поддерживаемых на корме с отрубями. При непосредственной обработке корма с клещами оба вида проявили высокую чувствительность. Смертность на 3-и сутки *C. lactis* и *A. swirskii* составила в среднем 62% и 84%, соответственно, с учетом нарастания численности клещей в контроле. При выпуске хищного клеща на обработанные листья, заселенные белокрылкой, прямого токсического действия грибных спор и вертициллина М не выявлено, в течение 6 суток численность хищника не изменялась, но снижалась на 10-е сутки в результате недостатка корма. Дополнительное

внесение кормовых клещей с кормом приводило к увеличению численности хищных клещей во всех вариантах опыта, однако отмечалось снижение прироста численности хищника на 16-е сутки в результате обработки листьев спорами и вертициллином М по сравнению с контролем на 18% и на 25%, соответственно.

Ключевые слова: биологический контроль, энтомопатогенные грибы, хищные клещи, оранжерейная белокрылка, побочное воздействие на полезную фауну

Поступила в редакцию: 08.01.2019

Принята к печати: 05.03.2019

Введение

Хищный клещ *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot первоначально был использован в качестве акарифага оранжерейной *Trialeurodes vaporariorum* W. и табачной белокрылки *Bemisia tabaci* Gen. Кроме того, он оказался эффективным хищником нескольких видов трипсов, в частности западного цветочного трипса *Frankliniella occidentalis* Perg. (Van Lenteren 2012; Calvo et al., 2012). В настоящее время *A. swirskii* широко используется в программах биологической защиты растений в теплицах. Его применение особенно актуально в условиях повышения температуры воздуха до 25–32 °С, при которых другие виды клещей, например, *Amblyseius cucumeris* Ond. не выживают – они выдерживают не выше 23 °С. При заражении растений одновременно трипсом и белокрылкой *A. swirskii* питается обоими вредителями, при этом его эффективность зависит от начальной плотности фитофагов и стадии вредителя. *A. swirskii* предпочитает личинок трипса первого возраста, а также яйца и личинок младших возрастов белокрылок. В связи с этим, для обеспечения быстрого, надежного и эффективного контроля всех стадий вредителей могут понадобиться дополнительные естественные враги (хищные клопы, почвенные хищные клещи или энтомопатогенные грибы). При разработке комплексной защиты растений необходимо обеспечить совместимость агентов биологического контроля, которые используются для подавления вредных организмов.

Среди энтомопатогенных грибов (ЭГ) в борьбе с сосущими вредителями наибольшее применение нашли грибы рода *Lecanicillium*, являющиеся природными патогенами тлей и белокрылок (Hall, 1981; Ravensberg et al., 1990). Их эффективность была неоднократно доказана в лабораторных и полевых опытах (Goettel et al., 2008; Ansari et al., 2011), отдельные виды используются для получения биопрепаратов против сосущих вредителей (De Faria, Wraight, 2007; Koppert, 2015). Вид *Lecanicillium muscarium* (Petch) R. Zare et W. Gams является также перспективным продуцентом микробиологических пестицидов для борьбы с табачной белокрылкой (Cuthbertson et al., 2008; Ali et al., 2017).

Благодаря относительной безопасности и специфичности ЭГ достигнуты успехи в совместном применении грибов рода *Lecanicillium* с энтомофагами *Encarsia formosa* Gah., *Amblyseius* spp., *Serangium japonicum* Chapin (Kanagaratnam et al., 1979; Bennison et al., 1990; Buxton, Wardlow, 1992; Ren et al., 2010). Однако, результаты изучения влияния энтомопатогенных грибов на

хищных клещей неоднозначны. Установлена безопасность *L. muscarium* для *Eretmocerus* sp., паразитоида *Bemisia tabaci* (Lazreg et al., 2009). Известна также способность хищных клещей видов *Neoseiulus barkeri* Hughes, *Typhlodromus pyri* Scheuten и *A. swirskii* использовать грибы *Ascomycetes* как альтернативный источник пищи (Momen, Abdelkader, 2010; Zemek, Prenerov, 1997), включая фитопатогенные виды (Ryo et al., 2012) и энтомопатогенный гриб *Beauveria bassiana* Vuill. (Wu et al., 2016), что также указывает на его безопасность для хищных клещей. По данным других авторов, *L. muscarium* может проявлять патогенность в отношении хищного клеща *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot при высоких концентрациях спор (Donka et al., 2008). В некоторых случаях получены аддитивный или синергетический эффекты при совместном применении ЭГ с хищными клещами, например, *B. bassiana* с *P. persimilis* (Ullah, Lim, 2017). В то же время, в коммерческих теплицах результаты успешного применения *A. swirskii* совместно с ЭГ единичны (Messelink et al., 2013).

Наряду со спорами ЭГ, несомненный интерес представляют инсектицидные метаболиты ЭГ, на основе которых разрабатываются новые препаративные формы (Митина и др., 2012; Liande et al., 2007). В ВИЗР разработан биопрепарат контактного действия вертициллин М на основе органического экстракта из мицелия гриба *L. muscarium* против сосущих вредителей. Установлена его безопасность для ряда энтомофагов: энкарзии *E. formosa* в стадии мумии, галлицы *Aphidoletes aphidimyza* Rond. и ориуса *Orius laevigatus* Fieber в стадии личинок, а также подвижных стадий фитосейулюса *P. persimilis* (Митина и др., 2018). Его действие на хищных клещей *A. swirskii* не изучалось. При разведении этого вида хищных клещей в качестве корма используются сухофруктовые клещи семейства *Glycyphagidae* (Красавина и др., 2009). При выпуске хищника эти клещи служат дополнительным кормом и также могут попасть под обработку при сочетании приемов биологической борьбы в теплицах; влияние энтомопатогенных грибов и грибных метаболитов на них не изучалось.

Цель работы: оценить влияние спор энтомопатогенного гриба *L. muscarium* и вертициллина М на *A. swirskii* и его кормового клеща *Carpoglyphus lactis* L. в лабораторных опытах для разработки приемов совместного применения хищных клещей и ЭГ.

Материалы и методы

Культуры клещей. Лабораторная популяция *A. swirskii* поддерживается в коллекции энтомофагов ФГБНУ ВИЗР и разводится на сухофруктовом клеще *C. lactis*, которого

размножают на пшеничных отрубях с добавлением 10% яблочной муки. Условия разведения разработаны ранее для хищного клеща *A. cucumeris* (Красавина и др., 2009).

Численность кормовых клещей в корме стандартизирована и составляет 120 клещей / см³ корма.

Штаммы гриба *L. muscarium*. Штаммы ЭГ отобраны из Государственной коллекции ВИЗР WFCC WDCM № 760 (УНУ). Для получения конидий использован штамм Г-033 ВИЗР *L. muscarium*, перспективный для борьбы с оранжевой белокрылкой, тлями и паутиным клещом (Митина и др., 2016). Конидии смывали 0.01 % раствором Твина 80 с колонии 9-суточной культуры гриба, выращенной на среде Сабуро в чашках Петри при 26 °С; для тестирования концентрацию конидий доводили 0.01 % раствором Твина 80 до 5x10⁷ спор/мл.

Для получения лабораторного образца препарата вертициллин М использовали штамм Г-21 ВИЗР *L. muscarium*, характеризующийся высоким уровнем образования инсектицидных метаболитов. Для получения биомассы штамм выращивали в качалочных колбах на среде с пептоном в течение 3 суток при 28 °С и 200 об/мин, биомассу концентрировали центрифугированием и экстрагировали этанолом с последующим выпариванием растворителя. Полученный лабораторный образец вертициллина М представляет собой масляный концентрат эмульсии, хорошо растворимый в воде. Вертициллин М тестировали на энтомофагах в максимальной рекомендованной концентрации (0.5 %).

Испытания конидий *L. muscarium* и лабораторного образца вертициллина М на клещах. Взрослых клещей *A. swirskii* (по 10 особей) подсаживали на 10 см³ корма, содержащего клеща *C. lactis* (120 особей клещей / см³), непосредственно перед обработкой. Обработку корма с клещами проводили из ручного опрыскивателя по 1.5 мл / 10 см³ на ватмане, подсушивали на воздухе в течение 5 минут и переносили в энтомологические стаканчики высотой 7 см

и диаметром 3 см. Стаканчики накрывали двойным слоем фильтровальной бумаги или нетканым материалом, которую ежедневно увлажняли для поддержания влажности около 86 %, оптимальной для развития клещей. Влажность определяли с помощью переносного датчика влажности ОВЕН Логгер100-ТВ. Эксперименты проводили при температуре 24–25 °С. Живых клещей учитывали под бинокляром в 16-кратном увеличении в 5-ти полях зрения в 1 см³ корма на 3, 6, 9 сутки.

Во второй серии опытов хищных клещей по 10 особей помещали на обработанные биопрепаратами листья роз площадью 20–25 см², зараженные личинками белокрылки (30–50 личинок/лист). Обработку листьев проводили из ручного опрыскивателя по 1 мл / лист, подсушивали на воздухе в течение 20 минут. Листья изолировали, размещая их на вате, находящейся в воде в чашках Петри (Ху, Enkegaard, 2010). Через 3 дня переносили в стаканчики с кормом и кормовыми клещами (10 см³). В качестве контрольных использовали два варианта: обработку водой и 0.05 % Твин 80, который использовался для смыва конидий и при приготовлении споровой суспензии. Опыты проводили в 5 повторностях два раза.

Для статистической обработки данных использовали двухфакторный дисперсионный анализ ANOVA. Для оценки достоверности различий использовали t-критерий Стьюдента, критерий Тьюки (Turkey's SHD test) или Хи-квадрат Пирсона (Pearson Chi-square). Расчет биологической эффективности тестируемых образцов биопрепаратов (снижение численности подопытных особей относительно исходной с учетом нарастания численности в контроле) проводили по формуле Хендерсона и Тилтона (Püntener, 1981).

Результаты

В результате непосредственной обработки корма, содержащего хищных и кормовых клещей, суспензией спор гриба и вертициллином М было обнаружено существенное снижение численности клещей обоих видов на третьи сутки (табл.1, 2). Более высокую чувствительность проявили хищные клещи. При этом в контроле численность кормовых клещей увеличилась в 1.9 раза (табл.1), а хищника – в 2.2 раза (табл. 2). На 6-е сутки наибольшее снижение численности кормовых и хищных клещей произошло под действием спор (различия достоверны), количество хищника в контроле продолжало увеличиваться и составило около 26 особей / 10 см³. На 9-е сутки в опытных и контрольных вариантах численность кормовых клещей продолжала снижаться, а количество амблисейулюса снизилось до единичных экземпляров (между действием спор и вертициллина М не было существенной разницы) (табл. 2). Обработка раствором Твина 80 не оказала существенного влияния на прирост численности кормовых клещей на 3-и сутки по сравнению с обработкой водой. Однако, начиная с 6-х суток, отмечалось значительное снижение численности кормовых клещей во всех вариантах, включая контрольные, а прирост хищных клещей был незначительным.

При опрыскивании растений (листья роз) биопрепаратами и посадке клещей *A. swirskii* на зараженные

белокрылкой и обработанные листья (метод плотиков), численность хищника в опытных вариантах и в контроле не изменялась в течение 6 суток (рис. 1а), токсического действия на хищника и его смертности не было выявлено. При этом наблюдалось снижение численности личинок белокрылки уже на 3-и сутки до 3–5 личинок/лист и в опыте, и в контроле за счет активного питания хищных клещей, а на 6-е сутки белокрылки не было обнаружено во всех вариантах опыта. При более длительном содержании клещей на обработанных листьях его численность снизилась и в опытных, и в контрольном вариантах. Очевидно, что количества личинок белокрылки было недостаточно для питания хищника. Дополнительное внесение корма обеспечивали путем размещения обработанных листьев в стаканчиках с кормом 10 см³ и с кормовыми клещами сразу после обработки. Это приводило к увеличению численности хищных клещей на 6 сутки в два раза во всех вариантах, включая контроль (рис. 1б). В то же время, при обработке вертициллином М прирост численности *A. swirskii* был меньше, чем в контроле (различия достоверны) на 6 и 10 сутки. Негативное влияние обоих препаратов отмечено на 16-е сутки – прирост численности по сравнению с контролем составил на 18.7% меньше под действием спор и на 25.3% под действием вертициллина М.

Таблица 1. Влияние спор *Lecanicillium muscarium* Г-033 ВИЗР и вертициллина М на выживаемость кормовых клещей *Carpoglyphus lactis*

Вариант обработки, концентрация	Количество <i>C. lactis</i> на сутки учета, особей/см ³			Биологическая эффективность на сутки учета, %		
	3	6	9	3	6	9
Конидии <i>L. muscarium</i> , 5x10 ⁷ , спор/мл	80.1±4.8	58.7±0.7	54.7±0.3	64.6±2.1 ^a	46.5±0.6 ^a	42.9±0.3 ^a
Вертициллин М, 0.5%	90.5±5.1	78.4±3.3	67.9±2.1	60.0±2.2 ^a	28.6±3.0 ^b	29.1± 2.2 ^b
Твин 80	203.6±10.0	98.7±4.0	86.2±3.8	10.0±4.4 ^c	10.1±3.6 ^c	10.0±4.0 ^c
Контроль (вода)	226.3±11.1	109.7±4.4	95.8±4.3			

Примечания: численность кормовых клещей до обработки во всех вариантах - 120 клещей /см³корма; одинаковыми буквами отмечены варианты, где различие опыта с контролем не достоверно, разными буквами обозначены варианты, где различия достоверны при P ≤ 0.05.

Таблица 2. Влияние спор *Lecanicillium muscarium* Г-33 ВИЗР и вертициллина М на выживаемость хищных клещей *Amblyseius swirskii*

Вариант обработки, концентрация	Количество особей <i>A. swirskii</i> на сутки учета			Биологическая эффективность на сутки учета, %		
	3	6	9	3	6	9
Конидии <i>L. muscarium</i> , 5x10 ⁷ , спор/мл	4.4±0.5	1.8±0.4	1.8±0.4	80.4±2.3 ^a	93.1±1.4 ^a	93.9±1.3 ^a
Вертициллин М, 0.5%	3.0±0.7	3.2±0.4	1.0±0.4	86.6±3.2 ^a	87.7±1.4 ^b	96.6±1.5 ^a
Твин 80	11.4±0.5	5.8±1.0	5.8±0.7	49.1±2.3 ^b	77.7±3.7 ^{cb}	80.4±2.5 ^c
Контроль (вода)	22.4±1.8	26.0±1.9	29.6±1.6			

Примечания: численность хищных клещей до обработки во всех вариантах - 10 клещей /10 см³корма; одинаковыми буквами отмечены варианты, где различие опыта с контролем не достоверно, разными буквами обозначены варианты, где различия достоверны при P ≤ 0.05.

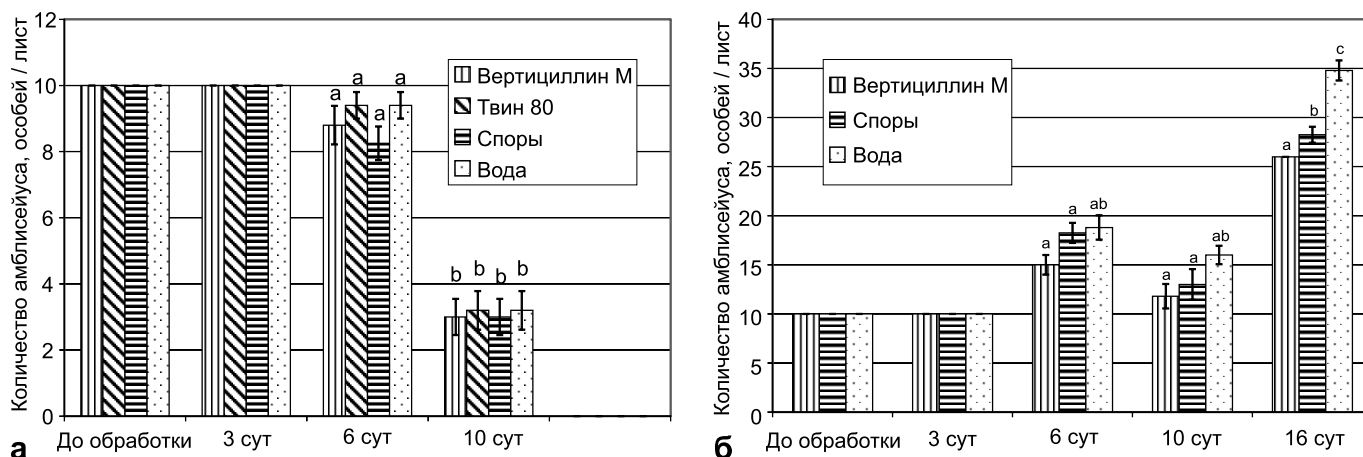


Рисунок 1. Динамика численности хищного клеща *Amblyseius swirskii* при выпуске на зараженные белокрылкой и обработанные листья без добавки корма и кормовых клещей (а); с добавкой корма и кормовых клещей (б)

Обсуждение

Для совместного использования энтомофагов и биопрепаратов на основе энтомопатогенных грибов крайне важно оценить возможное негативное воздействие этих биопрепаратов на полезных членистоногих. По литературным данным, изоляты *Lecanicillium*, патогенные для тли и белокрылки, не заражали хищного клеща *P. persimilis* и *E. formosa* (Hall, 1981). Нами также отмечено отсутствие токсичности биопрепарата вертициллин М для хищного клеща *P. persimilis* и для паразита белокрылки энкарзии в концентрации (0.5%) при опрыскивании клеща на листьях и пупариев энкарзии (Митина и др., 2018). В настоящей работе изучение действия споровых суспензий *L. muscarium* и вертициллина М показало, что сухофруктовый клещ *C. lactis* и хищный клещ *A. swirskii* проявили высокую

чувствительность при непосредственной обработке корма с клещами путем опрыскивания споровыми суспензиями *L. muscarium*. Причина проявления высокой токсичности образцов, возможно, связана с чувствительностью изученных клещей, особенно *A. swirskii*, к изменению влажности корма (отрубей) при его обработке. Клещи *A. swirskii* характеризуются мягкой кутикулой и имеют оптимум развития при влажности 80–85%. Особенно уязвимы в сухих условиях личинки и нимфы (Buitenhuis et al., 2015). Непосредственное опрыскивание корма приводило к слипанию поверхности корма, ухудшению доступа воздуха и созданию в субстрате неблагоприятных для развития клещей условий, при которых повышалась токсичность изучаемых образцов грибных препаратов. При биологической

защите растений в теплицах возможно внесение хищного клеща *A. swirskii* вместе с кормом и кормовыми клещами. Очевидно, что необходимо избегать прямого контакта этих клещей и корма с грибными биопрепаратами, которые могут быть использованы совместно с энтомофагами при последующих обработках в теплицах.

Как показали наши исследования, предварительная обработка листьев с белокрылкой спорами и метаболитами ЭГ с последующим выпуском клещей *A. swirskii* не приводила к снижению численности хищника. Клещи не покидали обработанные листья, не было обнаружено погибших и зараженных особей. Это свидетельствует об отсутствии патогенности спор *L. muscarium* и токсичности вертициллина М в отношении клещей *A. swirskii* при таком способе внесения грибных биопрепаратов. Однако, негативное влияние обработок листьев проявилось в снижении прироста численности хищных клещей по сравнению с контролем на 18.7% и на 25.3%, под действием спор и вертициллина М, соответственно. Это может быть результатом репеллентного, антифидантного или овицидного действия биопрепаратов. Подобные не прямые эффекты отмечались при воздействии ЭГ на хищника *S. japonicum* и паразитоида *Eretmocerus* sp. в ходе совместного применения

грибов и энтомофагов против белокрылки *B. tabaci* (Ren et al., 2010), на жука-короеда *Ips sexdentatus* De Geer его хищника *Thanasimus formicarius* L. (Steinwender et al., 2010), на клопа *O. laevigatus* (Otieno et al., 2017). Конидии гриба *B. bassiana* проявляли репеллентность в отношении хищного клопа *Anthocoris nemorum* L. (Meyling, Pell, 2006) и семиточечной коровки *Coccinella septempunctata* L. (Ormond et al., 2011).

Результаты исследований, представленные в статье, указывают на возможность совместного применения спор энтомопатогенного гриба *L. muscarium* или вертициллина М с хищным клещом *A. swirskii* при условии выпусков хищника на защищаемые растения, предварительно обработанные грибными биопрепаратами. Необходимо избегать прямых обработок хищных клещей, питающихся на растениях. Отмеченное в процессе проведения опытов снижение прироста численности клещей свидетельствует о целесообразности дальнейшего детального изучения репеллентного, антифидантного и овицидного действия спор и вертициллина М на хищных клещей *A. swirskii* для оценки их влияния на плодовитость и дальнейшее развитие клещей.

Работа выполнена при поддержке РНФ (проект № 16-16-04079).

Библиографический список (References)

- Красавина ЛП, Белякова НА, Зуева ЛИ, Осемеж НС и др (2009) Способ разведения хищного клеща амблисейуса *Amblyseius cucumeris* Ond. Патент на изобретение RU 2351126.
- Митина ГВ, Борисов БА, Первушин АЛ, Чоглокова АА и др (2016) Штамм гриба *Lecanicillium muscarium*, обладающий инсектоакарицидной и антибиотической активностью для борьбы против сосущих вредителей, грибных и бактериальных болезней. Патент на изобретение RU 2598251.
- Митина ГВ, Козлова ЕГ, Пазюк ИМ (2018) Влияние биопрепарата вертициллин М на основе экстракта энтомопатогенного гриба *Lecanicillium muscarium* и его инсектицидных метаболитов на энтомофагов защищенного грунта. *Вестник защиты растений* 96(2):28–35. [http://www.doi.org/10.31993/2308-6459-2018-2\(96\)-28-35](http://www.doi.org/10.31993/2308-6459-2018-2(96)-28-35)
- Митина ГВ, Сокорнова СВ, Павлюшин ВА (2002) Выделение и изучение спектра действия фосфолипидов с инсектицидной активностью из энтомопатогенного гриба *Lecanicillium lecanii*. *Микология и фитопатология* 36(6):53–59
- Митина ГВ, Юзихин ОС, Исангалин ФШ, Якимов АП (2012) Выделение и изучение химической структуры токсина с инсектицидной активностью из гриба *Lecanicillium muscarium*. *Научное приборостроение* 22(2):3–10
- Ali S, Zhang C, Wang Z, Wang XM et al (2017) Toxicological and biochemical basis of synergism between the entomopathogenic fungus *Lecanicillium muscarium* and the insecticide matriline against *Bemisia tabaci* (Gennadius). *Sci Rep* 7:46558. <https://www.doi.org/10.1038/srep46558>
- Ansari MA, Pope EC, Carpenter S, Scholte EJ et al (2011) Entomopathogenic fungus as a biological control for an important vector of livestock disease: the *Culicoides* biting midge. *PLoS One* 6:e16108. <https://www.doi.org/10.1371/journal.pone.0016108>
- Bennison JA, Hockland S, Jacobson R (1990) Recent developments with integrated control of thrips on cucumber in the United Kingdom. *Bull. SROP / WPRS* 13(5):19–26
- Buitenhuis R, Murphy G, Shipp L, Scott-Dupree C (2015) *Amblyseius swirskii* in greenhouse production systems: a floricultural perspective. *Exp Appl Acarol* 65(4):451–464. <http://www.doi.org/10.1007/s10493-014-9869-9>
- Buxton J, Wardlow L (1992) Two years of trials with biological control programmes in all-year-round chrysanthemums. *Bulletin OEPP / EPPO* 22:503–511
- Calvo FJ, Bolckmans K, Belda JE (2012) Biological control-based IPM in sweet pepper greenhouses using *Amblyseius swirskii* (Acari: Phytoseiidae). *Biocontrol Sci Technol* 22 (12):1398–1416. <http://www.doi.org/10.1080/09583157.2012.731494>
- Cuthbertson AS, Blackburn L, Northing P, Luo W et al (2008) Further compatibility tests of the entomopathogenic fungus *Lecanicillium muscarium* with conventional insecticide products for control of sweetpotato whitefly, *Bemisia tabaci* on poinsettia plants. *Insect Sci* 15 (4):355–360. <https://www.doi.org/10.1111/j.1744-7917.2008.00221.x>
- Donka A, Sermann H, Buttner C (2008) Effect of the entomopathogenic fungus *Lecanicillium muscarium* on the predatory mite *Phytoseiulus persimilis* as a non-target organism. *Commun Agri Appl Biol Sci* 73:395–404
- De Faria MR, Wraight SP (2007) Mycoinsecticides and mycoacaricides: a comprehensive list with worldwide coverage and international classification of formulation types. *Biol Control* 43(3):237–256. <http://www.doi.org/10.1016/j.biocontrol.2007.08.001>

- Goettel MS, Koike M, Kim JJ, Aiuchi D et al (2008) Potential of *Lecanicillium* spp. for management of insects, nematodes and plant diseases. *J Invertebr Pathol* 98(3):256–261. <https://www.doi.org/10.1016/j.jip.2008.01.009>
- Hall RA (1981) The fungus *Verticillium lecanii* as a microbial insecticide against aphids and scales. In: Burges HD (ed) *Microbial Control of Pests and Plant Diseases 1970–1980*. London: Academic Press. 483–498
- Kanagaratnam P, Burges HD, Hall RA (1979) Integration of *Verticillium lecanii* and *Encarsia formosa* for whitefly control. The Glasshouse Crops Research Institute, Annual Report. 133–134
- Koppert BV. Mycotal: *Verticillium lecanii*-m. URL: <http://www.koppert.com> (29.04.2015)
- Lazreg F, Huang Z, Ali S, Ren S (2009) Effect of *Lecanicillium muscarium* on *Eretmocerus sp. nr. furuhashii* (Hymenoptera: Aphelinidae), a parasitoid of *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae). *J Pest Sci* 82(1):27–32. <http://www.doi.org/10.1007/s10340-008-0215-z>
- Liande W, Jian H, Minsheng Y, Xiong G et al (2007) Toxicity and feeding deterrence of crude toxin extracts of *Lecanicillium (Verticillium) lecanii* (Hyphomycetes) against sweet potato whitefly, *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). *Pest Management Science* 4(63):381–387. <http://www.doi.org/10.1002/ps.1359>
- Meyling NV, Pell JK (2006) Detection and avoidance of an entomopathogenic fungus by a generalist insect predator. *Ecol Entomol* 31(2):162–171
- Messelink GJ, Bloemhard CMJ, Sabelis MW, Janssen A (2013) Biological control of aphids in the presence of thrips and their enemies. *Biocontrol* 58(1):45–55. <http://www.doi.org/10.1007/s10526-012-9462-2>
- Momen F, Abdelkader M (2010) Fungi as food source for the generalist predator *Neoseiulus barkeri* (Hughes) (Acari: Phytoseiidae). *Acta Phytopathol Entomol Hung* 45(2):401–409. <http://www.doi.org/10.1556/APhyt.45.2010.2.18>
- Otieno JA, Pallmann P, Poehling HM (2017) Additive and synergistic interactions amongst *Orius laevigatus*, entomopathogens and azadirachtin for controlling western flower thrips. *BioControl* 62(1):85–95. <http://www.doi.org/10.1007/s10526-016-9767-7>
- Ormond EL, Thomas APM, Pell JK, Freeman SN et al (2011) Avoidance of a generalist entomopathogenic fungus by the ladybird, *Coccinella septempunctata*. *FEMS Microbiol Ecol* 77(2):229–237
- Püntener W (1981) *Manual for field trials in plant protection*. Basile: Documenta Ciba-Geigy. 2-nd. ed. 205p.
- Ravensberg WJ, Malais M, Van der Schaaf DA (1990) Applications of *Verticillium lecanii* in tomatoes and cucumbers to control whitefly and thrips. *SROP / WPRS Bulletin* 13(5):173–178
- Ren SX, Ali S, Huang Z, Wu JH (2010) *Lecanicillium muscarium* as microbial insecticide against whitefly and its interaction with other natural enemies. *Microbiol Microbiol Biotechnol* 2(1):339–348
- Ryo T, Yosataka S, Katsuo T (2012) Development and oviposition of *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot fed on cucurbit powdery mildew *Sphaerotheca cucurbitae* (Jaczewski) Zhao or sooty mold *Capnodium* sp. *Kyushu Plant Protection Res* 58:53–58. <http://www.doi.org/10.4241/kyubyochu.58.53>
- Steinwender BM, Krenn HW, Wegensteiner R (2010) Different effects of the insectpathogenic fungus *Beauveria bassiana* (Deuteromycota) on the bark beetle *Ips sexdentatus* (Coleoptera: Curculionidae) and on its predator *Thanasimus formicarius* (Coleoptera: Cleridae). *J Plant Dis Prot* 1(117):33–38. <http://www.doi.org/10.1007/BF03356331>
- Ullah MS, Lim UT (2017) Synergism of *Beauveria bassiana* and *Phytoseiulus persimilis* in control of *Tetranychus urticae* on bean plants. *Syst Appl Acarol* 22 (11):1924–1935. <http://www.doi.org/10.11158/saa.22.11.11>
- Van Lenteren JC (2012) The state of commercial augmentative biological control: plenty of natural enemies, but a frustrating lack of uptake. *Biocontrol* 57(1):1–20. <http://www.doi.org/10.1007/s10526-011-9395-1>
- Wu S, Zhang Y, Xu X, Lei Z (2016) Insight into the feeding behavior of predatory mites on *Beauveria bassiana*, an arthropod pathogen. *Sci Rep* 24062(6). <http://www.doi.org/10.1038/srep24062>
- Xu X, Enkegaard A (2010) Prey preference of the predatory mite, *Amblyseius swirskii* between first instar western flower thrips *Frankliniella occidentalis* and nymphs of the twospotted spider mite *Tetranychus urticae*. *J Insect Sci* 149(10):1–11. <http://www.doi.org/10.1673/031.010.14109>
- Zemek R, Prenerov E (1997) Powdery mildew (Ascomycotina: Erysiphales) – an alternative food for the predatory mite *Typhlodromus pyri* Scheuten (Acari: Phytoseiidae). *Exp Appl Acarol* 21(6-7):405–414. <http://www.doi.org/10.1023/A:1018427812075>

Translation of Russian References

- Krasavina LP, Belyakova NA, Zueva LI, Osemezh NS et al (2009) Method of breeding predatory mite *Amblyseius cucumeris* Ond. Invention patent RU 2351126. (In Russian)
- Mitina GV, Borisov AA, Choglokhova AA, Pervushin AL et al (2016) *Lecanicillium muscarium* fungus strain having insecto-acaricidal and antibiotic activity for fighting against sucking pests, fungal and bacterial diseases. Invention patent RU 2598251. (In Russian)
- Mitina GV, Kozlova EG, Pazyuk IM (2018) [Effect of biopreparation verticillin M based on the extract from entomopathogenic fungus *Lecanicillium muscarium* and its insecticidal metabolites on the entomophages in greenhouses]. *Vestnik zashchity rasteniy* 2(96):28–35 (In Russian) [http://www.doi.org/10.31993/2308-6459-2018-2\(96\)-28-35](http://www.doi.org/10.31993/2308-6459-2018-2(96)-28-35)
- Mitina GV, Sokornova SV, Pavlyushin VA (2002) [Isolation and study of the spectrum of action of phospholipids with insecticidal activity from the entomopathogenic fungus *Lecanicillium lecanii*]. *Mikologiya i fitopatologiya* 36(6):53–59 (In Russian)
- Mitina GV, Yuzikhin OS, Isangalin FSh, Yakimov AP (2012) [Isolation and study of the toxin chemical structure with insecticidal activity from the fungus *Lecanicillium muscarium*]. *Nauchnoye priborostroyeniye* 22(2):3–10 (In Russian)

EFFECT OF CONIDIA AND METABOLITES OF THE ENTOMOPATHOGENIC FUNGUS
LECANICILLIUM MUSCARIUM ON THE PREDATORY MITE *AMBLYSEIUS SWIRSKII*
AND ITS FEED MITE *CARPOGLYPHUS LACTIS*

G.V. Mitina*, L.P. Krasavina, O.V. Trapeznikova

All-Russian Institute of Plant Protection, St. Petersburg, Russia

*corresponding author, e-mail: galmit@rambler.ru

The main aim of this study is to assess the conditions for the joint application of the fungus *Lecanicillium muscarium* and the derivative of its mycelial extract verticillin M against the predatory mite *Amblyseius swirskii* and dried fruit mite *Carpoglyphus lactis*. The *Lecanicillium muscarium* spore suspension at concentration of 5×10^7 spores/ml and a laboratory sample of 0.5% solution of verticillin M were used. Mites were maintained on the artificial feed. Both species of mites showed high sensitivity when mite-containing forage was directly surface-sprayed. Mortality on the 3rd day after application of bioformulations reached 62% and 84% in average for *C. lactis* and *A. swirski*, respectively, whereas the growth of mite number was recorded in the control.

We also released the predatory mites on the leaves which were infested with the greenhouse whitefly and treated by the fungal spores and verticillin M before the experiment. We did not observe the direct toxic effect on the mites. The predator's number did not change during 6 days, but decreased on the 10th day as a result of forage decrease. Increasing the forage supply led to the increase of predatory mite numbers in all essays. However, the increment of predator's number on 16th day after treatment with fungal spores and verticillin M was lower than in control, the number of mites increased by 18% in the treated samples, whereas it increased by 25% in the control.

Key words: biocontrol, entomopathogenic fungi, predatory mites, greenhouse whitefly, side effects on beneficials

Received: 08.01.2019

Accepted: 05.03.2019

ХАРАКТЕРИСТИКА ГЕОГРАФИЧЕСКИ ОТДАЛЕННЫХ ПОПУЛЯЦИЙ
PYRENOPHORA TRITICI-REPENTIS ПО ВИРУЛЕНТНОСТИ
И ГЕНАМ ТОКСИНООБРАЗОВАНИЯ *TOXA* И *TOXB*

Н.В. Мироненко*, Н.М. Коваленко, О.А. Баранова

Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург

* ответственный за переписку, e-mail: nina2601mir@mail.ru

Создана коллекция из 183 моноконидиальных изолятов возбудителя желтой пятнистости пшеницы гриба *Pyrenophora tritici-repentis*, представляющая 7 популяций разного географического происхождения 2017 и 2018 годов: две «южные» популяции из Краснодарского края и Юго-Восточного Казахстана (Алматы), две «северные» – из Финляндии и Северозападного региона РФ, и три западносибирские – из Челябинской и Омской областей и Северного Казахстана. Определен расовый состав популяций и наличие генов *ToxA* и *ToxB* методом ПЦР. В тестируемых изолятах ген *ToxB* не был выявлен. «Южные» популяции на 100% состояли из изолятов, имеющих ген *ToxA* (*ToxA*⁺). В то же время фитопатологический тест на вирулентность не совпал с генетическим: 14% изолятов южно-казахстанской популяции и 61% краснодарской популяции не индуцировали некроз на листьях *Glenlea*, т.е. были не⁺ и не имели некроз индуцирующего токсина Ptr *ToxA* и других токсинов некроза. Противоположную ситуацию наблюдали в «северных» и западносибирских популяциях патогена: в них доля *ToxA*⁺ варьировала от 5.5% до 66%, но при этом доля не⁺ изолятов была существенно выше доли *ToxA*⁺ изолятов. Этот факт свидетельствует о преобладании в этих популяциях изолятов, продуцирующих некроз индуцирующие токсин(ы), отличные от Ptr *ToxA*. Результаты нашей работы позволяют предположить, что, во-первых, патосистема *P. tritici-repentis* – пшеница не ограничена взаимодействиями трех некротрофных эффекторов (Ptr *ToxA*, Ptr *ToxB*, Ptr *ToxC*) и трех генов восприимчивости (*Tsn1*, *Tsc1*, *Tsc2*), а, вероятно, включает иные добавочные эффекторы и гены восприимчивости и, во-вторых, в «южных» популяциях патогена получают преимущество изоляты с нарушенной

экспрессией гена *ToxA*. Сохранение в «южных» популяциях изолятов *ToxA⁺ nec* свидетельствует о существовании дополнительных функций гена *ToxA*, играющих роль в повышении конкурентоспособности изолятов гриба.

Ключевые слова: *Pyrenophora tritici-repentis*, популяция, некротрофный эффект, *ToxA*, *ToxB*, некроз, пшеница

Поступила в редакцию: 05.02.2019

Принята к печати: 27.02.2019

Введение

Желтая пятнистость листьев, вызываемая гембиотрофным грибом *Pyrenophora tritici-repentis* Drechsler – вредоносное заболевание пшеницы, распространившееся практически по всей территории России с момента ее первого обнаружения в Краснодарском крае в 1985 году (Гранин, 1989). Начиная с 2005 года, наблюдается расширение ареала популяции патогена в северном направлении (Михайлова и др., 2014, 2015). К настоящему времени фитопатологическими и молекулярно-генетическими методами в России определены три самостоятельных географических популяции патогена – северокавказская, северозападная и западносибирская (Михайлова и др., 2014; Мироненко и др., 2016).

Обычные симптомы, индуцируемые грибом на восприимчивых сортах пшеницы, выглядят как некротические повреждения эллипсоидной формы золотисто-желтого, иногда оранжевого, цвета, окруженные желтым ореолом. При благоприятных условиях для развития болезни пятна сливаются и образуют обширную область мертвой ткани листа. Известно, что патоген продуцирует хозяин-специфичные токсины, также называемые некротрофными эффекторами (necrotrophic effectors – NE), которые индуцируют симптомы некроза или хлороза при взаимодействии с соответствующими им генами восприимчивости. У *P. tritici-repentis* идентифицированы три грибных NE: Ptr ToxA, Ptr ToxB и Ptr ToxC, которые взаимодействуют с генами восприимчивости *Tsn1*, *Tsc2* и *Tsc1*, соответственно (Ciuffetti et al., 1997; 2010). В зависимости от способности патогена продуцировать один или комбинацию из 2–3-х NE, различают 8 рас: расы 2, 3 и 5 продуцируют по одному NE – Ptr ToxA, Ptr ToxC и Ptr ToxB, соответственно; расы 1, 6 и 7 продуцируют по два NE (раса 1 – Ptr ToxA+ Ptr ToxC; раса 6 – Ptr ToxB+Ptr ToxC и раса 7 – Ptr ToxA+Ptr ToxB); раса 8 – все три NE; раса 4 не продуцирует известных NE (Lamari et al., 1998). Для двух белковых NE – Ptr ToxA и Ptr ToxB разработаны методы молекулярной идентификации генов, детерминирующих их синтез в мицелии гриба

– *ToxA* и *ToxB*, соответственно (Andrie et al., 2007). Заметим, что один из NE – Ptr ToxA, считается привнесенным в геном *P. tritici-repentis* путем горизонтального переноса от *Parastagonospora nodorum* Quaedvlieg, Verkley & Crous, что повлекло за собой сильное возрастание вирулентности и агрессивности некогда малозаметного патогена пшеницы (Friesen et al., 2006). Наличие генов должно свидетельствовать о возможности изолята синтезировать тот или иной токсин. Однако в последнее время появилось много сообщений об обнаружении изолятов *P. tritici-repentis*, у которых генотип токсинообразования не соответствует фенотипу, определяемому по реакции сортов-дифференциаторов. С одной стороны, это изоляты, продуцирующие некроз и хлороз на листьях пшеницы, но не имеющие в генотипе генов *ToxA* и *ToxB*. Предполагают, что они продуцируют новые дополнительные к известным трем NE (Мироненко и др., 2015; Andrie et al., 2007; See et al., 2018; Moreno et al., 2015; Guo et al., 2018) и поэтому не вписываются в современную классификацию рас патогена. С другой стороны, встречаются изоляты, имеющие ген *ToxA*, но не продуцирующие соответствующих токсинов (Мироненко и др., 2015; Мироненко и др., 2018; Benslimane, 2018; Faris et al., 2012). Такие случаи можно объяснить различными причинами: мутациями в гене или нарушениями его транскрипционной активности.

Изучение изолятов *P. tritici-repentis* из различных географических популяций, имеющих ген *ToxA* (*ToxA⁺*) и не продуцирующих некроз (*nec*), представляет особый интерес, так как позволяет проследить судьбу чужеродной транслокации гена-эффектора *ToxA* в различных экологических условиях.

Цель настоящего исследования – проанализировать коллекцию изолятов *P. tritici-repentis* из южных, северных и западносибирских регионов (РФ, Финляндия и Казахстан) по расовому составу и наличию в них генов *ToxA* и *ToxB*.

Материалы и методы

Были созданы коллекции моноконидиальных изолятов возбудителя желтой пятнистости пшеницы гриба *P. tritici-repentis*, выделенных из зараженных листьев пшеницы в 2017–2018 годы. Инфекционный материал был прислан из Северного и Юго-Восточного Казахстана (Институт

биологии и биотехнологии растений, Алматы, Казахстан, А.М. Кохметова), и из Краснодарского края (ВНИИБЗР, Кремнева О.Ю.), а также собран нами в Финляндии, Омской, Челябинской, и Ленинградской области РФ (табл. 1).

Таблица 1. Происхождение популяций *Pyrenophora tritici-repentis*

Географическое происхождение	Число изолятов	Год сбора инфекционного материала	Обозначение популяции
Северо-Запад России, Новгородская область	32	2018	С-З
Северный Кавказ, Краснодарский край	38	2017	Кр
Западная Сибирь, Омская область	20	2018	Ом
Уральский федеральный округ, Челябинская область	17	2017	Чел
Финляндия, г. Турку	21	2017	Ф
Юго-Восточный Казахстан, г. Алматы	30	2018	ЮВКаз
Северный Казахстан, Северо-казахстанская область	25	2017	СКаз

Выделение и размножение культуры гриба *P. tritici-repentis* выполняли по методике Л.А. Михайловой с соавт. (2002). Анализ вирулентности проводили с помощью бензимидазольного метода на отрезках листьев. Расовую принадлежность, выявляемую по способности изолятов *P. tritici-repentis* к образованию токсинов Ptr ToxA, Ptr ToxB и Ptr ToxC, определяли с помощью инокуляции сорта Glenlea, линий 6B662 и 6B365 – по наличию некроза и хлороза на листьях пшеницы (Lamari et al., 1998). ДНК

изолятов выделяли известным методом (Murray, Thompson, 1980). Идентификацию генов *ToxA* и *ToxB* проводили с помощью ПЦР с геноспецифичными праймерами (Andrie et al., 2007). В качестве положительного контроля для редко встречаемого у изолятов гриба гена *ToxB* мы использовали изоляты греческого происхождения из нашей коллекции, дающие четкие продукты амплификации с праймерами на ген *ToxB*.

Результаты

Создана коллекция из 183 моноконидиальных изолятов, выделенных из пораженных листьев мягкой пшеницы, собранных в разных регионах России и Казахстана, а также Финляндии в 2017–2018 годы (табл.1). Коллекция представлена 7-ю географически отдаленными популяциями

патогена. Определен расовый состав популяций с использованием сортов-дифференциаторов. Одновременно создана коллекция образцов ДНК этих изолятов и с помощью ПЦР, определено наличие или отсутствие в них генов *ToxA* и *ToxB* (Andrie et al., 2007) (табл. 2)

Таблица 2. Расовый состав популяций *P. tritici-repentis*

Раса	Фенотип расы, определенный на сортах-дифференциаторах (токсины некроза и хлороза)	Число изолятов (%) в популяциях <i>P. tritici-repentis</i> разного географического происхождения:						
		южные		северные		западносибирские		
		ЮВКаз	Кр	С-3	СКаз	Чел	Ом	Ф
1	Ptr ToxA*, Ptr ToxC**	37	13	34	40	23	20	19
2	Ptr ToxA	3	10	20	30	45	0	19
7	Ptr ToxA, Ptr ToxB**	13	3	0	0	5	5	0
8	Ptr ToxA, Ptr ToxB, ToxC	33	13	14	5	9	9	38
Доля изолятов пес ⁺ (%)		86	39	68	75	82	34	76
3	Ptr ToxC	7	0	27	5	0	33	4
4	Не образует токсины	7	61	5	17	18	33	10
5	Ptr ToxB	0	0	0	3	0	0	0
6	Ptr ToxB, Ptr ToxC	0	0	0	0	0	0	10
Доля изолятов пес ⁻ (%)		14	61	32	25	18	66	24
Доля изолятов, имеющих ген <i>ToxA</i>		100	100	34	44	25	5.5	66

* – токсин Ptr ToxA, индуцирующий некроз на восприимчивом сорте,

** – токсины Ptr ToxB и Ptr ToxC, индуцирующие хлороз на восприимчивом сорте

Пример идентификации генов *ToxA* и *ToxB* методом ПЦР (Andrie et al., 2007) в северо-казахстанской популяции приведен на рисунке. *ToxB* не был обнаружен нами в изученных популяциях. Об отсутствии в изолятах *P. tritici-repentis* из российских популяций гена *ToxB* мы сообщали ранее (Мироненко и др., 2015). В данной работе мы подтвердили сделанный нами ранее вывод. Полученный результат согласуется с известными работами, в которых также не выявлен ген *ToxB* в изолятах *P. tritici-repentis*, индуцирующих хлороз на восприимчивом сорте пшенице (Ali et al., 2010). Например, в 119 изолятах австралийских популяций патогена не был выявлен ген *ToxB* (Antoni et al., 2010); из 57 изолятов из Аргентины только один имел ген *ToxB* (Moreno et al., 2015).

Ген *ToxA*, напротив, часто встречался в изолятах, но с разной частотой в разных популяциях. Популяции Кр и ЮВКаз, условно обозначенные как «южные», на 100% состояли из изолятов *ToxA*⁺, тогда как в «северных» и западносибирских (С-3, Ом, Чел, Ф, СКаз) их частота варьировала от 5.5% до 66% (табл. 1). В то же время, фитопатологический тест на вирулентность не совпал с генетическим: 14% изолятов популяции ЮКаз и 61% популяции Кр не индуцировали некроз на листьях Glenlea, т.е. были пес⁻, и, несмотря на присутствие гена *ToxA*, не имели продукта этого гена – некроз индуцирующего токсина Ptr ToxA (табл. 2).

Верхний гель: диагностика гена *ToxA* – диагностический продукт амплификации размером 573 п.н.; №13, 15, 16 – аномальный размер гена *ToxA* более 2000 п.н.; Фин18 – позитивный контроль для гена *ToxA*. Средний гель: продукты амплификации гена «домашнего хозяйства» – хитинсинтазы (CHS). Нижний гель: диагностика гена *ToxB* – диагностический продукт амплификации размером 275 п.н. только у изолята из греческой популяции (Гр12), взятого в качестве позитивного контроля. М – маркеры молекулярных весов 50 п.н.

Можно предположить, что изоляты *ToxA*⁺ пес⁻ характеризуются нарушенной экспрессией гена *ToxA*. Факт сохранения в популяции патогена такого большого числа изолятов с неактивным геном может косвенно свидетельствовать о дополнительной функции гена *ToxA*, кроме детерминации синтеза токсина, увеличивающей конкурентноспособность изолятов. По мнению Н. Benslimane (2018) присутствие в изолятах *P. tritici-repentis* гена *ToxA*, несмотря на отсутствие симптомов, вызываемых продуктом этого гена, можно объяснить существованием в геноме гриба новых еще неизвестных гомологов гена *ToxA*. В работе сообщается о наличии гена *ToxA* в изоляте, неспособном индуцировать некроз на *Glenlea* (Benslimane, 2018). В нашей работе мы обнаружили большое количество таких изолятов в «южных» популяциях патогена. Отсутствие продукта гена *ToxA* также можно объяснить мутацией,

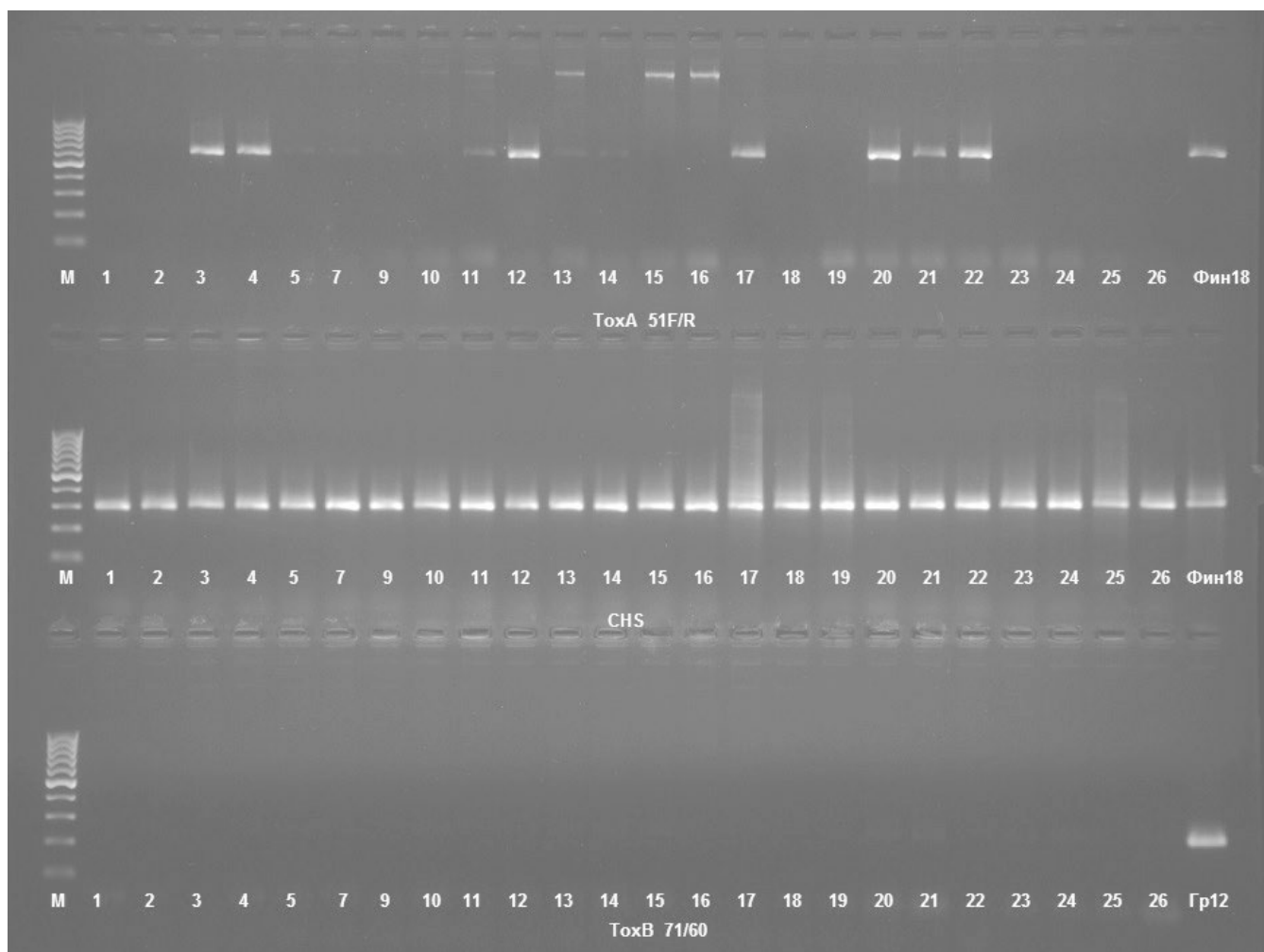


Рисунок. Идентификация генов *ToxA* и *ToxB* в изолятах северо-казахстанской популяции *P. tritici-repentis*

локализованной в начале кодирующей последовательности, не входящей в область участка, амплифицируемого диагностическими для гена праймерами. Также это может быть результатом одной или более мутаций в промоторе гена, которые могут сильно влиять на экспрессию гена.

Противоположную ситуацию мы наблюдали в «северных» и западносибирских популяциях патогена: доля *ToxA*⁺ варьировала от 5.5% до 66% (табл. 1), но при этом доля *nes*⁺ изолятов была существенно выше доли *ToxA*⁺ изолятов – от 34 до 82% (табл. 2). Этот факт свидетельствует о преобладании в «северных» и западносибирских популяциях изолятов, продуцирующих некротрофные токсин(ы), отличные от *Ptr ToxA*. На материале 40 австралийских сортов пшеницы показано, что нет 100% ассоциации между наличием гена *ToxA* и его продукта – некротрофного белкового токсина *Ptr ToxA*, в изоляте патогена и присутствием в сорте гена восприимчивости *Tsn1* (See et al., 2018). Авторы сделали вывод, что *ToxA* не является основным фактором, обуславливающим развитие болезни в некоторых генотипах сортов

пшеницы с геном *Tsn1*, и существуют иные дополнительные эффекторы.

Подобные факты описаны еще в нескольких работах (Moreno et al., 2015; Guo et al., 2018), и они доказывают, что патосистема *P. tritici-repentis* – пшеница не ограничена взаимодействиями трех некротрофных эффекторов (*PtrToxA*, *PtrToxB*, *PtrToxC*) и трех генов восприимчивости (*Tsn1*, *Tsc1*, *Tsc2*), а, вероятно, включает иные дополнительные эффекторы и гены восприимчивости или иные типы взаимоотношений паразита и хозяина.

Важно понять, является ли продукт гена *ToxA* фактором патогенности гриба на юге РФ? Если в краснодарской популяции 61% изолятов отнесены к расе 4, несмотря на то, что они имеют ген *ToxA*, то нет доказательства, что остальные 39% *ToxA*⁺ изолятов проявляют свойства патогенности именно за счет токсина *Ptr ToxA*. Разобраться в этом вопросе помогут будущие исследования экспрессии гена *ToxA* в изолятах патогена *in vitro* и *in planta* при заражении грибом восприимчивых сортов пшеницы.

Обсуждение

Экологические условия, в которых существует популяция фитопатогена, оказывают существенное влияние на механизмы патогенеза: изменяют роль основных факторов патогенности и конкурентоспособность изолятов с различными эффекторами. За период 2017–2018 гг наблюдается тенденция увеличения доли *nes*⁺ изолятов *P. tritici-repentis*

с одновременным возрастанием доли *ToxA*⁺ изолятов до 100% в «южных» популяциях по сравнению с «северными» и западносибирскими. Это означает, что часть изолятов *ToxA*⁺ *nes*⁺, которая, например, в краснодарской популяции 2017 года составила 61%, несет ген эффектора с нарушенной экспрессией. Этот факт заслуживает

внимания и является предметом наших дальнейших исследований. В «северных» популяциях преобладают изоляты, продуцирующие некротизирующие токсин(ы), отличные от Ptr ToxA. Сохранение в «южных» популяциях

изолятов ToxA⁺ нес свидетельствует о существовании дополнительных функций гена *ToxA*, играющих роль в повышении конкурентоспособности изолятов гриба.

Благодарности. Выражаем благодарность Кохметовой А.М. (Институт биологии и биотехнологии растений, г. Алматы, Казахстан) и Кремневой О.Ю. (Всероссийский научно-исследовательский институт биологической защиты растений, г. Краснодар) за присланный инфекционный материал.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 18-04-00128а.

Библиографический список (References)

- Гранин ЕФ, Монастырская ЭМ, Краева ГА, Кочубей КЮ (1989) Пиренофороз озимой пшеницы на Северном Кавказе. *Защита растений* 12. 21
- Мироненко НВ, Баранова ОА, Коваленко НМ, Михайлова ЛА (2015) Частота гена *ToxA* в популяциях *Pyrenophora tritici-repentis* на Северном Кавказе и северо-западе России. *Микология и фитопатология* 49(5):325–329
- Мироненко НВ, Баранова ОА, Коваленко НМ, Михайлова ЛА и др (2016) Генетическая структура популяций *Pyrenophora tritici-repentis*, существующих на территории России, по микросателлитным маркерам. *Генетика* 52(8):885–894. <http://www.doi.org/10.7868/S0016675816080099>
- Мироненко НВ, Баранова ОА, Коваленко НМ, Афанасенко ОС и др (2017) Селективное влияние сортов пшеницы с геном *Tsn1* на формирование популяции возбудителя желтой пятнистости *Pyrenophora tritici-repentis*. *Вестник защиты растений* 3(93):23–27
- Мироненко НВ, Коваленко НМ (2018) Особенности взаимодействия генов *Tsn1* и *ToxA* в патосистеме *Triticum aestivum* – *Pyrenophora tritici-repentis*. *Вестник защиты растений* 2(96):12–16. [http://doi.org/10.31993/2308-6459-2018-2\(96\)-12-16](http://doi.org/10.31993/2308-6459-2018-2(96)-12-16)
- Михайлова ЛА, Гультьева ЕИ, Кокорина НМ (2002) Лабораторные методы культивирования возбудителя желтой пятнистости пшеницы *Pyrenophora tritici-repentis*. *Микология и фитопатология* 36(1):63–67
- Михайлова ЛА, Мироненко НВ, Коваленко НМ (2014) Популяции *Pyrenophora tritici-repentis* на северном кавказе и северо-западе России: расовый состав и динамика вирулентности. *Микология и фитопатология* 48(6):393–400
- Михайлова ЛА, Коваленко НМ, Мироненко НВ, Россеева ЛП (2015) Популяции *Pyrenophora tritici-repentis* на территории России. *Микология и фитопатология* 49(4):257–261
- Ali S, Gurung S, Adhikari TB (2010) Identification and characterization of novel isolates of *Pyrenophora tritici-repentis* from Arkansas. *Plant Disease* 94(2):229–235. <https://www.doi.org/10.1094/PDIS-94-2-0229>
- Andrie RM, Pandelova I, Ciuffetti LM (2007) A combination of phenotypic and genotypic characterization strengthens *Pyrenophora tritici-repentis* race identification. *Phytopathology* 97(6):694–701. <https://www.doi.org/10.1094/PHYTO-97-6-0694>
- Antoni EA, Rybak K, Tucker MP Hane JK et al (2010) Ubiquity of *ToxA* and absence of *ToxB* in Australian populations of *Pyrenophora tritici-repentis*. *Australasian Plant Pathol* 39:63–68
- Benslimane H (2018) Virulence phenotyping and molecular characterization of a new virulence type of *Pyrenophora tritici-repentis* the causal agent of tan spot. *Plant Pathol* 34(2):139–142. <https://doi.org/10.5423/PPJ.NT.07.2017.0150>
- Ciuffetti LM, Tuuori RP, Gaventa JM (1997) A single gene encodes a selective toxin causal to the development of tan spot of wheat. *The Plant Cell* 9:135–144. <http://www.doi.org/10.1105/tpc.9.2.135>
- Ciuffetti LM, Manning VA, Pandelova I, Betts MF (2010) Host-selective toxins, Ptr ToxA and Ptr ToxB, as necrotrophic effectors in the *Pyrenophora tritici-repentis* – wheat interaction. *New Phytologist* 187(4):911–919. <https://www.doi.org/10.1111/j.1469-8137.1986.tb00629.x>
- Faris JD, Abeyssekara NS, McClean PE, Xu SS et al (2012) Tan spot susceptibility governed by the *Tsn1* locus and race nonspecific resistance quantitative trait loci in a population derived from the wheat lines Salamouni and Katepwa. *Mol Breed* 30:1669–1678. <http://www.doi.org/10.1007%2Fs11032-012-9750-7>
- Friesen TL, Stukenbrock EH, Liu Z, Meinhardt S et al (2006) Emergence of a new disease as a result of interspecific virulence gene transfer. *Nat Genet* 38(8):953–956. <https://www.doi.org/10.1038/ng1839>
- Guo J, Shi G, Liu Z (2018) Characterizing virulence of the *Pyrenophora tritici-repentis* isolates lacking both *ToxA* and *ToxB* genes. *Pathogens* 7(3):74. <http://www.doi.org/10.3390/pathogens7030074>
- Lamari L, Gilbert J, Tekauz A (1998) Race differentiation in *Pyrenophora tritici-repentis* and survey of physiologic variation in western Canada. *Can J Plant Pathol* 20:396–400
- Moreno MV, Stenglein S, Perello AE (2015) Distribution of races and Tox genes in *Pyrenophora tritici-repentis* isolates from wheat in Argentina. *Trop Plant Pathol* 40(2):141–146. <http://www.doi.org/10.1007%2Fs40858-015-0011-2>
- Murray HG, Thompson WF (1980) Rapid isolation of high molecular weight DNA. *Nucleic Acids Research* 8:4321–4325
- See PT, Marathamuthu KA, Iagallo EM, Oliver RP et al (2018) Evaluating the importance of the tan spot *ToxA-Tsn1* interaction in Australian wheat varieties. *Plant Pathol* 67. 1066–1075. <http://www.doi.org/10.1111/ppa.12835>

Translation of Russian References

- Granin EF, Monastyrskaya EM, Kraeva GA, Kochubey KYu (1989) Pyrenophorosis of winter wheat in the North Caucasus. *Zashchita rasteniy* 12. 21 (In Russian)
- Mikhailova LA, Gulyaeva EI, Kokorina NM (2002) [Laboratory methods of cultivation of wheat tan spot causal agent *Pyrenophora tritici-repentis*]. *Mikologiya i fitopatologiya* 36(1):63–67 (In Russian)
- Mikhailova LA, Mironenko NV, Kovalenko NM (2014) [Populations of *Pyrenophora tritici-repentis* in the North Caucasus and Northwestern Russia: racial composition and dynamics of virulence]. *Mikologiya i fitopatologiya* 48(6):393–400 (In Russian)
- Mikhailova LA, Kovalenko NM, Mironenko NV, Rosseeva LP (2015) [Populations of *Pyrenophora tritici-repentis* in Russia]. *Mikologiya i fitopatologiya* 49(4):257–261 (In Russian)
- Mironenko NV, Baranova OA, Kovalenko NM, Mikhailova LA (2015) [Frequency of ToxA gene in North Caucasian and Plant Protection News, 2019, 1(99), p. 24–29
- Northwestern Russian populations of *Pyrenophora tritici-repentis*]. *Mikologiya i fitopatologiya* 49(5):325–329 (In Russian)
- Mironenko NV, Baranova OA, Kovalenko NM, Mikhailova LA et al (2016) Genetic structure of the Russian populations of *Pyrenophora tritici-repentis*, determined with microsatellite markers. *Rus J Genet* 52(8):771–779. <http://www.doi.org/10.1134%2FS1022795416080093>
- Mironenko NV, Baranova OA, Kovalenko NM, Afanasenko OS et al (2017) Selective influence of wheat cultivars with Tsn1 gene on the formation of tan spot causative agent *Pyrenophora tritici-repentis* population. *Vestnik zashity rasteniy* 3(93):23–27 (In Russian)
- Mironenko NV, Kovalenko NM (2018) [Peculiarities of interaction of Tsn1 and ToxA genes in *Triticum aestivum* – *Pyrenophora tritici-repentis* pathosystem]. *Vestnik zashity rasteniy* 2(96):12–16 (In Russian) [http://doi.org/10.31993/2308-6459-2018-2\(96\)-12-16](http://doi.org/10.31993/2308-6459-2018-2(96)-12-16)

OECD+WoS: 1.06+RQ

[http://doi.org/10.31993/2308-6459-2019-1\(99\)-24-29](http://doi.org/10.31993/2308-6459-2019-1(99)-24-29)

Full-text article

CHARACTERISTICS OF THE GEOGRAPHICALLY DISTANT POPULATIONS
OF *PYRENOPHORA TRITICI-REPENTIS* IN TERMS OF VIRULENCE
AND *TOXA* AND *TOXB* TOXIN-FORMING GENES

N.V. Mironenko*, N.M. Kovalenko, O.A. Baranova
All-Russian Institute of Plant Protection, St. Petersburg, Russia

* corresponding author; e-mail: nina2601mir@mail.ru

A collection of 183 monoconidial isolates of the causal agent of wheat tan spot *Pyrenophora tritici-repentis* was created. It is represented by 7 populations of different geographical origins isolated in 2017 and 2018: two “southern” populations from Krasnodar and South Kazakhstan (Almaty), two “northern” populations – from Finland and the Northwest and West Siberian (Northern Kazakhstan, Chelyabinsk and Omsk) regions of Russian Federation. The composition of races in populations and the presence of the *ToxA* and *ToxB* genes in the pathogen isolates were determined by PCR. *ToxB* gene was not detected in the isolates tested. All southern population isolates possessed *ToxA* gene (*ToxA*⁺). However, the results of virulence assays and genetic tests did not coincide: 14% of the isolates from the South Kazakhstan population and 61% of the Krasnodar population did not induce necrosis on the leaves of *Glenlea*, i.e. they were nec⁻, and did not possess the necrosis inducing toxin Ptr *ToxA* and other necrosis toxins. The opposite situation was observed in the “northern” and Western Siberian populations of the pathogen with the *ToxA*⁺ fraction varying from 5.5% to 66%, but the quote of nec⁺ isolates was significantly higher than that of *ToxA*⁺ isolates. This finding indicates the dominance of isolates producing necrosis-inducing toxin(s) other than Ptr *ToxA* in these populations. Our work shows that the *P. tritici-repentis*-wheat pathosystem is not restricted to the interactions of three necrotrophic effectors (*ToxA*, *ToxC*, *ToxB*) and three susceptibility genes (*Tsn1*, *Tsc1*, *Tsc2*) and probably involves other additional effectors and susceptibility genes or other types of parasite-host relationships. Additionally, the isolates with impaired *ToxA* gene expression prevail in the southern populations of the pathogen. The maintenance of *ToxA*⁺ nec⁻ isolates in the southern populations indicates the existence of additional functions of the *ToxA* gene, important for the competitiveness of the fungal isolates.

Key words: *Pyrenophora tritici-repentis*, population, necrotrophic effector, *ToxA*, *ToxB*, necrosis, wheat

Received: 05.02.2019

Accepted: 27.02.2019

ПРИМЕНЕНИЕ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА, ФУНГИЦИДОВ, ГЕРБИЦИДОВ И ИХ КОМПОЗИЦИЙ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЛЬНА

М.Б. Алибеков¹, О.А. Савоськина¹, Н.А. Кудрявцев², Л.А. Зайцева^{2*}

¹Российский государственный аграрный университет – Московская сельскохозяйственная академия имени К.А. Тимирязева, Москва

²Федеральный научный центр лубяных культур, Тверь

* Ответственный за переписку, e-mail: mila.zaytseva.2018@mail.ru

Установлено, что обработка семян льна препаратом Авибиф С позволяет уменьшать на 50% расход протравителя ТМТД без снижения (и даже с эффектом повышения против бактериальных болезней) общего фитосанитарного эффекта. Сочетание препарата Авибиф П с гербицидами (Хармони + Кортес + Тарга Супер) ускорило рост растений, увеличивало их выживаемость к периоду уборки на 1.6–3.8%. Применение Авибифа (С и П) способствовало формированию большей (на 6.6–10.6%) технической длины стебля, лучшей по качеству льносоломой. Применение Авибифа С для обработки семян (как в чистом виде, так и в сочетании с ТМТД) обеспечило, по отношению к стандартному варианту, достоверное повышение урожайности льносоломой на 36.0–36.6%, льносемян на 39.6–40.7%. Добавление Авибифа П в гербицидную смесь повышало урожайность льносоломой на 13.5–39.1%, льносемян – на 12.9–38.9%. Стоимость дополнительной льнопродукции, полученной от применения Авибифа (С и П), как эффективного нового элемента технологии возделывания льна-долгунца, превосходила затраты на его реализацию более, чем в 11 раз.

Ключевые слова: пестициды, Авибиф, ТМТД, Хармони, Кортес, Тарга Супер, эффективность, сохранение урожая

Поступила в редакцию: 09.01.2019

Принята к печати: 14.03.2019

Введение

Получение стабильных урожаев сельскохозяйственных культур в современных условиях при воздействии участвовавших абиотических стрессов является приоритетным направлением аграрной науки. Во многих странах мира использование регуляторов роста считается необходимым приёмом, положительно влияющим на устойчивость культурных растений к болезням и другим стрессовым факторам (Прусакова и др., 2005).

Кроме общих вопросов экологизации при возделывании льна важно учитывать, что волокно и семена этой культуры используются как незаменимое сырьё для производства тканей и материалов, имеющих особые гигиенические, стратегические технологические свойства (в частности, перевязочных средств в медицине, ракетного, торпедного топлива, взрывчатых веществ в ВПК, лекарственных препаратов, масла пищевого и специального назначения). Эта продукция должна быть качественной и не должна содержать выше допустимого уровня остаточных количеств пестицидов (Кудрявцев, Зайцева, 2014; 2016).

Повышение устойчивости культурных растений к болезням и другим стрессовым факторам достигается различными способами, важнейшими из которых являются оптимизация минерального питания, внедрение сортов, приспособленных к конкретным природным зонам и использование регуляторов роста растений (РРР) – антистрессовых соединений различной природы (Рассохин, 2008; Шаповал и др., 2014; Ниловская, Осипова, 2009). Стрессы, возникающие на отдельных этапах органогенеза растений, приводят к нарушению их метаболических функций, генеративного развития, повреждению структур и в результате этого к снижению продуктивности. Применение соединений, индуцирующих комплекс защитных

реакций, нивелирует негативное воздействие неблагоприятных факторов и способствует сохранению урожая сельскохозяйственных культур (Чирков, 2009; Вихрева и др., 2011).

К соединениям, защищающим сельскохозяйственные культуры от стрессовых ситуаций, относятся препараты серии Авибиф – полифункциональные, водорастворимые полимеры в виде водорастворимых концентратов. Известно, что базовый препарат этой серии Авибиф, ВРК (полидиаллилдиметиламмоний хлорид, 150 г/л) смягчает, например, гербицидный стресс, обладает антибактериальным, фунгипротекторным и ростактивирующим действием, что положительно сказывается на продуктивности сельскохозяйственных культур и улучшении качества их урожая (Шаповал и др., 2014).

Препарат совместим с пестицидами и минеральными удобрениями, быстро полностью растворяется в воде, обеспечивая приготовление качественного рабочего раствора. Препарат Авибиф, ВРК был зарегистрирован в «Государственном каталоге пестицидов и агрохимикатов, разрешённых к применению на территории Российской Федерации» (Список пестицидов и агрохимикатов ..., 2014) и находил применение при возделывании зерновых, зернобобовых, овощных и других культур. Ко времени начала нашей работы были созданы новые препараты Авибиф С, ВРК (150 г/л) для предпосевной обработки семян и Авибиф П, ВРК (150 г/л) для опрыскивания посевов сельскохозяйственных культур. Позднее, с учетом результатов наших испытаний, в «Государственном каталоге...» были зарегистрированы предназначенные для обработки семян и посевов препараты, содержащие аналогичное д.в., – под

названиями Артафит и Матрица Роста (Список пестицидов и агрохимикатов ..., 2018).

Цель данной работы заключалась в изучении влияния на фитосанитарное состояние посевов и урожай

льна-долгунца новых препаративных форм регулятора роста Авибиф, ВРК и их композиций с другими пестицидами при разных способах обработки культуры.

Материалы и методы

Для реализации данной цели в 2014–2016 гг. на базе Всероссийского научно-исследовательского института льна в Торжокском районе Тверской области были проведены полевые эксперименты. Схема проведения исследований предусматривала: контроль – без обработки семян; стандартные варианты – обработка семян ТМТД, ВСК (400 г/л тирама) – 4 л/т и посевов – баковой смесью гербицидов Хармони СТС (750 г/кг тифенсульфурон-метила) – 10 г/га + Кортес, СП (750 г/кг хлорсульфурина) – 5 г/га + Тарга Супер, КЭ (1.6 г/л хизалофоп-П-этил) – 1.5 л/га, а также предпосевная обработка семян препаратом Авибиф С – 150 мл/т и в сниженной норме применения (75 мл/т) в смеси с фунгицидом ТМТД – 2 л/т, посевов – препаратом Авибиф П (150 мл/га) в смеси с баковой смесью гербицидов.

Методологию эксперимента предписывали методические указания по проведению полевых опытов со льном-долгунцом (Долгов, Ковалев, 1978), по регистрационным испытаниям пестицидов (Долженко, 2009а; 2009б; 2013). Постановка опыта и статистико-агрономическая оценка его результатов уточнялись в соответствии с методикой научной агрономии (Киришин, 2004; 2005). Учетная площадь каждой делянки полевого эксперимента 2014–2016 гг. – 25 м². Расположение делянок – рендомизированное, повторность – четырехкратная.

Почва на участках опыта – дерново-подзолистая, легкосуглинистая, среднекислая, со средним содержанием подвижного фосфора и калия.

Агротехника возделывания льна-долгунца в полевом опыте была общепринятая для зоны. Предшественником льна в севообороте были многолетние травы. Основная обработка почвы: после уборки предшественника – лущение жнивья и зяблевая вспашка. Весенняя обработка почвы складывалась из ранней и предпосевной культивации в 1 след с последующим боронованием в 2 следа перед посевом льна. Способ уборки и учета урожая культуры: ручное теребление льна (с вязкой в снопы) со всей учетной площади каждой делянки опыта, сушка снопов, поделяночный обмолот, очистка семян; сплошной учет урожая с пересчетом массы продукции после взвешивания на 100%-ную чистоту, 12%-ную влажность семян и 19%-ную влажность льносоломы.

Исследования проводили на сорте льна-долгунца «Ленок». Он выведен во ВНИИЛ методом гибридизации с последующим отбором на инфекционном фоне. Включен в Госреестр по Северо-Западному, Волго-Вятскому и Западно-Сибирскому регионам. Имеет следующие сортовые признаки: лист ланцетный, зеленый; лепесток голубой;

пыльник синий; рыльце голубое; коробочка шаровидная, светло-желтая; семена коричневые; масса 1000 семян в среднем 4.8 г. Сорт среднеспелый, высокоурожайный по семенам и волокну, высоковолокнистый (содержание волокна в стебле до 32.4%), считается устойчивым к ржавчине и фузариозу.

Агротемпературные условия вегетационных периодов 2014–2016 гг. были близкими к оптимальным для возделывания льна-долгунца (ГТК/по Т.Г. Селянинову составлял 1.4–1.6).

Сроки применения изучаемых препаратов при обработке семян – за неделю до посева (в начале мая каждого года), посевов – в фазе “елочки” льна (в июне каждого года) в соответствии с ранее разработанными нами рекомендациями (Кудрявцев, 1991). Способы применения: протравливание семян (инкрустирование) суспензиями препаратов Авибиф С (содержащих полимер, закрепляющийся на материале лучше, чем На КМЦ и другие традиционные пленкообразующие вещества) и ТМТД ВСК (стандарт, содержащий прилипатель фирмы «Август»), опрыскивание посевов в фазе “елочки” льна – рабочими составами композиций регулятора роста Авибиф П с баковой смесью гербицидов (Кортес – 5 г/га + Хармони – 10 г/га + Тарга Супер – 1.5 л/га); в стандартном варианте – опрыскивание посевов смесью тех же гербицидов (в тех же нормах применения) без регулятора роста. Используемая аппаратура – ручной протравочный аппарат и ранцевый опрыскиватель “Рапид”. Расход рабочей жидкости: для обработки семян – 10 л/т; для обработки посевов – 200 л/га.

Из вредных объектов в процессе исследований проявились болезни льна: антракноз (*Colletotrichum lini* Manns et Bolley), крапчатость/озонизм (*Ozonium vinogradovi* Kudr.), бактериоз (*Bacillus macerans* Schr.). Ежегодно на опытных делянках посевы льна-долгунца до обработки смесью гербицидов (или в смеси с препаратом Авибиф П) были засорены в основном двудольными однолетними яровыми растениями: торицей полевой (*Spergula arvensis* L.), пикульником обыкновенным (*Galeopsis tetrahit* L.), горцем вьюнковым (*Polygonum convolvulus* L.). Как яровые, в посевах льна проявлялись и зимующие растения: ромашка обыкновенная (*Matricaria chamomilla* L.), ярутка полевая (*Thlaspi arvense* L.), пастушья сумка обыкновенная (*Capsella bursa-pastoris* L.) Medik. Плотность двудольных сорняков ко времени фазы “елочки” льна достигала 40–60 экз./м². Злаковые сорняки, преимущественно пырей ползучий *Elytrigia repens* (L.) Nevsci, проявились с плотностью 10–12 стеблей/м².

Результаты

В результате работы выяснилось, что общая зараженность болезнями семян после их обработки регулятором роста Авибиф С (0.15 л/га) снизилась более чем на 30% по сравнению с необработанным контролем. Смесь его половинной нормы расхода (0.075 л/га) с традиционным

протравителем семян – ТМТД (в сниженной норме применения – 2 л/т) ещё более действенно снизила пораженность семян антракнозом и крапчатостью (в сумме дополнительно на 0.5%).

При фитопатологических учётах в поле также выявлена высокая эффективность обработки семян льна биологическим индуктором фитосанитарной устойчивости Авибиф С и его смесью с ТМТД – против болезней льна-долгунца (табл. 1). При этом было отмечено снижение распространённости антракноза, крапчатости и бактериоза всходов более чем на 10%, при 100% устранении сильной степени поражения растений болезнями.

Прорастание семян ускорялось на 2–3 суток в связи с их обработкой препаратом Авибиф С (0.15 л/т) или этим же препаратом в половинной норме применения (0.075 л/т) совместно с ТМТД (2 кг/т) в сравнении с контролем (без обработки семян) и стандартным вариантом (ТМТД (4 кг/т) без добавления Авибифа С).

В эксперименте проявился выраженный ростостимулирующий эффект применения нового препарата на льне-долгунце как в чистом виде, так и в сочетании с ТМТД. В условиях, когда полевая всхожесть в контрольном и стандартном вариантах не превышала 35.5–42.9%, при обработке семян препаратом Авибиф С или его смесью с ТМТД их полевая всхожесть составила 61.1–67.6% (при НСР₀₅ = 0.5%). Это позволило получить в новых вариантах опыта близкую к оптимальной густоту стеблестоя льна.

Опрыскивание вегетирующих растений льна препаратом Авибиф П (особенно в сочетании с обработкой семян

регулятором роста Авибиф С) оказало положительное влияние на сохранность стеблестоя льна к периоду уборки (83–100% против 63–93.8%, где регулятор роста в гербицидную смесь не добавляли при НСР₀₅ = 1.2%).

Для льна – долгунца важным показателем является техническая длина стебля. При наблюдении за динамикой роста льна по фазам его развития наблюдались различия по высоте растений в опытных вариантах. После химической обработки более высокие растения наблюдались в вариантах, где для предпосевной обработки семян льна применялся Авибиф С (в чистом виде или в смеси с ТМТД), а затем в гербицидную смесь добавляли препарат Авибиф П (табл. 2). Количество коробочек на растениях и семян в них заметно повышалось в связи с применением препаратов Авибифа (табл. 2).

Препарат не оказывал существенного влияния на биологическую эффективность гербицидов, образуя в смеси с ними пестицидно-полимерные нити, так как по сравнению со стандартным вариантом она повышалась на 2–3% (при НСР = 1.4%). Однако в других экспериментах мы получали более существенное повышение эффективности гербицидов при комбинировании с ними препарата Артафит, содержащего, как и препарат Авибиф, в качестве действующего вещества полидиаллилдиметиламмоний хлорид.

Таблица 1. Влияние регулятора роста Авибиф С и фунгицида ТМТД на поражённость всходов льна-долгунца болезнями (в среднем за 2014-2016 гг.)

Варианты опыта	Степень поражённости болезнями, %			В т.ч. с поражением в сильной степени, %*
	Антракнозом	Бактериозом	Крапчатостью	
Контроль (без обработки)	12.5	11.0	11.5	6.0
ТМТД, ВСК (4.0 л/т), стандарт	0.5	2.0	0.5	0.0
Авибиф С (0.15 л/т)	0.5	0.5	0.0	0.0
Авибиф С (0.075 л/т) + ТМТД (2.0 л/т)	0.5	1.0	0.5	0.0
m ± (ошибка полевого учета, %)	5.3	3.4	3.4	1.4

*Согласно существующей шкале сильная степень поражения растений льна болезнями соответствует 26-50% поражения их поверхности (Захарова и др., 2009).

Таблица 2. Влияние обработки семян и посевов различными препаратами на морфологические признаки растений льна (в среднем за 2014-2016 гг.)

Обработка семян	Варианты опыта Обработка посевов	Морфологические признаки			
		Техническая длина стебля (см)	Диаметр стебля (мм)	Кол-во коробочек (шт./растение)	Кол-во семян в 100 коробочках (шт.)
Контроль (без обработки)	Стандарт – баковая смесь гербицидов Хармони (10 г/га) + Кортес (5 г/га) + Тарга Супер (1.5 л/га)	45.5	1.50	6.22	783
Контроль (без обработки)	Стандарт + Авибиф П (0.15 л/га)	49.2	1.56	6.70	792
Стандарт, ТМТД, ВСК (4 л/т)	Стандарт – баковая смесь гербицидов Хармони (10 г/га) + Кортес (5 г/га) + Тарга Супер (1.5 л/га)	48.8	1.54	6.24	787
Стандарт, ТМТД, ВСК (4 л/т)	Стандарт + Авибиф П (0.15 л/га)	49.3	1.45	6.93	801
Авибиф С (0.15 л/т)	Стандарт – баковая смесь гербицидов Хармони (10 г/га) + Кортес (5 г/га) + Тарга Супер (1.5 л/га)	54.0	1.29	6.42	880
Авибиф С (0.15 л/т)	Гербициды + Авибиф П (0.15 л/га)	54.9	1.34	6.97	897
Авибиф С (0.075 л/т) + ТМТД (2.0 л/т)	Стандарт – баковая смесь гербицидов Хармони (10 г/га) + Кортес (5 г/га) + Тарга Супер (1.5 л/га)	51.7	1.40	6.37	827
Авибиф С (0.075 л/т) + ТМТД (2.0 л/т)	Стандарт + Авибиф П (0.15 л/га)	54.6	1.38	6.93	857

Вместе с тем применение нового регулятора роста растений Авибиф С для предпосевной обработки семян (как одного, так и в сочетании с ТМТД) обеспечило достоверное повышение урожайности льносоломы (при средней НСР₀₅ за 3 года – 2.4 ц/га) и льносемян (при средней НСР₀₅ за 3 года – 0.3 ц/га) (табл. 3).

Во всех вариантах опыта, где в гербицидную смесь добавляли Авибиф П (0.15 л/га), также повышалась урожайность соломы и семян. В опыте наибольшие показатели урожайности льнопродукции были получены при сочетании обработки семян Авибифом С (предпочтительнее в смеси с ТМТД при снижении норм расхода компонентов) и посевов – Авибифом П совместно с гербицидами (табл. 3).

Применение препарата Авибиф П оказало также положительное влияние на качество льносоломы, так как повысило его на 1 сортономер (с 2.00 до 2.50) (табл. 4).

Результаты оценки экономической эффективности применения препарата Авибиф С в смеси с ТМТД при снижении норм расхода компонентов и обработки посевов препаратом Авибиф П совместно с гербицидами в сравнении со стандартным вариантом (протравливание семян ТМТД в полной норме расхода и обработка посевов смесью гербицидов без регулятора роста и развития в среднем за

2014–2016 гг.) приведены в таблице 5. При этом учитывали затраты на проведение защитных мероприятий и дополнительный урожай в стоимостной оценке в фактических ценах реализации, сложившихся на конец анализируемого периода. Цены на препараты следующие: 1 л препарата Авибиф (С и П) 1500 руб., 1 л ТМТД – 389.4 руб.

Стоимость обработки семян препаратами Авибиф С (0.075 л/т) + ТМТД (2.0 л/т) и добавление Авибифа П (0.15 л/га) при опрыскивании посевов льна в новом варианте составляет 314.1 руб./га. Стандартное протравливание семян ТМТД (4.0 л/т) – 155.8 руб./га.

Коэффициент перевода соломы в тресту = 0.8. Цена реализации 1 тонны тресты № 2.00 – 7800; № 2.50 – 9360 рублей, 1 тонны семян – 15000 руб.

Затраты на производство 1 тонны тресты – 476 рублей; 1 тонны семян – 3637 рубля (учтены затраты на уборочные работы).

Экономическая эффективность применения препарата Артафит (С и П), как нового элемента технологии возделывания льна-долгунца, превосходила затраты на его реализацию в 11.19 раз.

Таблица 3. Влияние применения регуляторов роста растений (Авибиф С и Авибиф П), протравителя семян ТМТД и гербицидов на урожайность соломы и семян льна-долгунца (в среднем за 2014-2016 гг.)

Обработка семян	Варианты опыта Обработка посевов	Урожайность, ц/га	
		Льносоломы	Льносемян
Контроль (без обработки)	Стандарт – баковая смесь гербицидов Хармони (10 г/га) + Кортес (5 г/га) + Тарга Супер (1.5 л/га)	20.4	1.9
Контроль (без обработки)	Стандарт + Авибиф П (0.15 л/га)	33.5	3.1
Стандарт – ТМТД, ВСК (4 л/т)	Стандарт – баковая смесь гербицидов Хармони (10 г/га) + Кортес (5 г/га) + Тарга Супер (1.5 л/га)	31.0	3.2
Стандарт – ТМТД, ВСК (4 л/т)	Стандарт + Авибиф П (0.15 л/га)	43.4	4.5
Авибиф С (0.15 л/т)	Стандарт – баковая смесь гербицидов Хармони (10 г/га) + Кортес (5 г/га) + Тарга Супер (1.5 л/га)	48.9	5.4
Авибиф С (0.15 л/т)	Стандарт + Авибиф П (0.15 л/га)	56.5	6.2
Авибиф С (0.075 л/т) + ТМТД (2.0 л/т)	Стандарт – баковая смесь гербицидов Хармони (10 г/га) + Кортес (5 г/га) + Тарга Супер (1.5 л/га)	48.4	5.3
Авибиф С (0.075 л/т) + ТМТД (2.0 л/т)	Стандарт + Авибиф П (0.15 л/га)	56.9	6.2

Таблица 4. Влияние регуляторов роста растений Авибиф С (для обработки семян) и Авибиф П (для обработки посевов) на качество соломы льна-долгунца (в среднем за 2015-2017 гг.)

Обработка семян	Варианты опыта Обработка посевов	Содержание луба, %	Пригодность, ед.	Общий показатель качества (ед.)	Номер льно-соломы
Контроль (без обработки)	Стандарт + Авибиф П (0.15 л/га)	34	0.99	133	2.50
Стандарт, ТМТД, ВСК (4 л/т)	Стандарт – баковая смесь гербицидов Хармони (10 г/га) + Кортес (5 г/га) + Тарга Супер (1.5 л/га)	31	0.97	130	2.00
Стандарт, ТМТД, ВСК (4 л/т)	Стандарт + Авибиф П (0.15 л/га)	34	0.98	132	2.50
Авибиф С (0.15 л/т)	Стандарт – баковая смесь гербицидов Хармони (10 г/га) + Кортес (5 г/га) + Тарга Супер (1.5 л/га)	35	0.98	132	2.50
Авибиф С (0.15 л/т)	Стандарт + Авибиф П (0.15 л/га)	36	0.99	136	2.50
Авибиф С (0.075 л/т) + ТМТД (2.0 л/т)	Стандарт – баковая смесь гербицидов Хармони (10 г/га) + Кортес (5 г/га) + Тарга Супер (1.5 л/га)	34	0.97	133	2.50
Авибиф С (0.075 л/т) + ТМТД (2.0 л/т)	Стандарт + Авибиф П (0.15 л/га)	36	0.98	138	2.50

Таблица 5. Экономическая эффективность применения препарата Артафита (С и П), как нового элемента технологии возделывания льна-долгунца

Показатель	Стандарт	Новый вариант
Урожайность льнотресты, ц/га	24.8	45.52
Урожайность льносемян, ц/га	3.2	6.2
Прибавка качества к стандарту (по показателю номера тресты)	0	0.5
Прибавка к стандарту урожайности тресты, ц/га	2.0	2.5
Прибавка к стандарту урожайности семян, ц/га	0	20.72
Превышение стоимости продукции, руб./га	0	3.0
Доп. затраты (на пестициды, уборку и реализацию доп. продукции), руб./га	0	29002.72
Доп. затраты (на пестициды, уборку и реализацию доп. продукции), руб./га	155.8	2391.47
Прибыль, руб./га	0	26767.05
Окупаемость (на 1 руб. доп. затрат), раз	0	11.19

Обсуждение

В результате проведенных исследований установлено, что обработка семян льна новым регулятором роста и развития растений Авибиф С позволяет уменьшать на 50% норму применения протравителя ТМТД без снижения (и даже с эффектом повышения против бактериальных болезней) общего фитосанитарного эффекта.

Прорастание семян было более дружным и полным в лабораторных и полевых условиях при обработке их препаратом Авибиф С (150 мл/т) и его половинной нормой применения совместно с ТМТД в сниженной норме – 2.0 л/т, в сравнении с контролем (без обработки семян) и стандартным вариантом (ТМТД – 4.0 л/т).

При обработке посевов добавление в баковую смесь гербицидов (Хармони –10 г/га + Кортес – 5 г/га + Тарга Супер –1.5 л/га) препарата Авибиф П – 150 мл/га ускоряло рост растений, увеличило их выживаемость к периоду

уборки на 1.6–3.8%. Применение Авибифа (С и П) способствовало формированию большей (на 3.3–9.4 см) технической длины стебля, большего количества коробочек и семян льна.

Инкрустирование семян препаратом Авибиф С (как одним, так и в сочетании с ТМТД) обеспечило по отношению к стандартному варианту достоверное повышение урожайности льносолумы на 36.0–36.6%, льносемян на 39.6–40.7%. Добавление препарата Авибифа П в гербицидную смесь повышало урожайность льносолумы на 13.5–39.1% при дополнительном повышении от 2.00 до 2.50 сортономера ее качества, льносемян – на 12.9–38.9%.

Экономическая эффективность, полученная от применения Авибифа (С и П), как эффективного нового элемента технологии возделывания льна-долгунца, превосходила затраты на его реализацию более, чем в 11 раз.

Библиографический список (References)

- Долгов БС, Ковалев ВБ (1978) Методические указания по проведению полевых опытов со льном-долгунцом. Торжок: ВНИИЛ. 72с.
- Долженко ВИ, ред (2009а) Методические указания по регистрационным испытаниям инсектицидов, акарицидов, моллюскоцидов и родентицидов в сельском хозяйстве. СПб: ВИЗР. 321 с.
- Долженко ВИ, ред (2009б) Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве. СПб: ВИЗР. 378 с.
- Долженко ВИ, ред (2013) Методические указания по регистрационным испытаниям гербицидов в сельском хозяйстве. СПб: ВИЗР. 280 с.
- Вихрева ВА, Лебедева ТБ, Надёжка ЕВ (2011) Применение антистрессовых препаратов при гербицидной обработке в посевах ярового ячменя. *Агрехимия* 5:46–53
- Захарова ЛМ, Кудрявцев НА, Павлова ЛН (2009) Защита льна-долгунца. Приложение к журналу «Защита и карантин растений» 1. 28 с.
- Кирюшин БД (2004) Методика научной агрономии. Часть 1. Введение в опытное дело и статистическую оценку. М.: МСХА. 168 с.
- Кирюшин БД (2005) Методика научной агрономии. Часть 2. Постановка опытов и статистико-агрономическая оценка их результатов. М.: МСХА. 200 с.
- Кудрявцев НА (1991) Инкрустирование семян льна-долгунца. Методические рекомендации. Торжок: ВНИИЛ. 6 с.
- Кудрявцев НА, Зайцева ЛА (2014) Эффективные средства защиты льна и технологии их применения. Методические рекомендации. Тверь: Тверской государственный университет. 4
- Кудрявцев НА, Зайцева ЛА (2016) Усовершенствованные технологии в льноводстве. Тверь. 23 с.
- Ниловская НТ, Осипова ЛВ (2009) Приёмы управления продукционным процессом яровой пшеницы агрохимическими средствами в условиях засухи. М. 175 с.
- Прусакова ЛД, Малеванная НН, Белоухов СЛ, Вакуленко ВВ (2005) Регуляторы роста растений с антистрессовыми и иммунопротекторными свойствами. *Агрехимия* 11:76–86
- Рассохин ВВ (2008) Действие регуляторов роста на урожайность яровой пшеницы и микрофлору почвы. *Агрехимия и экология: история и современность*. 2:176–179
- Список пестицидов и агрохимикатов, разрешённых к применению на территории Российской Федерации (2014) Приложение к журналу «Защита и карантин растений» 4. 604 с.
- Список пестицидов и агрохимикатов, разрешённых к применению на территории Российской Федерации (2018) Приложение к журналу «Защита и карантин растений» 5:720–725
- Чирков СВ (2009) Влияние приёмов использования регуляторов роста на урожайность яровой пшеницы: *Автореф. дисс. к. с.-х. н.* Пермь. 17 с.
- Шаповал ОА, Можарова ИП, Коршунов (2014). Регуляторы роста растений в агротехнологиях. *Защита и карантин растений* 6:16–20

Translation of Russian References

- Chirkov SV (2009) *Vliyaniye priyemov ispolzovaniya regulyatorov rosta na urozhaynost yarovoy pshenitsy* [Influence of methods of use of growth regulations on yield of spring wheat]. *Abstr. PhD Agric. Thesis*. Perm. 17 p. (In Russian)
- Dolgov BS, Kovalev VB (1978) *Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu polevykh opytov so lnom dolgyncom* [Guides for fiber flax field trials]. Torzhok: VNIIL. 72p. (In Russian)
- Dolzhenko VI, ed (2009a) *Metodicheskie ukazaniya po registratsionnym ispytaniyam insektitsidov, akaritsidov, molluskitsidov i rodentitsidov v selskom khozyaystve* [Guides for registration trials of insecticides, acaricides, molluscicides and rodenticides in agriculture]. St. Petersburg: VIZR. 321 p. (In Russian)
- Dolzhenko VI, ed (2009a) *Metodicheskie ukazaniya po registratsionnym ispytaniyam fungitsidov v selskom khozyaystve* [Guides for registration trials of fungicides and rodenticides in agriculture]. St. Petersburg: VIZR. 378 p. (In Russian)
- Dolzhenko VI, ed (2013) *Metodicheskie ukazaniya po registratsionnym ispytaniyam gerbitsidov v selskom khozyaystve* [Guides for registration trials of insecticides, acaricides, molluscicides and rodenticides in agriculture]. St. Petersburg: VIZR. 280 p. (In Russian)
- Kiryushin BD (2004) *Metodika nauchnoi agronomii. Chast 1. Vvedeniye v opytnoye delo i statisticheskuyu otsenku* [Methods of scientific agronomy. Part 1. Introduction to experiment and statistical assessment]. M.: MSKHA. 2004. 168 p. (In Russian)
- Kiryushin BD (2005) *Metodika nauchnoi agronomii. Chast 2. Postanovka opytv I statistiko-agronomicheskaya otsenka ikh rezultatov* [Methods of scientific agronomy. Part 2. Arrangement of experiments and statistical agronomical assessment of their results]. M.: MSKHA. 200 p. (In Russian)
- Kudryavtsev NA (1991) *Inkrustirovaniye semyan lna-dolguntsa. Metodicheskiye rekomendatsii* [Incrustation of seeds of fiber flax. Methodical recommendations]. Torzhok: VNIIL. 6 p. (In Russian)
- Kudryavtsev NA, Zaitseva LA (2014) *Effektivnye sredstva zashchity lna i tekhnologii ikh primeneniya. Metodicheskiye rekomendatsii* [Effective means of flax protection and technologies of their application. Methodical recommendations]. Tver: Tver State Uni. 4 (In Russian)
- Kudryavtsev NA, Zaitseva LA (2016) *Uovershenstvovannyye tekhnologii v inovodstve* [Advanced technologies in flax growing]. Tver. 23 p.
- List of pesticides and agrochemicals approved for use on the Russian Federation territory (2014) Appendix to the journal «Zashchita i karantin rasteniy» 4:604 p. (In Russian)
- List of pesticides and agrochemicals approved for use on the Russian Federation territory (2018) Appendix to the journal «Zashchita i karantin rasteniy» 5:720–725 (In Russian)
- Nilovskaya NT, Osipova LV (2009) *Priyemy upravleniya produktsionnykh protsessov yarovoy pshenitsy agrokhimicheskimi sredstvami v usloviyakh zasukhi* [Methods of control production the process of spring wheat agrochemicals in drought conditions]. M. 175 p. (In Russian)
- Prusakova LD, Malevannaia NN, Belopukhov SL, Vakulenko VV (2005) [The plant growth regulations with antistress and immunoprotection properties]. *Agrokimiya* 11:76–86 (In Russian)
- Rassokhin VV (2008) [Effect of growth regulators on spring yield wheat microflora soil]. *Agrokimiya i ekologiya: istoriya i sovremennost* 2:176–179 (In Russian)
- Shapoval OA, Mozharova IP, Korshunov AA (2014) [Growth regulations plants in agricultural technologies]. *Zashchita i karantin rasteniy* 6:16–20 (In Russian)
- Vichreva VA, Lebedeva TB, Nadezhka EV (2011) [Anti-stress drugs in herbicide treatment in spring crops barley]. *Agrokimiya* 5:46–53 (In Russian)
- Zaharova LM, Kudryavtsev NA, Pavlova LN (2009) [Protection of flax]. Appendix to the journal «Zashchita i karantin rasteniy» 1: 28p. (In Russian)

Plant Protection News, 2019, 1(99), p. 30–35

OECD+WoS: 4.01+AM

[http://doi.org/10.31993/2308-6459-2019-1\(99\)-30-35](http://doi.org/10.31993/2308-6459-2019-1(99)-30-35)

Full-text Article

THE USE OF GROWTH REGULATORS, FUNGICIDES, HERBICIDES AND THEIR MIXTURES IN THE CULTIVATION OF FLAX

M.B. Alibekov¹, O.A. Savoskina¹, N.A. Kudryavtsev², L.A. Zaitseva^{2*}

¹Russian State Agrarian University, Moscow, Russia

²Federal Research Center for Bast Fiber Crops, Tver, Russia

* corresponding author, e-mail: mila.zaytseva.2018@mail.ru

In this study we found that treatment of flax seeds with the Avibif S drug the consumption of TMTD Etchant was reduced by 50% without decreasing the general phytosanitary effect. Moreover, this effect against the bacterial diseases increased. The combination of the Avibif P drug with herbicides (Kharmony + KorteZ + Targa Super) accelerated the plant growth, increased their survival by 1.6–3.8% before harvesting. Application of the Avibif (S and P) contributed to the formation of large (to 6.6–10.6%) technical stem length and the best quality of flax. Treatment of seeds with Avibif S both in pure form and in combination with TMTD led to the significant increase of the flax straw yield by 36.0–36.6% and the flax seeds by 39.6–40.7% in comparison to the standard version. Adding Avibif P to the herbicide mixture increased the flax straw yield by 13.5–39.1%, and flax seeds by 12.9–38.9%. The cost of the extra flax yield obtained using Avibif (S and P) exceeded the cost of its implementation by more than 11 times, which proved its effectiveness as a new element of the flax cultivation technology.

Key words: pesticides, Avibif, TMTD, Harmony, KorteZ, Targa Super, efficiency, saved yield

Received: 09.01.2019

Accepted: 14.03.2019

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ГЕНА УСТОЙЧИВОСТИ РИСА К ПИРИКУЛЯРИОЗУ *PI-TA*² В КОЛЛЕКЦИОННЫХ ОБРАЗЦАХ И ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫХ СОРТАХ РИСА МЕТОДОМ МОЛЕКУЛЯРНОГО МАРКИРОВАНИЯ

М.В. Илюшко^{1*}, М.В. Ромашова¹, П.В. Фисенко¹, Т.В. Суницкая¹,
С.С. Гученко¹, В.Н. Лелявская²

¹ФНЦ агробиотехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки, Уссурийск

²Дальневосточный научно-исследовательский институт защиты растений, Камень-Рыболов

* ответственный за переписку, e-mail: ilyushkoiris@mail.ru

Пирикулярриоз – серьезный лимитирующий фактор получения стабильно высоких урожаев риса в Приморском крае. Использование устойчивых сортов считается одним из наиболее эффективных способов защиты растений от болезней. Для Приморского края определен круг наиболее важных генов в селекции на устойчивость к пирикулярриозу – это *Pi-9*, *Pi-ta*², *Pi-12(t)* и *Pi-zt*. Цель исследования – идентификация гена устойчивости риса к пирикулярриозу *Pi-ta*² с помощью молекулярно-генетических маркеров в дальневосточных сортах риса и коллекционных образцах китайского и корейского происхождения. В результате исследования ген *Pi-ta*² выявлен в сортах Рассвет, Долинный и Луговой. Сорт Дубрава оказался полиморфным по наличию данного гена, поскольку выведен методом отбора из китайской сортосмеси. Семь из 30 китайских коллекционных сортообразцов были носителями гена *Pi-ta*², и 14 из 21 образца корейской селекции обладали данным геном. В приморских сортах риса отсутствует ген *Pi-9*. Сочетание генов *Pi-9+Pi-ta*² обеспечивает абсолютную устойчивость риса к пирикулярриозу. Таким образом, следующим шагом в селекции на устойчивость к пирикулярриозу будет поиск сортообразцов риса с геном *Pi-9* с последующей интрогрессией его в сорта-носители гена *Pi-ta*².

Ключевые слова: *Oryza sativa*, пирикулярриоз, *Pi-ta*², молекулярный маркер

Поступила в редакцию: 25.12.2018

Принята к печати: 25.01.2019

Введение

Рисоводство в Приморском крае ведет свою историю с 1918 года (Чайка и др., 2004). В течение ста лет селекционеры успешно выводили и районировали сорта для дальневосточной зоны рисосеяния, характеризующейся сложными условиями выращивания теплолюбивой культуры (короткий период вегетации, маленькая сумма эффективных температур). На 2018 год в Государственном реестре селекционных достижений, допущенных к использованию для 12 зоны, рекомендовано 12 сортов риса, и все они принадлежат исключительно селекционерам Приморского края (ФГБУ «Госсорткомиссия» ..., 2019).

После кризиса в рисосеянии края, связанного с экономическими трудностями в сельском хозяйстве, примерно 10–12 лет назад в качестве семенного материала стали использовать сортосмеси китайского происхождения и испытывать нетрадиционные для России технологии возделывания риса (рассадная, мокрый посев). Данные технологии имеют недостатки, такие как большой вклад ручного труда и существенный вынос гумуса при гидратационной планировке. Вместе с тем, у сортосмесей, привезенных из северных провинций Китая (Цзилиньской и Хейлунцзянской, в которых природно-климатические условия выращивания схожи с условиями в дальневосточной зоне рисосеяния), имеются некоторые очевидные преимущества – при значительных дозах минеральных удобрений они устойчивы к полеганию и пирикулярриозу (Лелявская В.Н., неопубликованные данные). Маловероятно, что они будут районированы в крае, так как не обладают должной выравненностью. Более того, незаконно ввезенные партии семян риса стали причиной значительного распространения пирикулярриоза на юге Дальнего

Востока России. Отечественные селекционеры успешно вели селекцию на устойчивость к данному заболеванию, которое было представлено на территории края четырьмя распространенными штаммами возбудителя заболевания *Pyricularia oryzae* Cav. (*Magnaporthe grisea* (Hebert Barr.)) (Малахова и др., 1998). Бесконтрольный ввоз партий семян риса привел к появлению новых штаммов *P. oryzae*, у которых зафиксированы практически все известные гены вирулентности (Ковалевская и др., 2013; Санкин и др., 2017). К этим штаммам районированные сорта оказались среднеустойчивы, поскольку ранее отбор на устойчивость проводили на ином инфекционном фоне (Ковалевская и др., 2013).

Таким образом, перед селекционерами края стоят прежние задачи (получение высокоурожайных скороспелых сортов риса, устойчивых к полеганию и пирикулярриозу), но в новых, несколько изменившихся условиях (применяемые высокие дозы удобрений и усилившаяся инфекционная нагрузка).

Для получения стабильно высоких урожаев риса в Приморском крае одним из серьезных лимитирующих факторов является пирикулярриоз (Ковалевская и др., 2013). Это заболевание риса встречается во всех зонах рисосеяния (Dean et al., 2012). Использование устойчивых сортов считается одним из наиболее эффективных способов защиты растений от болезней (Костылев, 2017).

На сегодня известно 96 генов, ответственных за устойчивость риса к пирикулярриозу (Костылев, 2017). Однако только некоторые гены могут быть эффективны против популяций рас патогенов, циркулирующих в том или ином районе. Поиск эффективных генов устойчивости к

пирикулярноз – это одна из важных задач специалистов (Wang et al., 2015).

Для Приморского края определен круг наиболее важных генов в селекции на устойчивость к пирикулярнозу – это *Pi-9*, *Pi-ta²*, *Pi-12(t)* и *Pi-zt*. Приморские расы пирикулярнозии минимально поражают сорта-дифференциаторы с этими генами. Поражаемость составляет 2, 7, 9 и 12% соответственно, в то время как другие моногенные линии имеют меньший уровень устойчивости (Санкин и др., 2017). В северном Китае также большое внимание уделяют генам *Pi-9* и *Pi-ta²*, поскольку моногенные линии, несущие этот ген, демонстрируют наивысший спектр устойчивости к местным расам (изолятам) пирикулярноза – более 90%, и во многих тестах до 100% (Wang et al., 2013, Wang et al., 2015, Ma et al., 2015).

Материалы и методы

Объектом изучения послужили сорта риса (Каскад, Рассвет, Дарий 23, Луговой, Ханкайский 429, Ханкайский 52, Долинный, Приозерный 61) селекции ФГБНУ «ФНЦ агроботехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки», находящихся в Государственном реестре селекционных достижений РФ, сорт Дубрава (автор В.А. Ковалевская), перспективный сорт Алмаз, 30 коллекционных сортообразцов китайской и 21 корейской селекции. В работе использовано по три растения каждого сорта в фазе трех-четырёх листьев.

ДНК выделяли из свежих листьев известным методом (Aljanabi, Martinez, 1997). Концентрацию ДНК определяли в объеме 1 мкл на спектрофотометре BioSpec-nano. Качество выделенной ДНК определяли методом электрофореза в 1.4% агарозном геле с использованием в качестве стандарта ДНК известной концентрации. Выявление наличия у растений гена устойчивости к пирикулярнозу *Pi-ta²* проводили методом полимеразной цепной реакции (ПЦР). Праймеры, амплифицирующие искомый ген, выбрали по литературным данным (Wang et al., 2015).

Результаты и обсуждение

В результате молекулярно-генетического маркирования дальневосточных сортов риса ген *Pi-ta²* идентифицирован в сортах Рассвет, Долинный и Луговой (рис. 1). Ранее в этих же сортах обнаружен ген *Pi-ta* и его отсутствие в большинстве других (Алмаз, Ханкайский 429, Ханкайский 52, Дарий 23 и Каскад) (Илюшко и др., 2017). Данные хорошо согласуются с гипотезой Wang et al. (2004) о том, что эти два гена аллельны, либо тесно сцеплены друг с

другом. В коллекционных образцах и сортах риса дальневосточной селекции с помощью молекулярных маркеров не обнаружено гена *Pi-9* (Илюшко и др., 2019). Однако, в трех сортах риса (Долинный, Луговой и Рассвет) выявлен ген *Pi-ta* (Илюшко и др., 2017), который рассматривается как сцепленный с геном *Pi-ta²*, либо как его другая аллель (Wang et al., 2004).

Цель исследования – идентификация гена устойчивости риса к пирикулярнозу *Pi-ta²* с помощью молекулярно-генетических маркеров в сортах риса, находящихся в Государственном реестре селекционных достижений по 12 зоне, и коллекционных образцах китайского и корейского происхождения.

Реакцию проводили в 25 мкл реакционной смеси содержащей (×1) ПЦР буфера (Thermo Scientific), 3.6 mM MgCl₂, 1.5 mM dNTP, по 0.2 мкМ прямого и обратного праймеров, 1 единицу активности Taq ДНК полимеразы (Синтол) и по 50–60 нг ДНК исследуемых образцов. Для контроля неспецифической гибридизации праймеров использовали полную реакционную смесь без добавления ДНК. Амплификацию осуществляли в трехкратной повторности в термоциклере фирмы BioRad. Использовали следующий температурный профиль реакции: начальная денатурация – 95 °С 5 мин., далее 35 циклов: денатурация – 94 °С 30 сек., отжиг праймеров – 60 °С 30 сек., элонгация – 72 °С 35 сек., заключительная элонгация – 72 °С 5 мин.

Продукты амплификации разделяли методом электрофореза в 1.4%-ном агарозном геле на основе (×0.5) TBE буфера и визуализировали в ультрафиолетовом свете с использованием системы гель-документации «BioRad», предварительно окрашивая 1%-ным раствором бромистого этидия.

В качестве контроля использовали растения сорта-дифференциатора Pi №4, являющегося носителем гена *Pi-ta²*.

Оryzabase (Integrated Rice Science Database, 2018) рассматривает их, как один и тот же ген (размер гена 7281 нуклеотид), выявляемый с помощью разных праймеров методом ПЦР для разных участков гена. Изучен полиморфизм аллелей гена *Pi-ta* нескольких видов и сортов риса. Обнаружено, что аллели гена *Pi-ta* схожи по нуклеотидной последовательности на 99%, и имеют различную степень дивергенции (Ramkumar et al., 2014). Однако действие

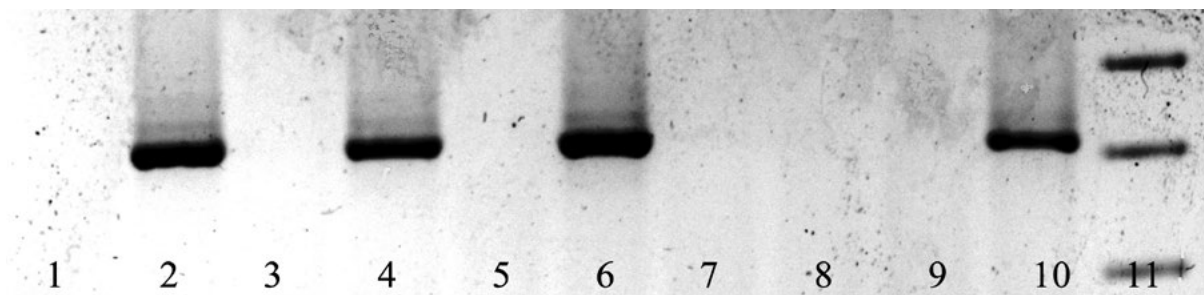


Рисунок 1. Электрофоретическое разделение ПЦР-продуктов, полученных при выявлении доминантной аллели гена устойчивости к пирикулярнозу *Pi-ta²* в дальневосточных сортах риса: 1 – Каскад, 3 – Ханкайский 429, 5 – Ханкайский 52, 7 – Дарий 23, 8 – Приозерный 61, 9 – Алмаз (доминантная аллель отсутствует); 2 – Долинный, 4 – Рассвет, 6 – Луговой (доминантная аллель присутствует); 10 – контроль 515 п.н. (Pi №4); 11 – маркер молекулярной массы

этих генов, изученное с помощью сортов-дифференциаторов, имеет очевидное фенотипическое различие. Образцы риса с геном *Pi-ta²* демонстрируют устойчивость к различным расам пирикуляррии в два-четыре раза выше, чем образцы с геном *Pi-ta* (Wang et al., 2015, Ma et al., 2015, Санкин и др., 2017).

При анализе трех растений сорта Дубрава у двух из них выявлено наличие гена *Pi-ta²*, а у одного – отсутствие. Для уточнения результата дополнительно проанализировали 15 растений данного сорта. Пять из них несли ген *Pi-ta²*, а у 10 растений характерный продукт амплификации не обнаружен. Таким образом, сорт риса Дубрава полиморфен

по наличию гена *Pi-ta²*. Он был выведен методом отбора из популяции №23-05 и заявителем характеризуется как устойчивый к пирикулярриозу (Государственный реестр ..., 2018). В дальневосточной зоне рисосеяния в качестве популяции можно рассматривать только китайские сортогосмеси, поэтому логично, что в ней выявлен полиморфизм, как минимум по одному гену.

Семь из 30 китайских коллекционных сортообразцов были носителями гена *Pi-ta²* (выборочные данные на рис. 2), и 14 из 21 образца корейской селекции (выборочные данные на рис. 3). Эти образцы могут быть использованы в селекции на устойчивость к пирикулярриозу.

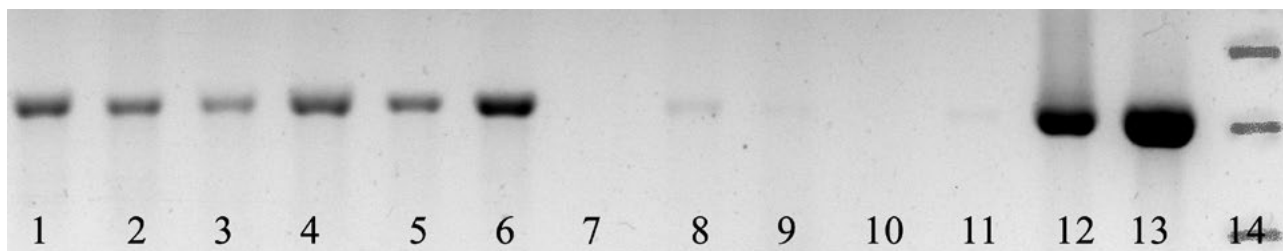


Рисунок 2. Электрофоретическое разделение ПЦР-продуктов, полученных при выявлении доминантной аллели гена устойчивости к пирикулярриозу *Pi-ta²* в китайских образцах риса: 7 – Х-Н-20-09, 8 – Х-Н-1-01, 9 – Му 07-1233, 10 – Му 07-1111, 11 – LJ 22 (доминантная аллель отсутствует); 1 – Му 07-1117, 2 – Му 07-1055, 3 – SJ 4, 4 – LJ 18, 5 – LJ 16, 6 – LJ 14 (доминантная аллель присутствует); 12, 13 – контроль 515 п.н. (Pi №4); 14 – маркер молекулярной массы

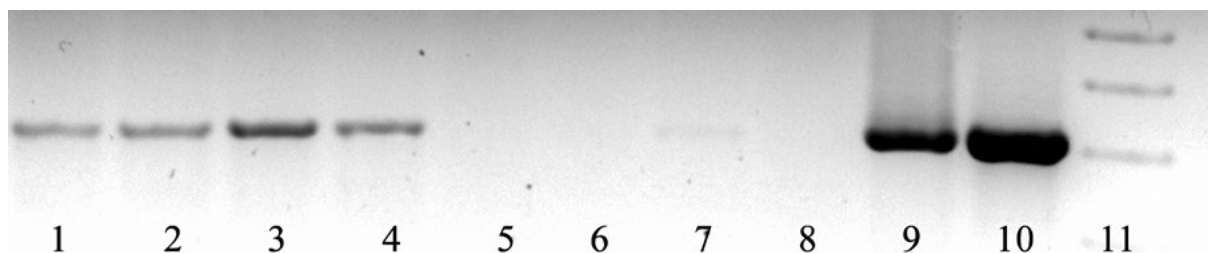


Рисунок 3. Электрофоретическое разделение ПЦР-продуктов, полученных при выявлении доминантной аллели гена устойчивости к пирикулярриозу *Pi-ta²* в корейских образцах риса: 5 – КУ-203, 6 – КМ-1709, 7 – КМ-1704, 8 – КМ-1703 (доминантная аллель отсутствует); 1 – КУ-204, 2 – КУ-201, 3 – КМ-1702, 4 – КМ-1701 (доминантная аллель присутствует); 9, 10 – контроль 515 п.н. (Pi №4); 11 – маркер молекулярной массы

Гены *Pi-9*, *Pi-b* и *Pi-ta²* относятся к генам широкого спектра действия. Два из них (*Pi-9* и *Pi-ta²*) наиболее актуальны для Приморского края в селекции на устойчивость к пирикулярриозу (Санкин и др., 2017). Ни в одном из образцов, представленных в этом исследовании, не обнаружено гена *Pi-9* (Илюшко и др., 2019). Ген *Pi-b* отсутствует в дальневосточных сортах, но выявлен в одном из

коллекционных образцов (Илюшко и др., 2017). Сочетание генов *Pi-9+Pi-ta²* либо *Pi-9+Pi-b* гарантирует абсолютную устойчивость риса к пирикулярриозу (Dai et al., 2012).

Таким образом, следующим шагом в селекционной работе должен стать поиск сортообразцов риса с геном *Pi-9* с последующей интрогрессией его в сорта риса Луговой, Долинный или Рассвет.

Библиографический список (References)

- Илюшко МВ, Фисенко ПВ, Суницкая ТВ и др (2017) Идентификация генов устойчивости к пирикулярриозу в сортах риса дальневосточной селекции с использованием ДНК-маркеров. *Зерновое хозяйство России* 52(4):41–45
- Илюшко МВ, Фисенко ПВ, Ромашова МВ и др (2019) Скрининг сортов риса дальневосточной селекции на наличие гена устойчивости к пирикулярриозу *Pi-9*. *Защита и карантин растений* (в печати).
- Ковалевская ВА, Лелявская ВН, Ковалева АА (2013) Устойчивость риса к пирикулярриозу в Приморском крае. *Защита и карантин растений* 5:24–26
- Костылев ПИ (2017) Гены устойчивости риса к пирикулярриозу и их маркеры. *Зерновое хозяйство России* 49(1-1): 34–39
- Малахова НМ, Пестерева МВ, Ковалева АА и др (1998) Возбудитель пирикулярриоза риса. *Защита и карантин растений* 1:26
- Санкин АЮ, Лелявская ВН, Сун И Таль (2017) Актуальные в селекционном процессе гены устойчивости к пирикулярриозу риса в условиях Приморского края. *Успехи современной биологии* 2(10):26–28
- ФГБУ «Госсорткомиссия». Сорта растений, включенные в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. URL: <https://reestr.gossort.com/reestr/l/15> (01.03.2019)
- Чайка АК, Ковалевская ВА, Корляков АС (2004) Проблемы и пути развития рисосеяния дальневосточного региона. Проблемы и перспективы развития мелиорации,

- водного и лесного хозяйства (к 75-летию Российской академии сельскохозяйственных наук). Сб. науч. трудов. М. 317–324
- Aljanabi SM, Martinez I (1997) Universal and rapid salt-extraction of high quality genomic DNA for PCR-based techniques. *Nucleic Acids Res.* 25(22):44692–44693
- Dai X, Yan Y, Zhou L et al (2012) Distribution research of blast resistance genes *Pi-ta*, *Pi-b*, *Pi-9* and *Pi-km* in blast-resistant rice resources. *Life Sci Res* 16(4):340–356. <http://www.doi.org/10.16605/j.cnki.1007-7847.2012.04.009>
- Dean R, Jan AL, Van Kan et al (2012) The top 10 fungal pathogens in molecular plant pathology. *Mol Plant Pathol* 14(4):414–430. <https://www.doi.org/10.1111/j.1364-3703.2012.00822.x>
- Integrated Rice Science Database. URL: <http://shigen.nig.ac.jp/rice/oryzabase/gene/detail/947> (30.08.2018)
- Ma J-T, Zhang G-M, Xin A-H et al (2015) Comparison of pathogenicity of *Pyricularia oryzae* under different genetic backgrounds. *Acta agronom sin* 41(12):1791–1801. <http://www.doi.org/10.3724/SP.J.1006.2015.01791>
- Ramkumar G, Madhav MS, Rama Devi SJS et al (2014) Nucleotide diversity of *Pi-ta*, a major blast resistance gene and identification of its minimal promoter. *Gene* 546(2):250–256. <https://www.doi.org/10.1016/j.gene.2014.06.001>
- Wang JC, Correll JC, Jia Y (2015) Characterization of rice blast resistance genes in rice germplasm with monogenic lines and pathogenicity assays. *Crop prot* 72:132–138. <https://www.doi.org/10.1016/j.cropro.2015.03.014>
- Wang JC, Jia Y, Wen JW et al (2013) Identification of rice blast resistance genes using international monogenic differentials. *Crop prot* 45:109–116. <https://www.doi.org/10.1016/j.cropro.2012.11.020>
- Wang Z, Jia Y, Fjellstrom RG (2004) The relationship between the rice blast resistance genes *Pi-ta* and *Pi-ta²*. *J Zhejiang Wanly Uni* 17(2):91–92

Translation of Russian References

- Chaika AK, Kovalevskaya VA, Korlakov AS (2004) [Problems and ways of development of Far Eastern region rice-growing]. *Problemy i perspektivy razvitiya melioratsii, vodnogo i lesnogo khozyaystva (k 75-letiyu Rossiyskoy akademii sel'skokhozyaystvennykh nauk)*. Sб. nauch. trudov [Problems and prospects for the development of land reclamation, water and forestry (to the 75th anniversary of the Russian Academy of Agricultural Sciences). coll. scientific works]. М. 317–324 (In Russian)
- Ilyushko MV, Fisenko PV, Romashova MV et al (2019) [Screening Far Eastern rice varieties to rice blast disease resistance gene *Pi-9*]. *Zashchita i karantin rasteniy* (In press, In Russian)
- Ilyushko MV, Fisenko PF, Sunitskaya TV et al (2017) [Identification of rice blast disease resistance genes in the rice varieties developed with DNA-markers assistance]. *Zernovoe khozyaystvo Rossii* 52(4):41–45 (In Russian)
- Kostylev PI (2017) [Blast resistance genes of rice and their markers (review)] *Zernovoe khozyaystvo Rossii* 49(1-1):34–39 (In Russian)
- Kovalevskaya VA, Lelyavskaya VN, Kovaleva AA (2013) [Rice tolerance to blast in the Primorsky Krai]. *Zashchita i karantin rasteniy* 5:24–26 (In Russian)
- Malakhova NM, Pestereva MV, Kovaleva AA et al (1998) [Rice blast causative agent]. *Zashchita i karantin rasteniy* 1:26 (In Russian)
- Sankin AY, Lelyavskaya VN, Soon I Tal (2017) [Relevant in the selection of varieties resistance genes *Pyricularia* rice in Primorsky Krai] *Biology Bulletin Reviews* 2(10):26–28 (In Russian)
- State register of breeding achievements approved for use. URL: https://reestr.gossort.com/reestr/1/15_01.03.2019

Plant Protection News, 2019, 1(99), p. 36–39

OECD+WoS: 4.01+AM

[http://doi.org/10.31993/2308-6459-2019-1\(99\)-36-39](http://doi.org/10.31993/2308-6459-2019-1(99)-36-39)

Full-text article

IDENTIFICATION OF THE *PI-TA²* RESISTANCE GENE IN RICE COLLECTION SPECIMENS AND FAR EASTERN RICE VARIETIES BY MOLECULAR MARKING

M.V. Ilyushko^{1*}, M.V. Romashova¹, P.V. Fisenko¹, T.V. Sunitskaya¹, S.S. Guchenko¹, V.N. Lelyavskaya²

¹Federal Scientific Center of Agrobiotechnology of the Far East named A.K. Chaika, Ussurisk, Russia

²Far Eastern Scientific Research Institute of Plant Protection, Kamen-Rybolov, Russia

* corresponding author, e-mail: ilyushkoiris@mail.ru

Rice blast disease caused by *Pyricularia oryzae* Cav. (*Magnaporthe grisea* (Hebert Barr.)) is a serious limiting factor in obtaining the consistently high yields of rice in Primorsky Krai. The use of resistant varieties is considered as one of the most effective ways to protect plants from the disease. The most important genes in the selection for resistance to *P. oryzae* in Primorsky Krai are *Pi-9*, *Pi-ta²*, *Pi-12(t)*, and *Pi-zt*. In this study we aimed to identify the rice resistance gene *Pi-ta²* using molecular genetic marker in Far Eastern rice varieties and collection samples of Chinese and Korean origin. As a result, the *Pi-ta²* gene was found in the Rassvet, Dolinniy and Lugovoy varieties. The Dubrava variety turned out to be polymorphic for the presence of this gene, since it was derived by the selection method from the Chinese variety mixture. Seven out of 30 Chinese collection samples and 14 out of the 21 Korean selection samples carried the *Pi-ta²* gene. This gene was not found in the Far Eastern rice varieties. The combination of the *Pi-9+Pi-ta²* genes provides absolute resistance of rice to *P. oryzae*. Thus, the next step in the selection for resistance to pathogens is searching for the rice variety samples with the *Pi-9* gene, followed by the introgression of this gene into the varieties carrying the *Pi-ta²* gene.

Key words: *Oryza sativa*, rice blast disease, *Pi-ta²*, molecular marker

ВИДОВОЙ СОСТАВ ФИТОПАТОГЕННЫХ МИКРОМИЦЕТОВ ПЛОДОВЫХ ДРЕВЕСНЫХ КУЛЬТУР СЕМЕЙСТВА *ROSACEAE* В КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Н.И. Варвашеня*, Т.А. Васильева

Калининградская межобластная ветеринарная лаборатория, Калининград

*автор, ответственный за переписку, e-mail: metilovkifir@gmail.com

Представлены результаты обследований древесных культур семейства *Rosaceae* в Калининградской области. Обнаружено 30 видов микромицетов, принадлежащих к 11 порядкам из 5 классов отдела *Ascomycota*. Выявлены виды, представляющие наибольшую опасность для промышленного садоводства – *Botryosphaeria stevensii* Shoemaker, *Neonectria ditissima* (Tul. & C. Tul.) Samuels & Rossmann, *Monilinia fructigena* Honey, *Monilinia laxa* (Aderh. & Ruhland) Honey, *Venturia carpophila* E.E. Fisher, *Venturia inaequalis* (Cooke) G. Winter и *Venturia pirina* Aderh. В случае их сильного распространения по территории области, они способны привести к сильным экономическим потерям вследствие ухудшения товарного вида плодов, снижению урожайности и даже гибели продукции при хранении. Осведомленность о видовом составе и распространенности возбудителей заболеваний плодовых культур позволит дать правильную оценку фитосанитарной обстановки в регионе, прогнозировать ее развитие в агробиоценозах и своевременно принять защитные меры для минимизации потерь урожая.

Ключевые слова: плодовые, болезни плодовых, сумчатые грибы, болезни деревьев.

Поступила в редакцию: 04.12.2018

Принята к печати: 05.03.2019

Введение

На сегодняшний день в Калининградской области заложено более 600 гектаров многолетних плодовых и ягодных насаждений. Среди них основная доля приходится на яблоневые сады (более 80%), остальную площадь занимают ягодники, грушевые сады, а также клубника (Правительство..., 2018).

Закладка новых садов для обеспечения области плодово-ягодной продукцией, требует прежде всего спокойной фитосанитарной обстановки, поскольку наличие высокого запаса инфекции способно привести к гибели молодых посадок задолго до получения первого урожая.

Помимо прямых экономических угроз – гибели урожая, существуют и косвенные угрозы, заключающиеся в

снижении урожайности и потере товарного вида продукции. Так, например, такое заболевание как парша яблони (*Venturia inaequalis*) наносит большой вред в районах достаточного увлажнения, её вредоносность выражается не только в снижении урожайности, но и в ухудшении качества плодов (Насонов, Якуба, 2017).

Актуальность изучения фитопатогенных микромицетов плодовых культур обуславливается тем, что на сегодняшний день в литературе имеются лишь отдельные сообщения об изучении видового состава микромицетов и агарикоидных грибов Калининградской области (Дедков и др., 2006; Володина, Дутняк, 2012). Полномасштабные исследования микофлоры плодовых деревьев в регионе не проводились.

Материалы и методы

С целью выявления инфекций плодовых древесных культур сем. *Rosaceae* в Калининградской области, вызываемых микромицетами, проводили отбор растительных проб в промышленных биоценозах, дикорастущих плодовых насаждениях, а также на территории садов, вышедших из землепользования.

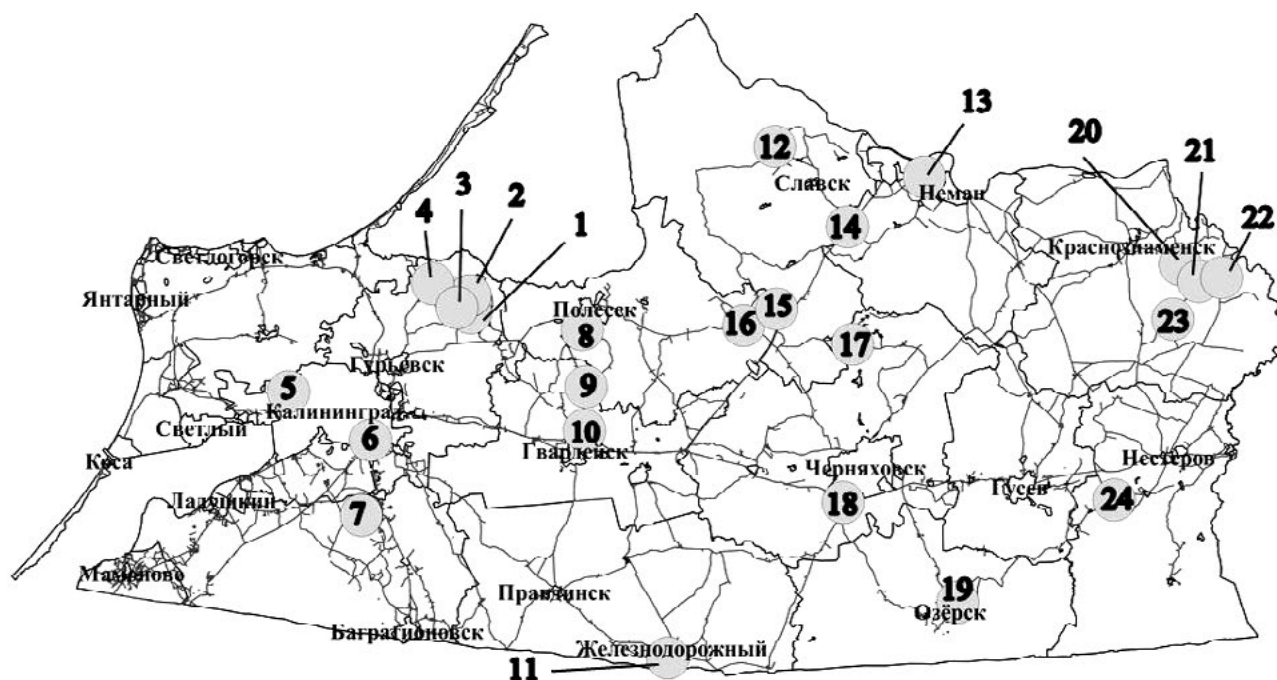
В летний период 2017–2018 гг. сады обследовали визуально маршрутным методом и, при обнаружении симптомов заболевания, с растений отбирали образцы. Всего было отобрано 263 образца с 24 участков (рис.1).

Срезанные части растений (ветви, листья, плоды) доставлялись в ФГБУ «Калининградская МВЛ» в отдел исследования подкарантинных материалов для проведения микологической экспертизы.

Доставленные образцы микроскопировали при помощи стереомикроскопа Olympus SZX7, внешние проявления болезней – спороношение, язвы, растрескивания коры, наличие пикнид документировали методом фотографирования для дальнейшего составления архива. При наличии спороношения готовили временные и постоянные микропрепараты.

При отсутствии спороношения, пораженные участки ткани, нарезанные небольшими частями, дезинфицировали погружением на несколько минут в этиловый спирт с последующим двукратным ополаскиванием в дистиллированной воде и, обсушив, раскладывали на стерильную фильтровальную бумагу и на питательную среду – картофельно-декстрозный агар (КДА) pH 5.6 +/- 0.2, после чего инкубировали в течение 5–14 дней при температуре 23 °C с чередованием света и темноты (с интервалом 12 часов). По мере образования колоний гриба их пересекали для выделения в чистую культуру.

Изучение микроморфологических характеристик выделенных штаммов грибов осуществляли с использованием светового микроскопа Zeiss Axio Imager A2 с системой фотодокументирования. Видовую принадлежность штаммов определяли с помощью определителей (Ячевский, 1913; Пидопличко, 1977; Черепанова, 2004). Идентификацию грибов, по культурально-морфологическим признакам, сходных с родом *Monilinia*, проводили методом ПЦР “в реальном времени”, согласно методическим рекомендациям ФГБУ «ВНИИКР» (Методические рекомендации..., 2015) с использованием амплификатора Rotor-Gene Q.



- | | |
|--|--|
| 1 - п. Гаево (Гурьевский ГО) | 13 - п. Дубки (Неманский ГО) |
| 2 - п. Лиски (Гурьевский ГО) | 14 - п. Шепетовка (Неманский ГО) |
| 3 - п. Узловое (Гурьевский ГО) | 15 - п. Заречье (Полесский ГО) |
| 4 - п. Правдино (Гурьевский ГО) | 16 - п. Александровка (Полесский ГО) |
| 5 - п. им. А. Космодемьянского | 17 - п. Калиновка (Черняховский ГО) |
| 6 - п. Дружный (Гурьевский ГО) | 18 - п. Тельманово (Черняховский ГО) |
| 7 - п. Владимирово (Багратионовский ГО) | 19 - п. Суворовка (Озерский ГО) |
| 8 - п. Зеленое (Полесский ГО) | 20 - п. Мичурино (Краснознаменский ГО) |
| 9 - п. Славинское (Гвардейский ГО) | 21 - п. Жарово (Краснознаменский ГО) |
| 10 - п. Забарье (Гвардейский ГО) | 22 - п. Победино (Краснознаменский ГО) |
| 11 - п. Железнодорожный (Правдинский ГО) | 23 - п. Правдино (Краснознаменский ГО) |
| 12 - п. Солопцы (Славский ГО) | 24 - п. Ясная Поляна (Нестеровский ГО) |

Рисунок 1. Карта – схема расположения исследуемых участков на территории Калининградской области.

Результаты

В результате проведенных нами обследований было обнаружено 30 видов микромицетов, принадлежащим к 11 порядком из 5 классов отдела сумчатых грибов *Ascomycota* (Таблица 1).

Таблица 1. Таксономический состав сумчатых грибов на древесных плодовых культурах семейства *Rosaceae* в Калининградской области

Вид	Органы растений	Растение-хозяин	№ участка, где обнаружен вид
<i>Ascomycota</i>			
<i>Dothideomycetes</i>			
<i>Botryosphaeriales</i>			
<i>Asteromellaceae</i>			
<i>Asteromella mali</i> (Briard) Voerema	Листья	<i>Malus domestica</i> Borkh.	2, 18, 21.
<i>Botryosphaeriaceae</i>			
<i>Botryosphaeria stevensii</i> Shoemaker	Ветви	<i>Malus domestica</i> Borkh., <i>Pyrus communis</i> L.	3, 20, 21
<i>Pleosporales</i>			
<i>Pleosporaceae</i>			
<i>Alternaria</i> spp.	Листья, ветви, плоды	<i>Malus domestica</i> Borkh., <i>Pyrus communis</i> L., <i>Prunus domestica</i> L., <i>Prunus cerasus</i> L., <i>Prunus cerasifera</i> Ehrh.	Повсеместно
<i>Didymellaceae</i>			
<i>Didymella pomorum</i> (Thüm.) Qian Chen & L. Cai (= <i>Phyllosticta pirina</i> Sacc.)	Листья	<i>Malus domestica</i> Borkh., <i>Pyrus communis</i> L.	2, 7.
<i>Peyronellaea pruni-avium</i> (Allesch.) Goid.	Листья	<i>Prunus cerasus</i> L., <i>Prunus cerasifera</i> Ehrh.	1, 2, 6.
<i>Venturiales</i>			
<i>Venturiaceae</i>			
<i>Venturia carpophila</i> E.E. Fisher	Листья, плоды	<i>Prunus domestica</i> L.,	3, 5, 17, 19, 21, 22, 24.

Продолжение таблицы 1

Вид	Органы растений	Растение-хозяин	№ участка, где обнаружен вид
<i>Venturia inaequalis</i> (Cooke) G. Winter	Листья, плоды	<i>Malus domestica</i> Borkh.	2, 3, 4, 7, 9, 14, 18, 20, 21, 22, 23, 24.
<i>Venturia pirina</i> Aderh.	Листья, плоды	<i>Pyrus communis</i> L.	1, 2, 4, 6, 15, 17, 21, 22, 24.
Capnodiales <i>Capnodiaceae</i>			
<i>Capnodium salicinum</i> (Pers.) Mont.	Листья	<i>Malus domestica</i> Borkh., <i>Pyrus communis</i> L.	4, 13, 18.
<i>Cladosporiaceae</i>			
<i>Cladosporium</i> sp.	Листья, ветви, плоды	<i>Malus domestica</i> Borkh., <i>Pyrus communis</i> L., <i>Prunus domestica</i> L., <i>Prunus cerasus</i> L., <i>Prunus cerasifera</i> Ehrh.	Повсеместно
Mycosphaerellales <i>Mycosphaerellaceae</i>			
<i>Mycosphaerella pyri</i> (Auersw.) Boerema	Листья	<i>Pyrus communis</i> L.	4
<i>Dothideales</i>			
<i>Stigmina carpophila</i> (Lév.) M.B. Ellis	Листья, плоды	<i>Prunus domestica</i> L., <i>Prunus cerasifera</i> Ehrh.	2, 3, 4, 6, 15, 20, 22.
<i>Leotiomycetes</i> Erysiphales <i>Erysiphaceae</i>			
<i>Podosphaera leucotricha</i> (Ellis & Everh.) E.S. Salmon	Листья, соцветия	<i>Malus domestica</i> Borkh.	2, 3, 6, 12, 20, 23.
<i>Podosphaera tridactyla</i> (Wallr.) de Bary	Листья	<i>Prunus domestica</i> L.	6
Helotiales <i>Sclerotiniaceae</i>			
<i>Monilinia fructigena</i> Honey	Плоды	<i>Malus domestica</i> Borkh., <i>Prunus domestica</i> L.	1, 2, 3, 4, 5, 9, 12, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 24.
<i>Monilinia laxa</i> (Aderh. & Ruhland) Honey	Плоды	<i>Prunus domestica</i> L.	2, 3, 13, 19, 21
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i> (Lib.) de Bary	Ветви	<i>Malus domestica</i> Borkh.	1, 11, 15, 19, 20, 21.
<i>Sordariomycetes</i> Diaporthales <i>Diaporthaceae</i> ,			
<i>Phomopsis</i> sp.	Ветви	<i>Malus domestica</i> Borkh.	2, 7, 13.
Hypocreales <i>Nectriaceae</i>			
<i>Fusarium equiseti</i> (Corda) Sacc.	Ветви	<i>Malus domestica</i> Borkh., <i>Prunus domestica</i> L., <i>Pyrus communis</i> L.	1, 14, 23.
<i>Fusarium incarnatum</i> (Desm.) Sacc.	Листья	<i>Malus domestica</i> Borkh.	3, 5, 10, 17, 18.
<i>Fusarium oxysporum</i> Schltdl.	Листья, ветви	<i>Pyrus communis</i> L., <i>Prunus cerasifera</i> Ehrh.	1, 2, 4, 7, 8, 11, 22, 23, 24.
<i>Fusarium lateritium</i> Nees	Листья, ветви	<i>Malus domestica</i> Borkh., <i>Pyrus communis</i> L.	6, 17.
<i>Fusarium sporotrichioides</i> Sherb.	Ветви	<i>Malus domestica</i> Borkh., <i>Prunus domestica</i> L., <i>Pyrus communis</i> L.	15, 24.
<i>Nectria cinnabarina</i> (Tode) Fr.	Ветви	<i>Malus domestica</i> Borkh.	15, 16, 20.
<i>Neonectria ditissima</i> (Tul. & C. Tul.) Samuels & Rossman	Ветви	<i>Malus domestica</i> Borkh.	18, 21
<i>Trichothecium roseum</i> (Pers.) Link	Листья, ветви	<i>Malus domestica</i> Borkh.	7
Glomerellales <i>Glomerellaceae</i>			
<i>Colletotrichum gloeosporioides</i> (Penz.) Penz. & Sacc.	Ветви	<i>Malus domestica</i> Borkh.	7, 12, 24.
<i>Pucciniomycetes</i> Pucciniales <i>Pucciniaceae</i>			
<i>Gymnosporangium sabinae</i> (Dicks.) G. Winter	Листья	<i>Pyrus communis</i> L.	1, 3, 4, 7, 11, 17, 18, 19, 22.
<i>Taphrinomycetes</i> Taphrinales <i>Taphrinaceae</i>			
<i>Taphrina cerasi</i> (Fuckel) Sadeb.	Листья, плоды	<i>Prunus cerasus</i> L.	15
<i>Taphrina pruni</i> (Fuckel) Tul.	Плоды	<i>Prunus domestica</i> L.	16, 17.

Обсуждение

Среди идентифицированных нами видов фитопатогенных грибов в качестве наиболее опасных следует отметить *Botryosphaeria stevensii* и *Neonectria ditissima* – возбудителей чёрного и европейского рака яблони. Эти микромицеты приводят к растрескиванию коры, образованию язв и наплывов и в итоге к быстрой гибели дерева. В основном, эти фитопатогены сконцентрированы на территории вышедших из пользования плодовых садов, расположенных на исследуемых участках под номерами 3, 18, 20, 21. На этих участках также велика встречаемость таких видов, как *Monilinia fructigena*, *Monilinia laxa*, *Podosphaera leucotricha*, *Venturia carpophila*, *Venturia inaequalis* и *Venturia pirina*. В случае их сильного распространения по территории области, они способны привести к сильным экономическим потерям вследствие ухудшения товарного вида плодов, снижению урожайности и даже гибели продукции при хранении.

В частных промышленных плодовых садах (участки 8, 10, 12, 13, 15) широкое распространение имеет альтернативная пятнистость листьев. Её встречаемость в отобранных 75 образцах достигает 64%. Присутствие *Alternaria*

spp. не приводит к гибели деревьев, но способствует ослаблению растения, вследствие уменьшения фотосинтезирующей поверхности листьев.

На остальных обследованных участках, представляющих собой дикорастущие плодовые насаждения, широкое распространение имеют грибы родов *Venturia* и *Monilinia*, и такие виды как *Gymnosporangium sabinae* и *Stigmina carpophila*. Дикорастущие насаждения, пораженные данными возбудителями, можно считать переходным звеном в цепи передачи инфекции от её резерватов – заброшенных плодовых садов, к новым закладываемым промышленным садам.

В старых загущенных древесных посадках в отсутствие профилактических мер возникают очаги заболеваний растений. Осведомленность о видовом составе и распространенности возбудителей заболеваний плодовых культур позволит дать правильную оценку фитосанитарной обстановки в регионе, прогнозировать ее развитие в агробиоценозах и своевременно принять защитные меры для минимизации потерь урожая.

Библиографический список (References)

- Володина АА, Дутняк КС (2012) Новые находки агарикоидных и гастероидных грибов Калининградской области. Материалы Третьего съезда микологов России. 129
- Дедков ВП, Володина АА, Губарева ИЮ (2006) Конспект грибов Калининградской области В кн.: Дедков ВП, Губарева ИЮ (ред) Биоразнообразие Калининградской области. Часть 1. Грибы, лишайники, плауны, хвощи и папоротники Калининградской области. Калининград: Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта. 6–78
- Методические рекомендации по выявлению и идентификации возбудителя бурой монилиозной гнили *Monilinia fructicola* (Winter) Honey (2015) М.: ВНИИКР.
- Насонов АИ, Якуба ГВ (2017) Морфологические особенности конидиогенеза *Venturia inaequalis* (Cooke) Winter

в лабораторных условиях. *Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета*. 132(08):1-13 <http://doi.org/10.21515/1990-4665-132-106>

- Пидопличко НМ (1977) Грибы-паразиты культурных растений. Определитель в 3-х томах. Киев: Наукова думка. 2:114–299
- Правительство Калининградской области. Официальный портал. URL: https://gov39.ru/news/101/113300/?sphrase_id=14487760 (24.10.2018)
- Черепанова НП (2004) Определитель мучнисторосяных грибов (пор. *Erysiphales*) Северо-Запада России. СПб.: Инновационный центр защиты растений. 83 с.
- Ячевский АА (1913) Определитель грибов. Том 1. Совершенные грибы. СПб.: типография С.Л.Кинда. 934 с.

Translation of Russian References

- Volodina AA, Dutnyak KS (2012) [New findings of agaricoid and gastroid fungi of the Kaliningrad region]. *Materialy Tretyego Syezda Mikologov Rossii* [Proc. 3rd Congr. Russian Mycologists]. 129 (In Russian)
- Dedkov VP, Volodina AA, Gubareva IYu (2006) *Bioraznoobraziye Kaliningradskoy oblasti. Chast 1. Griby, lishayniki, plauuny, khvoshchi i paporotniki Kaliningradskoy oblasti* [Review of fungi of the Kaliningrad region]. In: Dedkov VP, Gubareva IYu (eds) [Biodiversity of the Kaliningrad region. Part 1. Fungi, lichens, mosses, horsetails and ferns in Kaliningrad region]. Калининград.: Baltiyskiy federalnyy universitet imeni Immanuila Kanta. 6–78 (In Russian)
- Guidelines for identifying and identifying the causative agent of brown rot *Monilinia fructicola* (Winter) Honey (2015) Moscow: VNIKR (In Russian)
- Nasonov AI, Yakuba GV (2017) [Morphological features of *Viduria inaequalis* (Cooke) winter conidiogenesis under laboratory conditions]. *Politematicheskii setevoye elektronnyy*

nauchnyy zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta 132(08):1-13 (In Russian) <http://doi.org/10.21515/1990-4665-132-106>

- Pidoplichko NM (1977) *Griby-parazity kulturnykh rasteniy. Opredelitel v trekh tomakh* [Fungi-parasites of cultivated plants. The key in 3 volumes]. Kiev: Naukova Dumka. 2:114–299 (In Russian)
- Government of Kaliningrad Region. Official portal. URL: https://gov39.ru/news/101/113300/?sphrase_id=14487760 (24.10.2018) (In Russian)
- Cherepanova NP (2004) *Opredelitel muchnistorsyanykh gribov (por. Erysiphales) Severo-Zapada Rossii* [Key to powdery mildews (*Erysiphales*) of the North-West of Russia]. СПб.: Innovatsionnyy tsentr zaschity rasteniy. 83 p. (In Russian)
- Yachevskiy AA (1913) *Opredelitel gribov. Tom 1. Sovershennyye griby* [Key on the fungi. Volume 1. Ascomycetes]. СПб.: the typography of S.L. Kind. 934 p. (In Russian)

SPECIES COMPOSITION OF PHYTOPATHOGENIC MICROMYCETES OF TREE CROPS ON *ROSACEAE* IN THE KALININGRAD REGION

N.I. Varvashenya*, T.A. Vasilyeva

The Kaliningrad interregional veterinary laboratory, Kaliningrad, Russia

**corresponding author, e-mail: metilovkifir@gmail.com*

The results of surveys of cultivated trees of Rosaceae family in the Kaliningrad region are presented. As many as 30 species of micromycetes belonging to 11 orders from 5 classes of Ascomycota were found. The most dangerous species for industrial gardening were *Botryosphaeria stevensii* Shoemaker, *Neonectria ditissima* (Tul. & C. Tul.) Samuels & Rossman, *Monilinia fructigena* Honey, *Monilinia laxa* (Aderh. & Ruhland) Honey, *Venturia carpophila* E.E. Fisher, *Venturia inaequalis* (Cooke) G. Winter and *Venturia pirina* Aderh. In case of their wide distribution on the territory of the region, they are able to cause severe economic losses due to deterioration of product quality, yield decrease and devastation of production during storage. Acknowledgement of species composition and dispersal of diseases of fruit trees should provide correct evaluation of phytosanitary situation in the region, predict its changes in the agroecosystems and timely protect the crops for yield loss minimization.

Key words: fruit trees, mycopathogens, ascomycete fungi, diseases of trees.

Received: 04.12.2018

Accepted: 05.03.2019

OECD+WoS: 1.06+IY

[http://doi.org/10.31993/2308-6459-2019-1\(99\)-44-47](http://doi.org/10.31993/2308-6459-2019-1(99)-44-47)

Краткое сообщение

АРЕАЛ И ЗОНЫ ВРЕДНОСНОСТИ КРУШИННОЙ ТЛИ *APHIS NASTURTII* (НОМОПТЕРА, APHIDIDAE)

М.Н. Берим*, М.И. Саулич

Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург

** ответственный за переписку, e-mail: berim_m@mail.ru*

В статье представлена оригинальная карта распространения и зон вредоносности крушинной тли, являющейся вредителем картофеля и других сельскохозяйственных культур, а также потенциальным переносчиком опасных вирусных заболеваний. При ее составлении использованы опубликованные в печати источники, собственные наблюдения, данные отлова тлей всасывающей и водными ловушками. Приводятся биологические и экологические особенности вида, объясняющие особенности его распространения и вредоносности; критерии оценки степени вредоносности. Северная граница ареала проходит по южной части Карелии, по Архангельской области (Холмогоры, Карпогоры), юго-западной части Республики Коми. Северная граница зоны низкой вредоносности идет по северной границе Латвии, далее – по Псковской, Новгородской, Ярославской, Тверской области – вплоть до Урала. Низкая вредоносность наблюдается в степной части Украины, в Крыму, на Северном Кавказе, в Закавказье. Зона высокой вредоносности включает частично Центрально-Черноземную зону Европейской части России, западную, северную и центральную части Украины, Молдавию, южную часть Белоруссии, где в отдельные годы растения повреждаются по 3 баллу.

Ключевые слова: тля, картофель, гречиха, крушина, распространение, зона вредоносности.

Поступила в редакцию: 04.02.2019

Принята к печати: 12.03.2019

Введение

Крушинная тля *Aphis nasturtii* (Kalt.) распространена широко, как в азиатской, так и в европейской части России (Шапошников, 1964). Вид встречается в Европе, Передней и Средней Азии, Северной Америке, Северной Африке. На территории стран бывшего СССР отмечается практически повсеместно, где выращиваются растения-хозяева этого фитофага. Данное насекомое повреждает картофель,

томаты, перец, гречиху и другие сельскохозяйственные культуры. На картофеле в зоне основной вредоносности ежегодная динамика численности этого вида характеризуется появлением особей на растениях на посадках с.-х. культур в конце мая – начале июня, пик численности приходится на вторую половину июня – июля, в дальнейшем происходит спад численности. Перцы повреждаются,

преимущественно в июле; томаты – в июле – августе. Тли питаются на верхушках побегов и нижней стороне листьев. При высокой численности вредителя растения желтеют, отстают в росте, листья скручиваются, засыхают. Выделяемые насекомыми экскременты загрязняют растения, на них развиваются грибковые заболевания. Вид опасен еще и тем, что известен как переносчик вирусной инфекции,

что особенно важно для семеноводческих хозяйств (Шевель, 1973). В зоне основной вредоносности преобладает по численности над другими видами, питающимися на картофеле, томатах. Тем не менее, карты распространения и вредоносности данного вида на территории России и сопредельных стран в литературе до сих пор не имелось. Ее создание и стало задачей нашей работы.

Материалы и методы

Карта выполнена на основе анализа публикаций по теме исследования, собственных наблюдений, материалов, полученных при диагностике тлей с водных и всасывающей ловушек. Векторная карта выполнена в масштабе 1:20000000 в проекции «Равновеликая Альберса на

СССР», 9, 1001, 7, 100, 0, 44, 68, 0, 0 средствами ГИС-технологий (MapInfo Professional v. 9.0). Уточнение конфигурации границ ареала и зоны вредоносности тли выполнено по карте распространения картофеля И.Е. Королевой и др. (2003).

Результаты и обсуждение

Северная граница ареала крушинной тли проходит, в основном, по северной границе выращивания картофеля. Так, по литературным источникам (Шапошников, 1964, 1972; Ивановская, 1976), а также по собственным данным, полученным при диагностике материала с водных ловушек (Шаманин, Корелина, Попова, Берим, 2017), она проходит по южной части Карелии (севернее Ладожского и Онежского озер), по Архангельской области (Холмогоры, Карпогоры), по юго-западной части Республики Коми (рис.). Крушинная тля менее холодостойкая, чем обыкновенная картофельная тля *Aulacorthum solani* (Kalt.), но более холодостойкая, чем большая картофельная тля *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas) (Homoptera, Aphididae). Показано, что северная граница ее ареала проходит существенно севернее, чем у большой картофельной тли, поскольку *M. euphorbiae* отмечен нами в пробах только в южной части Архангельской области (Шаманин, Корелина, Попова, Берим, 2017; Попова, Шаманин, Корелина, Берим, 2018).

Для крушинной тли характерен полный цикл развития. Зимуют яйца на побегах крушины слабительной (*Rhamnus*

cathartica L.). В начале – середине апреля в основной зоне вредоносности из яиц отрождаются личинки самок-основательниц и начинают питаться на верхушках побегов крушины. На первичном хозяине развивается несколько поколений партеногенетических самок. В конце мая появляются крылатые особи и факультативно мигрируют на культурные и дикие травянистые растения. Эмбриональное развитие наблюдается при температуре воздуха 6–7 °С, активное питание при температуре выше 12–14 °С. Северо-Запад России характеризуется умеренно-теплым климатом с диапазоном влажностного режима от избыточного увлажнения до умеренного. Это зона хвойных лесов с луговыми и остепненными участками, где встречаются отдельные особи насекомого, хотя по данным последних пяти лет, полученных нами посредством всасывающей ловушки, водных ловушек и в результате полевых обследований, численность вида в Ленинградской области существенно увеличилась, особенно в западных и юго-западных районах. По-видимому, это связано с изменением климата.

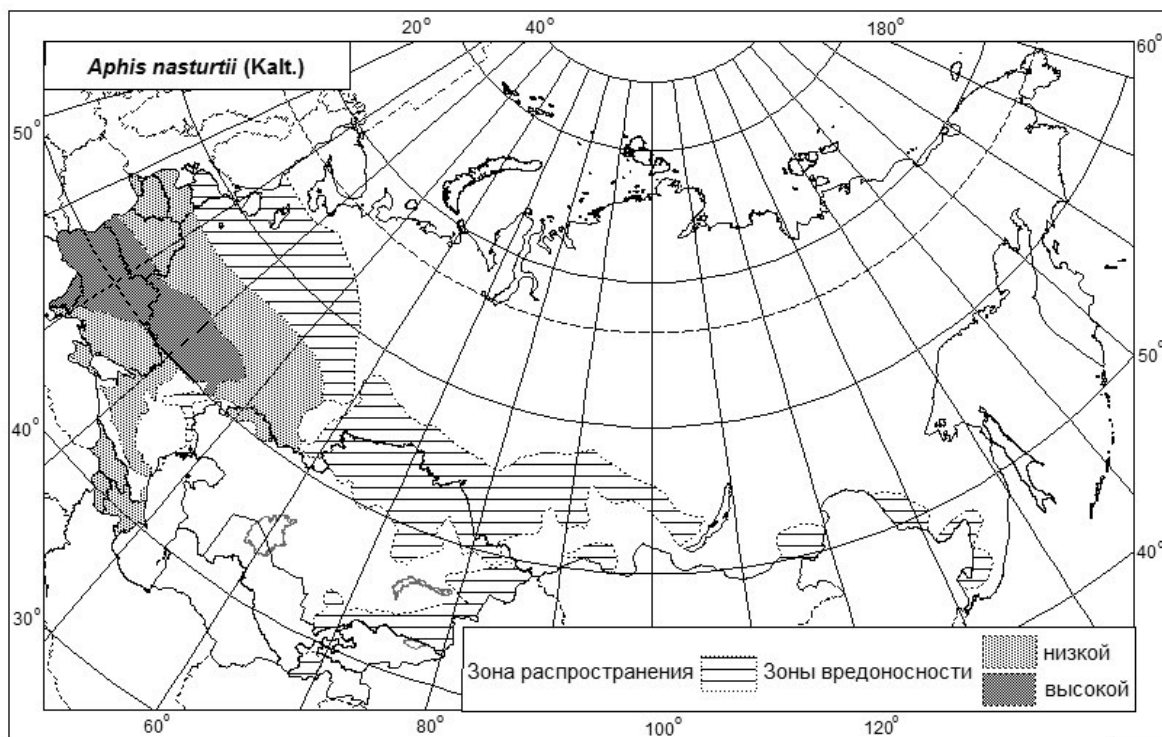


Рисунок. Ареал и зоны вредоносности крушинной тли *Aphis nasturtii* (Kalt.) (ориг.)

По результатам проведенных исследований нами впервые выделены зоны различной вредоносности тли согласно критериям, представленным в литературных источниках в соответствии с численностью насекомых и степенью повреждения растений (Бобрышев, Чмулев и др., 1972; Чечуев, 1973; Хандыбаренко, 1981; Жукова, 2000). Согласно уточненным нами данным, северная граница зоны низкой вредоносности крушинной тли проходит по Латвии, Псковской, югу Новгородской, Ярославской, Тверской, Ивановской областям – вплоть до Урала. В этой зоне периодически поврежденность составляет 1–2 балла (на растении 2–3 колонии приблизительно по 5–6 особей; повреждение слабое). Низкая вредоносность отмечается также в Крыму, степной части Украины, на Северном Кавказе и в Закавказье. Оптимальной температурой воздуха для насекомого являются 22–25 °С при влажности 60–80%, поэтому жаркие и сухие степные районы не являются благоприятными для его развития. Зона высокой вредоносности включает частично Центрально-Черноземную зону России, северную, западную и центральную части Украины,

Молдавию, южную часть Белоруссии, где в отдельные годы поврежденность растений составляет 3 балла (на растении 5–6 колоний по 10 и более особей; повреждено более 25% листовой поверхности) (Драховская, 1962; Рогулев, 1977; Курилов, 1979). Этот вид встречается на Урале, в Сибири, однако вспышек массового размножения не дает из-за длительного зимнего периода с температурами ниже –20 °С и невысокой влажностью (Ивановская, 1976). В Средней Азии и Казахстане летние температуры выше 30 °С, при низкой влажности, губительно действуют на развитие популяции (Невский, 1929). Низкая численность насекомого отмечена также в Приморском крае (Ивановская, Купянская, 1979).

Таким образом, на основе использования литературных источников, собственных наблюдений, а также материалов, полученных при диагностике тлей с всасывающей и водных ловушек, создана оригинальная карта распространения и зон вредоносности крушинной тли – вредителя картофеля и других с.-х. культур, а также потенциального переносчика вирусных заболеваний.

Библиографический список (References)

- Бобрышев ФИ, Чмулев ВМ, Удовичский АС, Захаров АИ (1972) Динамика лета тлей на посадках картофеля. Сборник научных трудов Ставропольского с.-х. института «Защита растений от вредителей и болезней». 102–105
- Драховская М (1962) Прогноз в защите растений. М.: издательство с.-х. литературы. 165 с.
- Жукова МИ (2000) Тли на картофеле в Белоруссии и средства борьбы с ними. *Ахова аслін* 4:16–18
- Ивановская ОИ (1976) Фауна тлей Западной Сибири. В кн.: Черепанов АИ (ред) Фауна гельминтов и членистоногих Сибири. Часть II. Новосибирск: Наука. 175–189
- Ивановская ОИ, Купянская АН (1979) Тли (Homoptera, Aphidinea), повреждающие листовые деревья и кустарники в Приморском крае. В кн.: Ивлиев ЛА (ред) Экология и биология членистоногих юга Дальнего Востока. Владивосток: Изд. АН СССР. 36–53
- Королева ИЕ, Вильчевская ЕВ, Рухович ДИ (2003) Компьютерная карта распространения картофеля. М.: Лаборатория почвенной информации Докучаевского института почвоведения. 18 с.
- Курилов ВИ (1979) Некоторые данные по изучению миграции крушинной тли (*Aphis nasturtii* Kalt.) с крушины слабительной. В кн.: Лопатин ИК (ред) Фауна и экология насекомых Белоруссии. Минск: Наука и техника. 73–75
- Невский ВП (1929) Тли Средней Азии. Труды Узбекстанской опытной станции защиты растений. 16:58–73
- Попова ЛА, Шаманин АА, Корелина ВА, Берим МН (2018) Динамика численности тлей – переносчиков вирусов на семенных посадках картофеля в Архангельской области. *Вестник Курской ГСХА* 9:69–76
- Рогулев АФ (1977) Прогноз появления и развития крушинной тли на посадках картофеля в условиях Каменной Степи. Защита картофеля от вирусных болезней в семеноводстве. Сборник научных трудов НИИ картофельного хозяйства 30:137–141
- Шаманин АА, Корелина ВА, Попова ЛА, Берим МН (2017) Изучение видового состава тлей–переносчиков вирусов на посадках картофеля в Архангельской области. *Вестник защиты растений* 94(4):63–68
- Шапошников ГХ (1964) Подотряд Aphidinea – тли. В кн.: Бей-Биенко ГЯ (ред) Определитель насекомых Европейской части СССР. Т. 1. М.-Л.: Наука. 612 с.
- Шапошников ГХ (1972) Отряд Homoptera – равнокрылые. Подотряд – Aphidinea – тли. В кн.: Крыжановский ОЛ, Данциг ЕМ (ред) Насекомые и клещи – вредители сельскохозяйственных культур. Т. 1. Ленинград: Наука. 166 с.
- Шевель НЕ (1973) Крушинная тля как переносчик вирусных болезней картофеля. Труды биолого-почвенного института АН СССР «Вирусные болезни растений Дальнего Востока». 14(117):145–150
- Хандыбаренко ТТ (1981) Обоснование агробиологических приемов защиты семеноводческих посевов картофеля от тлей- переносчиков вирусов: *Автореф. дисс. ...к.с.-х.н.* Киев. 41 с.
- Чечуев Н (1973) Тли на картофеле в Казахстане. *Картофель и овощи* 6:41

Translation of Russian References

- Bobryshev FI, Chmulev VM, Udovitskii AS, Zakharova AI (1972) [The dynamic of aphids migration on potatoes]. *Zashchita rasteniy ot vreditel'ei i boleznei. Sbornik trudov Stavropolskogo s.-kh.instituta* [Plant protection from pests and diseases. Proc. Stavropol Agric. Inst.]. 102–105 (In Russian)
- Drakhovskaya M (1962) *Prognoz v zashite rasteniy* [The forecast in plant protection]. Moscow: Izdatelstvo s.-kh. literatury. 165 p. (In Russian)
- Zhukova MI (2000) [The aphids on potatoes in Belorussia and plant protection methods]. *Akhova aslin* 4:16–18 (In Russian)
- Ivanovskaya OI (1976) *Fauna tley Zapadnoy Sibiri* [Fauna of aphids of Western Siberia]. In: Cherepanov AI (ed) *Fauna gel'mintov i chlenistonogikh Sibiri* [The fauna of arthropods and helminthes of Siberia]. Part II. Novosibirsk: Nauka. 175–189 (In Russian)

- Ivanovskaya OI, Kupyanskaya AN (1979) *Tli (Homoptera, Aphidinea) povrezhdayshie listvennye derevya i kustarniki v Primorskom krae* [Aphids (Homoptera, Aphidinea) – the pests of deciduous trees and bushes in Primorskiy Territory]. In: Ivliev LA (ed) *Ekologiya i biologiya chlenistonogikh yuga Dalnego Vostoka* [Ecology and biology of arthropods in the south of the Russian Far East]. Vladivostok: Izd. AN SSSR. 44 p. (In Russian)
- Koroleva IE, Vilchevskaya EV, Rukhovich DI (2003) *Kompyuternaya karta rasprostraneniya kartofelya* [The map of potato distribution]. Moscow: The laboratory of soil information, Dokuchaev's Institute of Soil Science. 18 p. (In Russian)
- Kurilov VI (1979) *Nekotorye dannye po izycheniyu migratsii krushinnoy tli (Aphis nasturtii Kalt.) s krushyny slabitelnoy* [Some data on the study of migration of buckthorn aphid (*Aphis nasturtii* Kalt.) from common buckthorn]. In: Lopatin IK (ed) *Fauna i ekologiya nasekomykh Belorusii* [Fauna and ecology of insects of Belarus]. Minsk: Nauka i tekhnika. 73–75 (In Russian)
- Nevskii VP (1929) [The aphids of Middle Asia]. *Trudy Yzbekistanskoy opytной stantsii zashity rasteniy* [The proceedings of Uzbekistan Experimental plant protection station] 16:86–88 (In Russian)
- Popova LA, Shamanin AA, Korelina VA, Berim MN (2018) [Population dynamics of aphid vectors of viruses in seed potato fields in the Arkhangelsk Region]. *Vestnik Kurskoi GSKhA* 9:69–76 (In Russian)
- Rogulev AF (1977) [The forecast of appearance and development of buckthorn aphid on the potato in the Kamennaya Steppe]. *Nauchniye trudi NII kartofelnogo khozyaystva* 30:137–141 (In Russian)
- Shamanin AA, Korelina VA, Popova LA, Berim MN (2017) [The study of the species composition of aphid vectors of viruses of the potatoes crop in the conditions of the Arkhangelsk region]. *Vestnik zashity rasteniy* 94(4):63–68 (In Russian)
- Shaposhnikov GK (1964) *Podotryad Aphidinea – tli* [Suborder – Aphidinea – aphids]. In: Bei–Bienko GYa (ed) *Opredelitel nasekomykh Evropeyskoy chasti SSSR* [The keys to insects of the European part of the USSR]. V. 1. Moscow & Leningrad: Nauka. 612 p. (In Russian)
- Shaposhnikov GK (1972) *Otryad Homoptera – ravnokrylye. Podotryad – Aphidinea – tli* [Order Homoptera. Suborder Aphidinea]. In: Kryzhanovskii OL (ed) *Nasekomye i kleshchi – vrediteli selskokhozyaystvennykh kultur* [Insects and mites – pests of agricultural crops]. Vol. 1. Leningrad: Nauka. 166 p. (In Russian)
- Shevel NE (1973) [Buckthorn aphids as a carrier of viral diseases of potatoes]. *Virusnye bolezni rasteniy Dalnego Vostoka. Trudy biologo-pochvennogo instituta AN SSSR* [Viral diseases of plant of Far East. Proc. Biol. Soil. Inst. Acad. Sci. USSR] 14(117):145–150 (In Russian)
- Khandybarenko TT (1981) *Obosnovanie agrobiologicheskikh priemov zashity semenovodcheskikh posevov kartofelya ot tley – perenoschikov virusov* [The basis of agrobiological methods of seed potato protection from aphids – vectors of viruses]. Abstr. PhD Thesis. Kiev. 41 p. (In Russian)
- Chechuev N (1973) [The aphids on potatoes in Kazakhstan]. *Kartofel i ovoshchi* 6:41 (In Russian)

Plant Protection News, 2019, 1(99), p. 44–47

OECD+WoS: 1.06+IY

[http://doi.org/10.31993/2308-6459-2019-1\(99\)-44-47](http://doi.org/10.31993/2308-6459-2019-1(99)-44-47)

Short communication

THE DISTRIBUTION AND ZONES OF HARMFULNESS OF BUCKTHORN APHID *APHIS NASTURTII* (HOMOPTERA, APHIDIDA)

M.N. Berim*, M.I. Saulich

All-Russian Institute of Plant Protection, St. Petersburg, Russia

* corresponding author, e-mail: berim_m@mail.ru

The distribution and damage zones map for the buckthorn aphid *Aphis nasturtii* (Kalt.) harmfulness is provided. This species is a pest of potatoes and other crops, as well as a potential vector of dangerous viral diseases. In this study we used published resources, personal observations, data of catching aphids by suction and water traps. Biological and ecological features of the species, explaining the peculiarities of its distribution and harmfulness, criteria to assess the degree of harmfulness are given. The northern border of the species distribution area is located in the southern part of Karelia, in the Arkhangelsk Region (Kholmogory, Karpogory) and southwestern part of Komi Republic. The northern border of low harmfulness zone corresponds to the northern border of Latvia, extends to Pskov, Novgorod, Yaroslavl, Tverskaja Regions and reaches Ural. Low harmfulness is observed in the Ukraine steppes, Crimea, North Caucasus, and Transcaucasia. The zone of high harmfulness includes the Central Chernozem (Black Earth) region of the European part of Russia, western, northern and central parts of Ukraine, Moldova, south part of Belorussia, where in some years plant damage equals to 3 points.

Key words: aphids, potatoes, buckwheat, buckthorn, spreading, zones of harmfulness

Received: 04.02.2019

Accepted: 04.02.2019

ПОЛЕВАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ НОВОГО ДЕСИКАНТА МОЛОТОК, ВР В ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

С.И. Редюк

Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург

e-mail: redyuksergei@mail.ru

В Ленинградской области нами была проведена полевая оценка эффективности применения нового десиканта Молоток, ВР на четырех сортах картофеля: Колетте, Ломоносовский (слабо облиственных), Ред Скарлетт, Удача (сильно облиственных). Исследованиями в период 2016–2017 гг. была разработана технология применения диквата бромид и оптимизированы регламенты использования десиканта Молоток, ВР. Используются приемы разового применения препарата в норме 2.0 л/га и двукратного 2.0 л/га + 2.0 л/га путем опрыскивания вегетирующих культурных и сорных растений за две недели до уборки урожая картофеля. Установлено, что на посадках слабо облиственных сортов картофеля, при однократном использовании 2.0 л/га десиканта Молоток, ВР, уже через 4–5 дней после применения отмечалось достаточно сильное высушивающее действие десиканта на растения картофеля. Полное высушивание растений картофеля наблюдалось через 10–11 дней после опрыскивания. На посадках сильно облиственных сортов картофеля, при двукратном применении 2.0 л/га препарата Молоток, ВР, через 4 дня после второго опрыскивания наблюдалось довольно сильное высушивающее действие на растения картофеля. Через 11–16 дней после последней обработки исследуемым десикантом наступало полное высыхание растений картофеля.

Ключевые слова: картофель, ботва, десикант, норма применения

Поступила в редакцию: 06.02.2019

Принята к печати: 13.03.2019

Введение

Холодная и дождливая погода в период созревания урожая картофеля приводит к значительным потерям. Решить эту проблему можно с помощью десикации – обработки посевов специальными агрохимическими препаратами, позволяющими ускорить созревание растений путем их подсушивания. Десикация перед уборкой культуры ускорит созревание клубней, уменьшит вероятность распространения фитофтороза и кормовую базу фитофагов. Кроме того, прибыль от применения этих методов в 3–4 раза превышает расходы (Шпаар и др., 2004; Попов и др., 2003).

Массовое поражение клубней фитофторозом часто наблюдается даже при слабом развитии болезни на ботве. При этом высокоэффективным приемом защиты клубней является уничтожение ботвы до прекращения активности фунгицидов последней обработки. Задержка с выполнением данного приема даже на 1–2 дня, особенно в дождливую погоду, приводит к накоплению спор на пораженной ботве и массовому заражению клубней. Кроме того, смываемые дождем с поверхности листьев и стеблей споры патогена, могут длительное время оставаться жизнеспособными в почве (Сухорученко и др., 2011).

Механическое удаление ботвы не дает достаточно эффекта для ускорения созревания клубней, так как в зависимости от зрелости оставшиеся стебли могут вновь начать отрастать. Как результат, клубни не могут своевременно сформировать прочную кожуру. Применение десиканта позволяет ускорить созревание картофеля, кожура формируется более плотная, также ограничивается распространение болезней на клубнях и частично уничтожаются сорняки.

Используя десикацию, а не механическое удаление ботвы, сельхозпроизводители получают ряд преимуществ, а именно:

равномерное высыхание ботвы, что позволяет планировать сроки уборки;

постепенное огрубение кожуры клубней, что снижает их травмируемость и заражение раневыми патогенами.

При сильно развитой ботве химическая обработка даст более ощутимый эффект, если провести ее в два приема с перерывом в несколько дней. Особенно внимательно необходимо отнестись к предотвращению повторного отрастания ботвы на семеноводческих участках. Повторно отросшая молодая ботва очень нежная и поэтому сильнее поражается тлей и цикадками – переносчиками вирусных заболеваний (Сухорученко и др., 2011).

Использование десиканта является многофункциональным приемом, обеспечивающим подготовку культуры к уборке, повышение сохранности урожая при хранении. Десикация картофеля способствует формированию плотной кожуры клубней, сокращая риск их травмирования в период уборки и транспортировки. Клубни с хорошо сформированной и неповрежденной кожурой в период хранения медленнее обезвоживаются и устойчивы к поражению раневыми патогенами, такими как фузариоз и мокрые бактериальные гнили. Десикация позволяет корректировать сроки уборки картофеля. Для большинства сортов картофеля период между применением десиканта и уборкой составляет 12–16 дней. В тоже время, уборка некоторых ранних сортов картофеля может осуществляться уже через 8–10 дней после применения десиканта.

Материалы и методы

Изучение биологической эффективности десиканта Молоток, ВР проводили в 2016–2017 гг. на посадках различных сортов картофеля, районированных в Северо-Западном регионе на опытном поле ФГБНУ ВИЗР. Опрыскивание проводили в период окончания формирования клубней и огрубления кожуры картофеля с интервалом между обработками 3–5 дней (при двукратном опрыскивании). Методика проведения учетов: глазомерная оценка эффективности десиканта проводилась через 5, 10, 15 и 20 дней после опрыскивания по 3 показателям. Опадение листьев и высушивание листьев оценивались по баллам: “5” – у 90–100% растений, “4” – у 70–80% растений, “3” – у 50–60% растений, “2” – у 30–40% растений, “1” – у

10–20% растений, “0” – менее чем у 10% растений. Высушивание стеблей оценивалось по баллам: “5” – стебель высушен полностью, “4” – высушена верхняя половина стебля, “3” – высушена верхушка, ожоги на остальной части, “2” – обожжена вся поверхность, “1” – отдельные пятна ожогов, “0” – стебли зеленые (Долженко, 2013). Обработку проводили ручным опрыскивателем Resisten 3610 оборудованным 2-х метровой штангой с 4-мя щелевыми распылителями, расход рабочей жидкости составлял 200 л/га. Способ уборки и учет урожая осуществлялся вручную, с каждой опытной делянки. Статистическая обработка данных – методом дисперсионного анализа.

Результаты и обсуждение

Климатические условия в Ленинградской области для выращивания картофеля требуют, в качестве одного из приемов, предуборочную десикацию культурных и сорных растений. В этом регионе практически всегда наблюдается избыточный режим увлажнения и довольно часто низкие температуры во время уборки урожая (Редюк, 2017).

В настоящее время, наиболее часто применяемым для десикации на посадках картофеля является препарат Реглон Супер, ВР на основе дикват бромида.

Десиканты, созданные на основе активного вещества дикват бромида, используют при промышленном выращивании картофеля, если:

- нужно срочно провести уборку;
- на посадках присутствует симптомы болезней;
- наблюдаются резкие изменения показателей температурного режима.

Десикант на основе действующего вещества дикват бромида эффективен, когда с его помощью проводится полноценная обработка поверхности растений в рекомендуемых производителем нормах применения. Этот

препарат малоактивен при снижении норм применения, требует дополнительного использования липкого раствора, который нужен для задержки десиканта на поверхности растений. У многолетних сорняков, отрастающих от корня, после использования десиканта наблюдается восстановление вегетации (Голубев, Редюк, 2013).

Нами была проведена сравнительная оценка нового десиканта Молоток, ВР, содержащего в качестве действующего вещества дикват бромида, в сравнении препаратом Реглон Супер, ВР.

Проведенные в течение 2016 и 2017 гг. исследования показали, что при однократном использовании 2.0 л/га десиканта Молоток, ВР на посадках слабо облиственных сортов картофеля Колетте и Ломоносовский уже через 4–5 дней после применения отмечалось его достаточно сильное высушивающее действие на растения картофеля. Полное высушивание растений картофеля наблюдалось через 10–11 дней после опрыскивания. Эти показатели исследуемого препарата практически не отличались от показателей десиканта Реглон Супер, ВР (табл. 1).

Таблица 1. Показатели визуальной оценки (в баллах) десиканта Молоток, ВР на посадках слабо облиственных сортов картофеля в Ленинградской области

Варианты опыта		Сроки учетов			
2016 г. сорт Колетте		02.08	08.08	12.08	17.08
1. Молоток, ВР – 2.0 л/га	Опадение листьев	3.0	4.0	5.0	5.0
	Высушивание листьев	4.0	5.0	5.0	5.0
	Высушивание стеблей	3.0	4.0	5.0	5.0
2. Реглон Супер, ВР – 2.0 л/га	Опадение листьев	3.5	4.5	5.0	5.0
	Высушивание листьев	4.0	5.0	5.0	5.0
	Высушивание стеблей	3.0	4.0	5.0	5.0
2017 г. сорт Ломоносовский		18.08	25.08	29.08	04.09
1. Молоток, ВР – 2.0 л/га	Опадение листьев	3.5	4.5	5.0	5.0
	Высушивание листьев	4.0	5.0	5.0	5.0
	Высушивание стеблей	3.0	4.0	5.0	5.0
2. Реглон Супер, ВР – 2.0 л/га	Опадение листьев	3.5	4.5	5.0	5.0
	Высушивание листьев	4.0	5.0	5.0	5.0
	Высушивание стеблей	3.0	4.0	5.0	5.0

В 2016 и 2017 гг. на посадках сильно облиственных сортов картофеля Ред, Скарлетт и Удача при двукратном применении 2.0 л/га препарата Молоток, через 4 дня после второго опрыскивания наблюдалось его довольно сильное высушивающее действие на растения картофеля. Через 11–16 дней после последней обработки исследуемого десиканта наступало полное высыхание растений картофеля. При двукратном применении 2.0 л/га препарат Молоток, ВР проявил высушивающее действие на растения картофеля на уровне десиканта Реглон Супер, ВР (табл. 2).

Проведенные в Ленинградской области исследования показали, что десикант Молоток, ВР при однократном внесении 2.0 л/га на слабо облиственных сортах и двукратном внесении 2.0 л/га на сильно облиственных сортах картофеля (с интервалом через 3–4 дня) показали быстрое высушивающее действие на культурные растения. Препарат Молоток, ВР действовал на уровне эффективности эталона Реглон Супер, ВР.

Через 11–16 дней после опрыскивания растений возможно проведение уборки урожая картофеля.

Таблица 2. Показатели глазомерной оценки десиканта Молоток, ВР на посадках сильно облиственных сортов картофеля в Ленинградской области

Варианты опыта		Сроки учета			
2016 г. сорт Ред Скарлетт					
		05.08	12.08	17.08	22.08
1. Молоток, ВР – 2.0 л/га х 2	Опадение листьев	3.5	4.5	5.0	5.0
	Высушивание листьев	4.0	5.0	5.0	5.0
	Высушивание стеблей	3.0	4.5	5.0	5.0
2. Реглон Супер, ВР – 2.0 л/га х 2	Опадение листьев	3.5	4.5	5.0	5.0
	Высушивание листьев	4.0	5.0	5.0	5.0
	Высушивание стеблей	3.0	4.5	5.0	5.0
2017 г. сорт Удача					
		18.08	25.08	29.08	04.09
1. Молоток, ВР – 2.0 л/га х 2	Опадение листьев	4.0	5.0	5.0	5.0
	Высушивание листьев	5.0	5.0	5.0	5.0
	Высушивание стеблей	3.5	4.5	5.0	5.0
2. Реглон Супер, ВР – 2.0 л/га х 2	Опадение листьев	4.0	5.0	5.0	5.0
	Высушивание листьев	5.0	5.0	5.0	5.0
	Высушивание стеблей	3.5	4.5	5.0	5.0

Библиографический список (References)

- Голубев АС, Редюк СИ (2013) Современный ассортимент гербицидов для защиты картофеля. Мат. III Всерос. съезда по защите растений «Фитосанитарная оптимизация агроэкосистем» 1:160–164
- Долженко ВИ, ред (2013) Методические указания по регистрационным испытаниям гербицидов в сельском хозяйстве. СПб: ВИЗР. 280 с.
- Попов СЯ, Дорожжина ЛА, Калинин ВА (2003) Основы химической защиты растений. М.: Арт-Лион. 208с.
- Редюк СИ (2017) Защита картофеля от сорных растений. *Вестник защиты растений* 2: 55–58
- Сухорученко ГИ, Волгарев СА, Иванова ГП, Долженко ОВ, и др (2011) Система интегрированной защиты посадок продовольственного картофеля от комплекса вредных организмов в Северо-Западном регионе Российской Федерации. СПб: ВИЗР. 43 с.
- Шпаар Д, Быкин А, Дрегер Д, Захаренко А и др (2004) Картофель. Выращивание, уборка, хранение. Торжок: ООО «Вариант». 8–41

Translation of Russian References

- Golubev AS, Redyuk SI (2013) [Modern range of herbicides for protection of potatoes]. *Fitosanitarnaya optimizatsiya agroekosistem. Materialy Tretyego Vserossiyskogo Syezda po zashchite rasteniy* [Phytosanitary optimization of agroecosystems. Proc. 3rd All-Russ. Congr. Plant Protection]. 1:160–164 (In Russian)
- Dolzhenko VI, ed (2013) *Metodicheskie ukazaniya po registratsionnym ispytaniyam gerbitsidov v selskom khozyajstve* [Guides for registration trials of insecticides, acaricides, molluscicides and rodenticides in agriculture]. SPb: VIZR. 280 p. (In Russian)
- Popov SY, Dorozhkina LA, Kalinin VA (2003) *Osnovy khimicheskoy zashchity rasteniy* [The bases of chemical plant protection] M.: Art-Lion. 208 p. (In Russian)
- Redyuk SI (2017) [Potato protection from weeds]. *Vestnik zashchity rasteniy* 2:55–58 (In Russian)
- Shpaar D, Bykin A, Dreger D, Zakharenko A et al (2004) *Kartofel. Vyrashchivanie, uborka, khranenie* [Potato. Cultivation, harvesting, storage] Torzhok: «Variant» Ltd. 8–41 (In Russian)
- Suhoruchenko GI, Volgarev SA, Ivanova GP, Dolzhenko OV et al (2011) *Sistema integrirovannoy zashchity posadok prodovolstvennogo kartofelya ot kompleksa vrednykh organizmov v Severo-Zaparnom regione Rossiyskoy Federatsii* [Integrated management of harmful organisms complex of food potato stands in North-Western Russia] SPb: VIZR. 43 p. (In Russian)

Short communication

FIELD EVALUATION OF EFFICACY OF NOVEL DESSICANT MOLOTOK, VR
IN LENINGRAD REGION

S.I. Redyuk

All-Russian Institute of Plant Protection, St. Petersburg, Russia

e-mail: redyuksergei@mail.ru

In this study we assessed the effectiveness of the new desiccant Molotok, VR for the four potato varieties. Among them, Colettee and Lomonovskiy varieties have sparse leaves, Red Scarlett and Udacha varieties have dense leaves. During the trials in 2016–2017, the technology of the treatment with diquat bromide was developed and the regulations for using the desiccant Molotok were optimized. The trials for the Molotok were performed with the application rate of 2.0 l/ha for single-time use and the application rate 2.0 l/ha + 2.0 l/ha for double-time use by spraying of the cultivated plants and weed plants two weeks before the potato harvesting. We recorded the strong drying effect on potato plants in 4–5 days after the single use of desiccant Molotok (2.0 l/ha) for the plantings of sparsely leaved potato varieties. Complete drying of potato plants was observed in 10–11 days after the spraying. It was also found that the potato plants were very dry in 4 days after the second spray of the plantings with densely leaved varieties. The potato plants were completely dry in 11–16 days after the last treatment with the test desiccant.

Key words: potatoes, tops, desiccant, application rate

Received: 06.02.2019

Accepted: 13.03.2019

ТАТЬЯНА ГРИГОРЬЕВНА ГРИГОРЬЕВА И ЕЕ ВКЛАД В СТАНОВЛЕНИЕ И РАЗВИТИЕ АГРОБИОЦЕНОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ЗАЩИТЕ РАСТЕНИЙ

О.Г. Гусева

Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург

TATYANA GRIGORYEVA AND HER CONTRIBUTION INTO THE FORMATION AND DEVELOPMENT OF AGROBIOCOENOLOGY RESEARCH IN PLANT PROTECTION

O.G. Guseva

All-Russian Institute of Plant Protection, St. Petersburg, Russia

Татьяна Григорьевна Григорьева (1901-1980) внесла огромный вклад в развитие энтомологических и биоценологических исследований ВИЗР. Среди ее аспирантов и последователей были такие ученые, как доктора биологических наук В.Н. Буров и В.И. Танский, кандидаты биологических наук А.Ж. Ашикбаев, Г.Н. Дормидонтова, Т.Н. Жаворонкова, И.П. Заева и другие.

«Родилась в г. Детское Село в 1901 г., где провела два первых года жизни, после чего постоянно жила в Ленинграде. ... В 1919 г. я окончила Выборгское восьмиклассное коммерческое училище и поступила в ЛГУ на биологическое отделение физико-математического факультета. После рождения ребенка принуждена была бросить учебу в 1923 г. В 1928 г. поступила в ИЗИФ. В промежутке между ЛГУ и ИЗИФом работала в качестве биолога на малярийной станции и на энтомологической станции при сельскохозяйственном институте, откуда и была командирована в ИЗИФ.» – написано в автобиографии Татьяны Григорьевны.

Трудовая деятельность Татьяны Григорьевны в ВИЗР началась в 1930 г. после окончания Высших курсов прикладной зоологии и фитопатологии (ИЗИФ) в коллективе, возглавляемом Григорием Яковлевичем Бей-Биенко. После рождения сына Юры в 1930 г. «вынуждена была до 1935 г. не работать на постоянной службе», однако выполняла ряд научных работ дома. «В феврале 1935 г. ... я смогла вернуться к прерванной работе и вновь была зачислена в сектор зерновых культур ВИЗР». «Проработав до 11.IV я была уволена приказом дирекции ... могу объяснить свое увольнение исключительно имевшим место сомной как при поступлении, так и в дальнейшем разговором сектора кадров о происхождении моего отца ... настойчиво прошу пересмотреть вопрос о моем увольнении, так как объясняю его себе ... приходом нового работника в сектор кадров ... и тем, что я не собрала своевременно дополнительные данные об отце, которые теперь предъявляю» – написано в заявлении директору ВИЗР...

Только благодаря докладной записке Г.Я. Бей-Биенко, в которой говорилось, что в предстоящем полевом сезоне Т.Г. Григорьева должна изучать почвенную фауну биоценозов, является ответственным исполнителем и нет возможности заменить такого специалиста другим сотрудником, было принято решение зачислить ее на временную работу.

В архиве ВИЗР хранится документ, написанный рукой Надежды Константиновны Крупской на бланке Наркомпроса и решивший судьбу Татьяны Григорьевны, а в

дальнейшем и целого направления возглавляемых ею работ института: «В 90-х годах, работая в вечерне-воскресной школе за Невской Заставой, я хорошо знала родителей Татьяны Григорьевны Григорьевой – Евгению Валентиновну Штакенбург и Григория Михайловича Григорьева. ... Григорьев преподавал физику и химию в технических классах. И Штакенбург и Григорьев помогали проводить так называемую «географию», под видом которой проводилась марксистская пропаганда, всячески помогали вооружать рабочих знаниями, которые будили в них сознательность» – написала Надежда Константиновна. Это позволило Татьяне Григорьевне в декабре 1935 написать заявление: «Прошу зачислить меня на место штатного сотрудника в тему № 4 (Изучение биоценозов). ... Приложение письмо Н.К. Крупской от 14.V-35 г.» (Рисунок).

С 1935 года Т.Г. Григорьева в составе биоценологической группы сектора зерновых и бобовых культур начала работу в районах освоения целинных земель в Оренбургской области, где проводилось изучение почвенной фауны на фоне смены растительного покрова после распашки ковыльной степи. Важнейшим итогом исследования явилось теоретическое положение о том, что освоение целинных земель приводит к полному вытеснению многих видов животных и создает благоприятные условия для необычайно сильного и быстрого возрастания численности отдельных видов, которые при этом становятся вредителями и могут причинять большой экономический ущерб. При этом Татьяной Григорьевной была сконструирована полевая установка для промывки почвы, позволявшая получить более точную информацию относительно численности почвенных беспозвоночных. Данные материалы вошли в кандидатскую диссертацию Татьяны Григорьевны, которая была защищена значительно позже (Григорьева, 1951).

С 1938 года биоценологическая группа перестала существовать. Татьяна Григорьевна перешла в лабораторию корневых вредителей, в дальнейшем приманочных методов борьбы, где продолжила работу по почвенной зоологии на должности старшего научного сотрудника. Здесь ею были проведены большие работы по изучению распределения почвенной фауны по полям травопольного севооборота. Особое внимание при этом уделялось закономерностям миграций жуков-щелкунов в период их дополнительного питания и откладки яиц в условиях лесной зоны. В результате этих работ была изучена динамика проволочников в травопольных севооборотах и разработан метод борьбы с этими вредителями с помощью притягивающих приманок (Григорьева, 1940, 1941).

ЗАМЕСТИТЕЛЬ
РОДНОГО КОМИССАРА
ПО ПРОСВЕЩЕНИЮ

14 мая 1935 г.

№ _____

В 90^х годах, работая в вечерней воскресной школе за Невской Зап. стороной, я хорошо знала родителей Тамары Григорьевны Григорьевны – Евгению Валентиновну Шмакенец и Григория Михайловича Григорьева. Шмакенец заведывала Обуховской вечерней-воскресной школой. Родители очень хорошо к ней относились. Григорьев преподавал физику и химию в техникумских классах. И Шмакенец и

Григорьев помогали проводить так называемую «географию», над видом которой проводилась марксистская пропаганда, и все же помогали вооружать рабочих знаниями, которыми обладали в них социальными

Н. Крупская

Рисунок. Письмо Н.К. Крупской от 14.05.1935 о родителях Григорьевой Т.Г. (архив ВИЗР)

В производственной характеристике Т.Г. Григорьевой, подписанной в 1940 году заведующим энтомологической лабораторией профессором В.Н. Старком, написано: «Работник с широким кругозором, большой инициативой, исключительной трудоспособностью. Очень энергична, прекрасный организатор. Хорошо знает литературу по энтомологии и внимательно следит за выходящими новинками. Владея языками, хорошо знает мировую литературу. ... По группе проволочников является лучшим специалистом ВИЗР».

Во время Великой Отечественной войны, в период эвакуации в Кировскую область (пос. Арбаж) Татьяна Григорьевна работала главным агрономом и заведующей межрайонной льносеменоводческой станции, отвечала за обеспечение семенным материалом хозяйств области. Работа была ответственная, связанная с разъездами по соседним колхозам. Здесь полностью проявились ее организаторские способности: она добилась получения «общественного огорода» и коровы для сотрудников лаборатории, завела свой личный «огородец», на котором выращивала овощи для себя и сына Юрия, сумела организовать перевозку семенного материала по реке. К концу ее пребывания в Арбаже лаборатория располагала уже и своей лошастью. Жизнь Татьяны Григорьевны в Кировской области была полна огромных усилий и тревоги за оставшихся в блокадном Ленинграде родных. За свою работу в годы войны Т.Г. Григорьева была награждена медалью За доблестный труд в Великой Отечественной войне 1941–1945 гг.».

В мае 1944 года Татьяна Григорьевна вернулась из эвакуации и возобновила работу в лаборатории приманочных

методов борьбы ВИЗР. В 1945 году ею были поставлены эксперименты в условиях подсобных хозяйств в Лахте, в Сестрорецком районе Ленинградской области. Исследовалась возможность применения на посадках овощных культур метода притеняющих приманок, разработанного в предвоенный период для полевых севооборотов.

Дальнейшие исследования Татьяны Григорьевны были посвящены изучению динамики почвенной фауны старопашотных и вновь освоенных земель в степях Оренбургской и Кустанайской областей, а также разработке агротехнических методов борьбы с проволочниками. Результаты этих исследований изложены в многочисленных печатных работах, а многолетнее изучение проволочников послужило основой для написания монографии «Проволочники и меры борьбы с ними» в соавторстве с С.Г. Бобинской и С.А. Персиным (Бобинская и др., 1965).

С 1948 года в течение 20 лет Т.Г. Григорьева руководила лабораторией агротехнических методов борьбы с вредителями, которая затем была переименована в лабораторию зерновых культур и представляла собой большой сплоченный коллектив специалистов различных профилей. Энтомологи, фитопатологи и гербологи работали вместе, что позволяло квалифицированно рассматривать агробиocenоз как целостную систему. С 1954 года, с началом освоения целинных земель в Северном Казахстане, коллектив приступил к изучению формирования вредной и полезной фауны при распашке целины. Сотрудники лаборатории более 10 лет работали в экспедициях в Кустанайской и Целиноградской областях Казахстана. Особое значение эти работы имели в связи с последовавшей за распашкой целины катастрофической вспышкой численности зерновой

совки, вызвавшей колоссальные потери урожая. Проводилось изучение теоретических вопросов динамики численности насекомых и разрабатывались практические рекомендации, позволяющие снизить потери урожая. В связи с большим значением этих работ Президиум Верховного Совета СССР постановил вручить Т.Г. Григорьевой медаль «За освоение целинных земель».

Галина Николаевна Дормидонтова, в течение долгих лет работавшая в лаборатории под руководством Т.Г. Григорьевой, вспоминает: «... всегда с благодарностью чувствовала ее понимание и доброжелательную поддержку. ... Благодаря ее мудрости и дружелюбию в нашей лаборатории всегда царила приятная обстановка, когда идешь на работу с удовольствием, и хорошо работается».

На пенсию Татьяна Григорьевна ушла в 1972 году, однако продолжала руководить работой своего последнего аспиранта А.Ж. Ашикбаева.

Татьяна Григорьевна смогла передать любовь к энтомологии своим сыну и внуку. Юрий Евгеньевич Мандельштам, доктор биологических наук, работал в институте эволюционной физиологии и биохимии им. И.М. Сеченова, где изучал механизмы нервно-мышечной передачи у насекомых. Внук Татьяны Григорьевны – Михаил Юрьевич

Мандельштам – доктор биологических наук, все свободное время посвящает систематике короедов. Он является признанным авторитетом в этой области и автором ряда оригинальных исследований по короедам Европы, Азии, Африки и Южной Америки. В Санкт-Петербургском лесотехническом университете Михаил Юрьевич преподает лесную энтомологию и систематику насекомых.

Татьяна Григорьевна оставила после себя многочисленных учеников (под ее руководством подготовлено и защищено 12 кандидатских диссертаций), научные труды (более 70 печатных работ), а также обширную коллекцию насекомых, которая бережно хранится в секторе агробиоценологии ВИЗР. Эта коллекция позволила проследить изменения в структуре комплекса насекомых агроландшафтов Ленинградской области в результате потепления климата (Гусева, Коваль, 2007; Коваль, Гусева, 2008) и помогает, как и печатные труды Татьяны Григорьевны, в работе по изучению агробиоценозов, начатой в институте в предвоенные годы и продолжающейся в наши дни.

Помощь при подготовке статьи оказали Т.Н. Жаворонкова, Г.Н. Дормидонтова, А.А. Полякова, Т.В. Мандельштам, М.Ю. Мандельштам, Т.Б. Шереметьева, которым я выношу свою глубокую благодарность.

Библиографический список (References)

- Бобинская СГ, Григорьева ТГ, Персин СА (1965) Проволочники и меры борьбы с ними. Л.: Колос. 222 с.
- Григорьева ТГ (1940) Динамика проволочников на фоне ротации культур в травопольном севообороте. *Вестник защиты растений* 4:57–64
- Григорьева ТГ (1941) Перспективы приманочного метода борьбы с щелкунами (*Agriotes lineatus* L. и *A. obscurus* L.). *Вестник защиты растений* 2:48–53
- Григорьева ТГ (1951) Закономерности динамики почвенной фауны в зависимости от смен растительного покрова. *Дисс. ... к.с.-х.н.* Л. 201 с.
- Гусева ОГ, Коваль АГ (2007) Видовой состав и структура доминирования земляных блошек (Coleoptera: Chrysomelidae, Alticinae) в агроценозах Ленинградской области. *Вестник защиты растений* 4:32–39
- Коваль АГ, Гусева ОГ (2008) Изменение комплекса насекомых-фитофагов как следствие потепления климата. *Защита и карантин растений* 1:42–43

**IV ВСЕРОССИЙСКИЙ СЪЕЗД ПО ЗАЩИТЕ РАСТЕНИЙ С МЕЖДУНАРОДНЫМ
УЧАСТИЕМ «ФИТОСАНИТАРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБЕСПЕЧЕНИИ
НЕЗАВИСИМОСТИ И КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ АПК РОССИИ»
будет проходить в г. Санкт-Петербурге с 9 по 11 сентября 2019 г.**

IV ALL-RUSSIAN CONGRESS ON PLANT PROTECTION WITH INTERNATIONAL
PARTICIPATION “PHYTOSANITARY TECHNOLOGIES IN PROVIDING THE INDEPENDENCE
AND COMPETITIVENESS OF THE AGRO INDUSTRIAL COMPLEX OF RUSSIA”
will be held in Saint Petersburg from 9 to 11 September 2019

Съезд соберет более 500 ученых и специалистов со всей России для обмена знаниями и опытом, для презентации результатов научных исследований и обсуждения инноваций в сфере защиты растений в сельском хозяйстве и органическом земледелии.

Для участников Съезда будет организована выставка «Современные агротехнологии в интенсивном растениеводстве и органическом земледелии» с участием ведущих производителей средств защиты растений, агрохимикатов, научного оборудования и других товаров для сельского хозяйства и научных исследований.

Важные даты

Начало онлайн-регистрации: 08.11.2018
Начало подачи тезисов: 08.11.2018
Окончание приема тезисов: 10.06.2019
Извещение о приеме тезисов: 17.06.2019

Ранняя регистрация: до 24.06.2019
Поздняя регистрация: после 24.06.2019
Оплата оргвзноса: до 09.08.2019

Место проведения

Санкт-Петербург, основанный в 1703 году Петром Первым, сегодня считается одним из самых красивых городов в мире. Портовый город на побережье Балтийского моря, который в течение двух веков служил столицей Российской империи и резиденцией Императорской династии, в настоящее время является самым северным из крупнейших городов мира. Воплощая в жизнь замысел Петра, на протяжении XVIII и XIX веков известные европейские архитекторы (в большинстве своём из Италии и Франции) создавали на берегах Невы «Музей под открытым небом» из величественных дворцов, соборов и парковых ансамблей. Сегодня более 100 исторических дворцов и более 80 музеев открыто для посетителей. Самый знаменитый, Эрмитаж, где собрана одна из крупнейших коллекций произведений искусства в мире. Санкт-Петербург входит в список объектов Всемирного наследия ЮНЕСКО. В списке обязательных объектов к посещению: Казанский Собор, здание фирмы Зингер, знаменитый Банковский мостик с его величественными львами, Спас на Крови, Петропавловска крепость, Александро-Невская

лавра, Дворцовая площадь с Александрийским столбом, Адмиралтейство, Исаакиевский собор, Петергоф и Царское Село.

Место проведения мероприятия – Парк Инн Пулковская (Park Inn Pulkovskaya). Отель расположен в прекрасном историческом районе, на юге города, и находится в легкой досягаемости до исторического центра города (15 мин. на метро без пересадок). Расстояние до ближайшей станции метро («Московская», синяя ветка) – 700 метров (7 мин. пешком). Расстояние до аэропорта «Пулково» – 9 км (20 мин. на машине, прямые автобусы до аэропорта). Расстояние до Московского вокзала – 11 км (25 мин. на машине). Для удобства участников Съезда отель располагает вместительной парковкой на 200 парковочных мест. Пленарные и секционные заседания, круглые столы и выставка будут проходить во втором крыле отеля в удобных и современных конференц-залах. Сотрудники отеля совместно с командой МАКО создадут атмосферу комфорта и заботы для каждого делегата и партнера мероприятия.

Регистрационный взнос

	Ранняя регистрация оплата до 24.06.2019	Поздняя регистрация оплата после 24.06.2019
Участник	5 000 руб.	7 000 руб.
Студент	3 000 руб.	5 000 руб.

Научная программа

Секция 1. Фитосанитарный мониторинг и прогноз

Модераторы:

Гричанов Игорь Яковлевич,
д.б.н., ВИЗР, Санкт-Петербург

Федченко Владимир Григорьевич,
к.т.н., ГУАП, Санкт-Петербург

Основные направления работы секции:

- Мониторинг биологического разнообразия вредных и полезных организмов;
- Пути распространения инвазионных и карантинных вредных организмов и методы их мониторинга;
- Новые методы диагностики, мониторинга и прогноза вредных организмов;
- Цифровые технологии фитосанитарного мониторинга и прогноза;

Секция 2. Болезни растений

Заседание 2А. Грибные болезни растений

Модераторы:

Гуляева Елена Ивановна,
к.б.н., ВИЗР, Санкт-Петербург

Ибрагимов Тагир Замилеевич, к.б.н., ВНИИФ,
Московская обл.

Волкова Галина Владимировна, д.б.н., ВНИИБЗР,
Краснодар.

Основные направления работы секции:

- изменения видового состава фитопатогенных и токсигенных грибов в агробиоценозах;
- пути распространения фитопатогенных грибов и их адаптация к новым условиям;
- вредоносность грибных болезней растений;
- морфология, биохимия, экология и систематика фитопатогенных грибов;
- популяционная биология фитопатогенных грибов.

Заседание 2Б. Бактериальные, вирусные и нематодные болезни растений (посвящается 90-летию проф. Ю.И.Власова)

Модераторы:

Игнатов Александр Николаевич,
д.б.н., ИЦ «ФитоИнженерия», Московская обл.

Тальянский Михаил Эммануилович, д.б.н.,
James Hutton Institute, Шотландия; ИБХ РАН, Москва

Основные направления работы секции:

- уточнение таксономии и видового состава фитопатогенных бактерий, вирусов и нематод в агробиоценозах, создание и использование референтных коллекций штаммов;
- новые методы обнаружения и диагностики фитопатогенов: проблемы апробации и внедрения;
- пути распространения фитопатогенных бактерий, вирусов и нематод, расширение ареала, адаптация к новым переносчикам, новым климатическим условиям и новым сельскохозяйственным культурам;
- экономическая вредоносность бактериальных, вирусных и нематодных болезней сельскохозяйственных культур;
- специфичные методы защиты растений от бактериальных, вирусных и нематодных болезней.

Секция 3. Биологический метод защиты растений

Заседание 3А. Микробиологическая защита растений

Модераторы:

Павлюшин Владимир Алексеевич,
академик РАН, ВИЗР, Санкт-Петербург

Глунов Виктор Вячеславович,
д.б.н., ИСиЭЖ СО РАН, Новосибирск

Основные направления работы секции:

- природные ресурсы полезных фитосанитарных микроорганизмов и их роль в биоценотической регуляции;
- хозяйинно-паразитные взаимоотношения и иммунитет;
- биологический контроль и инвазионная биология: проблемы и пути решения;
- генетика и селекция перспективных штаммов-продуцентов;
- создание полифункциональных защитных биопрепаратов;
- системы биологической защиты в интенсивном растениеводстве и органическом земледелии: эффективность, экономика, экологическая безопасность;
- технологии производства микробных биопрепаратов; научное обеспечение промышленных и опытных биотехнологических производств.

Заседание 3Б. Членистоногие как агенты биологического контроля

Модераторы:

Белякова Наталья Александровна,
к.б.н., ВИЗР, Санкт-Петербург

Исмаилов Владимир Яковлевич,
к.б.н., ВНИИБЗР, Краснодар

Основные направления работы секции:

- природные ресурсы энтомофагов и их роль в биоценотической регуляции;
- биологический контроль вредителей как фактор микроэволюционных изменений в антропогенно-трансформированных экосистемах;
- биологический контроль и инвазионная биология: проблемы и пути решения;
- генетика и селекция эффективных энтомофагов;
- системы биологической защиты в интенсивном растениеводстве и органическом земледелии: эффективность, экономика, экологическая безопасность;
- технологии массового разведения энтомофагов; научное обеспечение промышленных и опытных биофабрик.

Секция 4. Вредители растений

Модераторы:

Фролов Андрей Николаевич,
д.б.н., ВИЗР, Санкт-Петербург

Сергеев Михаил Георгиевич,
д.б.н., НГУ, Новосибирск

Основные направления работы секции:

- изменения видового состава вредителей-фитофагов в агробиоценозах;
- разработка новых путей и технологических решений эффективного и безопасного управления динамикой численности вредных членистоногих в агробиоценозах;

- систематика вредных и полезных членистоногих;
- популяционная биология насекомых в агробиоценозах.

Секция 5. Биотехнология и молекулярная биология в защите растений

Модераторы:

Долгих Вячеслав Васильевич,

д.б.н., ВИЗР, Санкт-Петербург

Хлесткина Елена Константиновна,

д.б.н., ВИР, Санкт-Петербург

Основные направления работы секции:

- генно-инженерные методы в повышении устойчивости растений к фитопатогенам и вредителям;
- повышение эффективности микробиологических препаратов с использованием молекулярно-биологических подходов;
- молекулярные аспекты взаимоотношений растений с фитопатогенными микроорганизмами и фитофагами-вредителями;
- молекулярные аспекты взаимоотношений энтомопатогенов с насекомыми вредителями;
- современные молекулярные методы диагностики заболеваний растений;
- новые подходы (РНК интерференция, редактирование геномов, аптамеры и т.д.) в защите растений.

Секция 6. Иммуитет растений к вредным организмам

Модераторы:

Афанасенко Ольга Сильвестровна,

академик РАН, ВИЗР, Санкт-Петербург

Радченко Евгений Евгеньевич,

д.б.н., ВИР, Санкт-Петербург

Кочетов Алексей Владимирович,

член-корр. РАН, ИЦиГ СО РАН, Новосибирск

Основные направления работы секции:

- физиологические, генетические и молекулярные механизмы иммунитета растений к болезням и вредителям;
- успехи геномики и транскриптомики в идентификации генов устойчивости растений и определении их функций;
- эколого-биоценотические основы иммунитета растений (в т.ч. проблемы эволюции и эволюционного потенциала вредных организмов);
- практическое использование молекулярных маркеров генов устойчивости в селекции растений;
- достижения отечественной селекции в создании устойчивых к болезням и вредителям сортов сельскохозяйственных культур.

Секция 7. Химический метод защиты растений

Заседание 7А. Пестициды: эффективность и особенности применения

Модераторы:

Долженко Виктор Иванович,

академик РАН, ВИЗР, Санкт-Петербург

Спиридонов Юрий Яковлевич,

академик РАН, ВНИИФ, Московская обл.

Основные направления работы секции:

- значение химического метода в технологиях возделывания и системах защиты сельскохозяйственных культур;
- современное содержание и направления модернизации ассортимента пестицидов;
- разработка научно обоснованных регламентов применения новых химических препаратов;
- биологическая и хозяйственная эффективность современных химических средств защиты растений;
- обеспеченность отдельных культур и их групп средствами защиты растений;
- химические средства для борьбы с особо опасными вредными организмами;
- совершенствование способов применения пестицидов;
- безопасность пестицидов и контроль остаточных количеств их действующих веществ в урожае сельскохозяйственных культур и объектах окружающей среды.

Заседание 7Б. Резистентность вредных организмов к пестицидам

Модераторы:

Сухорученко Галина Петровна,

д.с.х.н., ВИЗР, Санкт-Петербург

Беньковская Галина Васильевна,

д.б.н., ИБГ УНЦ РАН, Уфа

Основные направления работы секции:

- мониторинг резистентности к инсектицидам и акарицидам в популяциях вредителей;
- изменение чувствительности фитопатогенов к фунгицидам в условиях интенсивного растениеводства;
- развитие резистентности у сорных растений к гербицидам;
- устойчивость грызунов к антикоагулянтным родентицидам;
- механизмы, определяющие формирование и распространение резистентности в популяциях насекомых и клещей.

Заседание 7В. Биорациональные пестициды

Модераторы:

Берестецкий Александр Олегович,

к.б.н., ВИЗР, Санкт-Петербург

Рогожин Евгений Александрович,

к.б.н., ИБХ РАН, Москва

Основные направления работы секции:

- природные соединения как основа разработки новых действующих веществ химических пестицидов (скрининг продуцентов БАВ, их характеристика, идентификация химической структуры, получение синтетических и рекомбинантных аналогов);
- пестициды на основе природных соединений, полученных из растительных и микробных экстрактов: разработка технологии получения и регламентов применения, оценка эффективности;
- биопрепараты, действие которых обусловлено биологически активными соединениями с антимикробными свойствами: разработка технологии получения и регламентов применения, оценка эффективности;
- природные стимуляторы иммунитета растений к насекомым-фитофагам и возбудителям заболеваний (хитозан, его химические модификации, пептидные «гормоны» и другие иммуномодуляторы).

Секция 8. Интегрированная защита растений: инженерные, организационные и экономические аспекты

Модераторы:

Лысов Анатолий Константинович,

к.т.н., ВИЗР, Санкт-Петербург

Алехин Владимир Тихонович,

к.б.н., ВНИИЗР, Воронежская обл.

Основные направления работы секции:

— совершенствование систем интегрированной защиты основных сельскохозяйственных культур;

- технологии точного земледелия в защите растений;
- интеллектуальные советующие системы для управления и оптимизации мероприятий по защите растений;
- цифровые технологии оценки экономической эффективности зонально-сортовых систем интегрированной защиты растений;
- новые технологии и средства механизации для рационального и безопасного применения средств защиты растений (наземное и авиационное опрыскивание, протравливание посевного и посадочного материала, аэрозольная обработка).

Сателлитные мероприятия:

С1. Круглый стол. Биологическая защита растений в теплицах

Ведущий:

Белякова Наталья Александровна,

к.б.н., рук. лаборатории биологической защиты растений ВИЗР, Санкт-Петербург

С2. Заседание ВПРС МОББ

Ведущий:

Долженко Виктор Иванович,

академик РАН, рук. центра биологической регламентации использования пестицидов ВИЗР, Санкт-Петербург

Для участников съезда будет организована выставка «*Современные агротехнологии в интенсивном растениеводстве и органическом земледелии*» с участием ведущих производителей средств защиты растений, агрохимикатов, научного оборудования и других товаров для сельского хозяйства и научных исследований.

Ознакомится с более подробной информацией и зарегистрироваться для участия в работе Съезда можно на сайте <http://vizrcongress2019.ru/>

К 90-летию ВИЗР

ВИЗР СЕГОДНЯ

ALL-RUSSIAN INSTITUTE OF PLANT PROTECTION TODAY

ВИЗР создан 25 июня 1929 года по инициативе академика Н.И. Вавилова как Всесоюзный научно-исследовательский институт по защите растений. Почти столетняя история института насыщена разнообразными событиями: замечательными научными и научно-практическими достижениями, переездами и реорганизациями, тяготами блокады Ленинграда во время Великой отечественной войны. За время существования ВИЗР в нем успешно трудилось много выдающихся исследователей и организаторов науки. Многие десятки специалистов, работающих и работавших на территории бывшего СССР, прошли обучение в аспирантуре ВИЗР.

Институт выступает в качестве организации-лидера отечественной фитосанитарии, центра научной, инновационной и образовательной деятельности по защите растений в российском и международном научном пространстве. ВИЗР обеспечивает реализацию приоритетных фундаментальных и прикладных разработок, послевузовского образования в области фитосанитарии, международных бизнес-проектов по внедрению современных агротехнологий на территории России и сопредельных стран (Белоруссии, Казахстана и Китая).

Основные цели и задачи ВИЗР, определенные государством 90 лет назад, сохраняют свою актуальность и сейчас. Это, прежде всего, прорывные исследования в области защиты растений, создание новых фитосанитарных

агротехнологий для укрепления продовольственной и экологической безопасности России, повышение качества продуктов питания и конкурентоспособности отечественного сельхозпроизводства. Решение этих задач необходимо для обеспечения технологической независимости страны и улучшения качества жизни населения.

Приоритетными направлениями исследований института являются:

- мониторинг вредных организмов и фитосанитарное районирование территории РФ с использованием современных технологий;
- разработка эколого-генетических принципов создания устойчивых сортов и технологий их использования для предотвращения массового распространения болезней, вредителей и сорных растений;
- освоение биоресурсов полезных организмов для создания новых средств биологической защиты растений и разработка методов управления популяциями энтомофагов и энтомопатогенов в агроценозах;
- формирование ассортимента современных средств защиты растений, обеспечивающего фитосанитарную устойчивость агроценозов, и создание новых биорациональных химических средств защиты растений;
- разработка системы фитосанитарного оздоровления агроэкосистем на основе технологий интегрированной защиты сельскохозяйственных культур.

СВЕТЛОЙ ПАМЯТИ М.А. БУЛЫГИНСКОЙ

IN MEMORY OF M.A. BULYGINSKAYA



12 января 2019 г. ушла из жизни Мария Александровна Булыгинская – доктор биологических наук, профессор, проработавшая в нашем институте 48 лет. С ее именем связано развитие нового направления в защите растений – борьба с вредными насекомыми путем их химической стерилизации.

М.А. Булыгинская родилась 8 июля 1928 г. в г. Троицк (ныне Гатчина) Ленинградской области и всю жизнь прожила в Ленинграде – Санкт-Петербурге. Ее отец работал в Лесотехнической академии заведующим кафедрой ремонта и монтажа лесных машин. Мать после окончания филологического факультета Педагогического института преподавала в школе русский язык и литературу. Воспитание в семье ленинградских интеллигентов, несомненно, повлияло на дальнейшую жизнь и судьбу Марии Александровны.

В 1946 г. она поступает в Ленинградский государственный университет (ЛГУ им. А.А. Жданова) на биологический факультет. В 1951 г. заканчивает кафедру зоологии позвоночных животных, получает диплом с отличием и по рекомендации Ученого совета факультета поступает в аспирантуру ВИЗР. Дальнейшее обучение и подготовка диссертации проходят в лаборатории прогнозов размножения массовых вредителей сельскохозяйственных культур под руководством ее заведующего, профессора И.Я. Полякова. В дружном коллективе зоологической группы Мария Александровна получила большой опыт полевой экспедиционной работы. Основной задачей зоологов в те годы было создание методологии прогнозов распространения вредных грызунов для успешной борьбы с ними в разных регионах страны. Мария Александровна занималась прогнозированием численности большой песчанки – массового вредителя сельскохозяйственных культур в Южном Узбекистане.

После окончания аспирантуры и успешной защиты кандидатской диссертации Мария Александровна переходит в лабораторию энтомологии, где начинается новый этап ее научной деятельности. Хорошее университетское образование, неиссякаемая энергия и большая

работоспособность позволяют достаточно быстро адаптироваться к новой для нее области знаний – сельскохозяйственной энтомологии. С 1962 г. М.А. Булыгинская начинает проводить исследования по разработке методов половой стерилизации вредных чешуекрылых. С 1966 г. она становится бессменным руководителем общеинститутской темы «Биологическое обоснование и разработка методов половой химической стерилизации вредителей сельскохозяйственных культур». В это время особенно ярко проявились ее незаурядные организаторские способности, в том числе во время ежегодных экспедиций и командировок по стране и за ее рубежами.

Защиту докторской диссертации в 1983 г. следует считать логическим завершением многолетних плодотворных исследований по данной тематике. Мария Александровна становится признанным авторитетом и ведущим специалистом в этой области защиты растений и сельскохозяйственной энтомологии. В последующие годы исследования продолжались и были направлены на изучение и практическое использование другого класса биологически активных веществ – феромонов.

На протяжении многих лет М.А. Булыгинская, с присущим ей энтузиазмом, занималась подготовкой аспирантов ВИЗР. Она воспитала плеяду высококвалифицированных специалистов. Двадцать семь аспирантов под её руководством защитили кандидатские диссертации, двое из них – докторские, а один стал академиком.

Всю сознательную жизнь Мария Александровна посвятила служению Науке. Всем, кто её знал, она запомнилась своей увлеченностью и преданностью раз и навсегда выбранному делу. Её отличало особое, очень ответственное отношение к работе, высокий профессионализм, общая культура и интеллигентность во всем. Многих она одарила радостью настоящей бескорыстной дружбы. Мария Александровна навсегда останется в нашей памяти авторитетным Учителем, дорогим Другом, Человеком большой души, всегда готовым прийти на помощь. Прощайте, Мария Александровна.

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

GUIDES FOR AUTHORS

В «Вестнике защиты растений» публикуются результаты оригинальных исследований в формате полнотекстовых статей и кратких сообщений, обзорные работы в виде полнотекстовых и мини-обзоров, дискуссионные заметки (комментарии к опубликованным статьям, ответы на комментарии) и хроника событий, имеющих отношение к защите растений (объявления о предстоящих и отчёты о прошедших мероприятиях, памятные даты, некрологи и т.п.).

Журнал пропагандирует современные методы защиты растений, включая создание устойчивых сортов растений и биологические средства борьбы с вредными объектами; фитосанитарный мониторинг агроэкосистем; инновационные подходы, технологию, экономику и экологическую безопасность применения средств защиты растений.

Периодичность выхода журнала 4 раза в год. Электронные версии статей в формате PDF публикуются в открытом доступе на сайте журнала. Журнал публикует статьи на русском или английском языке. Редакция оставляет за собой право перевода на английский язык рукописей, поданных на русском языке (с обязательным согласованием окончательного текста с авторами). Ниже приведены требования к оформлению рукописей, подаваемых на русском языке. Требования к оформлению рукописей на английском языке можно найти в соответствующем разделе англоязычной версии вебсайта журнала (<http://www.vestnik.vizrspb.ru/guides-for-authors.html>).

Рукопись представляется в виде электронного документа (файла), совместимого с MS Office Word. Предпочтительный формат – DOC, также допускаются RTF и другие совместимые форматы, если их использование не приводит к искажению содержимого. Отдельно предоставляются файлы с рисунками (см. далее) и сведениями об авторах (с указанием места работы, рабочего адреса, контактного телефона и адресов электронной почты автора, отвечающего за переписку). Файлы с текстом рукописи и другими данными прикладываются к электронному письму, направляемому в редакцию по адресу vestnik@vizr.spb.ru. В названиях файлов используется только символы латиницы, арабские цифры, для разделения слов – знак нижнего подчёркивания «_». Первым словом служит фамилия первого автора статьи, также рекомендуется использовать слова и аббревиатуры «text» (для файла с текстом рукописи), «authors» (для файла со сведениями об авторах), «figure1» (для файлов с рисунками), «YRYW» (для рукописей, оформленных в рамках опции «Your paper – your way»), «resubmit1» (для повторной подачи рукописи, исправленной в соответствии с замечаниями). В тексте письма указываются согласие всех авторов на публикацию материалов; автор, отвечающий за переписку; формат статьи (полнотекстовый обзор, мини-обзор, полнотекстовая статья, краткое сообщение, комментарий к статье и т.п.); способ оформления рукописи (строгое соблюдение

требований к оформлению или предварительная версия в рамках опции «your paper – your way») и т.п. Шаблон письма доступен для скачивания на сайте журнала в виде простого текста (Приложение 1). Копия рукописи в печатном виде передаётся или высылается на почтовый адрес редакции. Дальнейшая работа (рецензирование, сообщения о решениях редакции, передача авторских прав, научное и техническое редактирование, согласование макета редакцией и авторами и т.п.) ведётся по электронной почте с указанным автором.

В случае принятия рукописи к печати, её автор(ы) передают права на воспроизведение, распространение и доведение до общего сведения издателю журнала «Вестник защиты растений» путём заключения договора о передаче авторских прав (полный текст договора доступен для скачивания на сайте журнала в форматах DOCX, DOC и PDF). В связи с этим, рукопись или её части не могут быть опубликованы где-либо на каком-либо языке без письменного согласия правопреемника – Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений».

Автор(ы) гарантируют, что ранее рукопись или ее части не публиковались, в ней отсутствует плагиат и иные формы неправомерного заимствования данных, а произведенные заимствования текста, таблиц, схем и иллюстраций оформлены в надлежащей форме. Автор(ы) несут ответственность за точность приведенных фактов, цитат, статистических данных и иных сведений.

Рукописи статей, оформленные с нарушением настоящих правил, не рассматриваются. **Авторы имеют право представить предварительную версию статьи без соблюдения специального форматирования, требуемого журналом (опция «Your paper – your way»), о чём необходимо сообщить в сопроводительном письме. В этом случае авторам будет предоставлена возможность отформатировать титульный лист и список литературы после того, как статья будет принята к печати.**

Плата за обработку и публикацию статей не взимается. Рукописи не возвращаются.

По всем возникающим вопросам просим обращаться по электронной почте:

vestnik@vizr.spb.ru; ytokarev@vizr.spb.ru

Требования к оформлению рукописи

Размер рукописи определяется в зависимости от типа статьи (Приложение 2, Таблица 1). Краткое сообщение, как и другие типы статей, представляет собой законченную работу (а не предварительные данные незавершенного исследования). Текст должен быть отформатирован единообразно с учётом приведенных указаний, без

использования множественных пробелов и знаков табуляции в качестве абзацных отступов и внутри абзацев.

Содержимое титульной страницы не требует специального форматирования, копирующего стиль оформления в печатной версии журнала. Достаточно привести всю необходимую информацию текстом, набранном в нижнем

регистре, стандартным шрифтом, без абзацных отступов, с выравниванием по левому краю.

В первом абзаце приводится категория статьи по классификатору OECD+Web of Science (Приложение 2, Таблица 2), например: «4.01+MU».

Во втором абзаце указывается тип статьи (Приложение 2, Таблица 1).

В третьем абзаце размещается **название статьи в нижнем регистре (строчными буквами)**. Верхний регистр (прописные буквы) используются только для начальных символов первого слова предложения и имен собственных, в аббревиатурах и т.п.). Латинские названия таксонов приводятся полностью, без авторов, кроме случаев, когда отсутствие указания авторов может привести к путанице.

В четвертом абзаце даются инициалы и фамилии авторов через запятую.

В пятом абзаце отображаются наименование места работы (для научных и образовательных учреждений – без указания официальных аббревиатур ведомственной принадлежности – ФГБНУ, ФГБОУ ВО и т.п.), город, страна. Если организаций несколько, каждая размещается на новой строке, для указания места работы авторов используются арабские цифры в формате надстрочных знаков. Если авторов более одного, после ФИО автора, ответственного за переписку, ставится знак «*».

В шестом абзаце располагается **Аннотация**, без заголовка и разбивки на абзацы, простым текстом, без цитирований, специальных символов и знаков форматирования. Задача аннотации – изложить основное содержание статьи в кратком виде, чтобы оно было понятно без обращения к основному тексту. Размер аннотации зависит от типа статьи (Приложение 2, Таблица 1). Числительные, если не являются первым словом в предложении, передаются цифрами. При использовании аббревиатур (кроме общепринятых: АПК, ВТО, ДНК, НДС, ПЦР, РНК и т.п.) необходима их расшифровка при первом упоминании. Латинские наименования таксонов приводятся полностью.

В седьмом абзаце приводится от 4 до 8 ключевых слов или словосочетаний, перечисленных через запятую, в единственном числе (за исключением терминов, употребляемых только во множественном числе), без предлогов и союзов. Ключевые слова должны отражать тематику статьи, но не повторять её название.

Далее идет основной текст статьи (выравнивание по ширине страницы, абзацный отступ 1 см). Заголовки разделов выравниваются по центру, без отступов, размещаются на отдельной строке и выделяются полужирным шрифтом. Структура полнотекстовой статьи включает следующие обязательные разделы: **Введение, Материалы и методы, Результаты, Обсуждение**. Краткое сообщение имеет такую же структуру, но в один раздел объединяются **Результаты и обсуждение**. В тексте обзорных статей следует использовать названия разделов, отражающие их содержание, либо не выделять разделы.

Требования к форматированию текста следующие: шрифт Times New Roman для набора основного текста, таблиц и подписей к рисункам, Arial для рисунков, Symbol для символов греческого алфавита; размер шрифта (кегель) основного текста, заголовков, подписей к рисункам и названий таблиц – 12 пунктов, в таблицах – 9 пунктов; межстрочный интервал «одинарный»; ориентация

страницы «книжная»; все поля страницы – 2 см; стиль абзаца «Обычный»; стили для форматирования символов не используются; дробная часть числа отделяется точкой; знак процента «%» и градуса «°» отделяется от числового значения пробелом, например, «24 °C». Границы числовых диапазонов разделяются коротким тире без пробелов ("34–51"). После сокращений единиц времени («ч», «мин», «сек») точки не ставятся (если только ими не заканчивается предложение).

Формулы строятся в стандартном редакторе формул Microsoft Word либо предоставляются в виде черно-белых растровых изображений с разрешением не менее 600 dpi.

Латинские названия таксонов даются в соответствии с современной номенклатурой; названия видов приводятся полностью при первом упоминании в основном тексте с указанием автора, а также полностью (но без указания авторства) при первом упоминании в аннотации, таблицах и подписях к рисункам; при повторном упоминании родовой эпитет сокращается. Видовые и родовые эпитеты выделяются курсивом.

Таблицы размещаются в тексте статьи, непосредственно после абзаца с первой ссылкой на таблицу. **Рисунки** предоставляются в виде отдельных файлов, при этом в тексте размещается копия рисунка с подписью к нему после абзаца с первой ссылкой на рисунок (как указатель для размещения оригинального рисунка в финальном макете). Допустимая ширина рисунков 18.1 см. Растровые изображения (фотографии и т.п.), предоставляются в формате TIFF или JPEG (максимального качества), в черно-белом (Grayscale) исполнении, с разрешением не менее 300 точек на дюйм (dpi). Диаграммы и графики выполняются без использования цветных элементов, стандартными средствами, совместимыми с MS Excel, и предоставляются в двух формах – как растровое изображение (см. выше) и как исходный файл формата XLS (доступный для редактирования). Рисунки и таблицы не должны дублировать содержание друг друга.

Ссылки на литературные источники приводятся в круглых скобках, фамилии авторов отделяются от года запятой. Для всех ссылок с указанием авторов (редакторов) приводятся фамилия автора и год, для двух авторов перечисляются обе фамилии (через запятую), для трёх и более авторов после фамилии первого автора ставится «и др.» и «et al.» для ссылок на кириллице и латинице, соответственно. Для публикаций и электронных ресурсов, не имеющих авторов (редакторов), приводится полное название (если оно состоит менее, чем из пяти слов), либо первые одно-четыре слова названия с многоточием. Возможно использование элементов ссылки (фамилии автора или названия источника) в качестве членов предложения с указанием в скобках года издания. Примеры цитирования библиографических ссылок в тексте: «Исследованиями Beznoussenko с соавт. (2007) установлено ...»; «согласно методике, предложенной Сухорученко, Ивановой (2013)»; «в соответствии с Index Fungorum (2018)»; «по сведениям, приведенным в «Списке пестицидов и агрохимикатов ...» (2018)»; «как показано ранее (Калько и др., 2001)»; «с помощью стандартных подходов, рекомендованных для данных объектов (Долженко, 2009)». Для нормативных документов указывается тип и номер документа: «ГОСТ 21507-2013; СНиП II-108-78; ТУ 9291-007-00479563-98».

При цитировании нескольких работ их располагают в скобках в порядке возрастания года публикации, сначала ссылки на кириллице, затем на латинице, через точку с запятой. При совпадении автора и года издания у цитируемых работ им присваиваются последовательные буквенные индексы соответствующего алфавита (Павлюшин, 2017а, 2017б; Afanasenko et al., 1999b).

Допускаются библиографические ссылки на статьи в журналах и сборниках статей, книги, главы в книгах, авторефераты диссертаций и диссертации, электронные издания, патенты, нормативные документы и справочные материалы. В случае необходимости, допускается цитирование материалов крупных международных конференций и съездов (в случае обоснования их принципиальной важности для целей публикации, по согласованию с редакцией). В отдельных случаях возможны ссылки на авторские неопубликованные данные и на личные сообщения коллег («Лежневская В.Н., неопубликованные данные; Токарев Ю.С., личное сообщение»). Ссылки на материалы ограниченного доступа (научные отчёты институтов, не доступные онлайн, и т.п.) не допускаются.

После основного текста приводится **Библиографический список (References)**. Все описания в нем должны быть оформлены единообразно, в алфавитном порядке, сначала на кириллице, затем на латинице (Приложение 3). После фамилии автора указываются инициалы без точек и пробелов, при перечислении нескольких авторов используется запятая. Если авторов более пяти, ФИО авторов, начиная с пятого, заменяются на обозначение «и др» и «et al» для записей на кириллице и латинице, соответственно; точка не ставится. После ФИО авторов указывается год издания в круглых скобках, название публикации, точка, *название издания, выделенное курсивом*. Названия русскоязычных изданий даются без сокращений, названия журналов на латинице (английский, немецкий, французский, испанский и т.п.) сокращаются по правилам National Library of Medicine (<https://www.nlm.nih.gov/tsd/cataloging/constructtitleabbrev.html>); точки не ставятся. Далее указываются численные указатели без пробелов: номер тома, номер выпуска в круглых скобках (при наличии), двоеточие, номер первой страницы, короткое «тире» (не путать с дефисом!), последняя страница. В случае, если взамен системы том-выпуск выпуска журнала имеют двойную нумерацию, в скобках указывается сквозной номер, например: «4(98)». При наличии цифрового идентификатора объекта (DOI) его необходимо указывать в конце библиографической записи в формате «[http://doi.org/10.31993/2308-6459-2018-4\(98\)-5-12](http://doi.org/10.31993/2308-6459-2018-4(98)-5-12)», в этом случае после номера последней страницы ставится точка; если же после номера последней страницы идет указание оригинального языка публикации в круглых скобках: «(In Chinese)», точки не ставятся, правая скобка отделяется от ссылки DOI пробелом.

При цитировании книги указывается автор, год, название, город и место издания (разделяются двоеточием), количество страниц («28 с.»). Названия городов «Москва», «Ленинград», «Санкт-Петербург» сокращаются до «М.», «Л.» и «СПб.».

При цитировании главы книги после ФИО авторов, года и названия главы используется указатель «В кн.:» (для ссылок на кириллице) или «In:» (для ссылок на латинице), затем приводятся ФИО редакторов с указателем «(ред)» (для ссылок на кириллице) или «(ed)»/«(eds)» (для ссылок на латинице для единственного и множественного числа, соответственно), название книги, место издания, издательство, диапазон страниц. Там, где нет скобок, элементы ссылки отделяются друг от друга точкой.

По аналогичным принципам формируются иные виды ссылок (см. приведённые ниже примеры). При цитировании диссертационных работ используется сокращение «дисс.» или «автореф. дисс.», многоточие и соответствующая ученая степень (к.б.н., к.с.-х.н. и т.п.). Данный раздел ссылки выделяется курсивом, затем ставится точка и указывается город, где расположена организация, в которой выполнена работа, точка, количество страниц (см. выше). Для ссылок на латинице дается обозначение «PhD Thesis».

При цитировании онлайн-ресурсов перечисляются через точку ФИО автора, название страницы и/или ресурса, URL в формате <http://www.domain2.domain1/site>, дата обращения в круглых скобках (без точек). При отсутствии ФИО автора ссылка начинается с названия страницы/ресурса.

После основного списка литературы приводится раздел **Translation of Russian References** (Приложение 4). В нём приведён список всех цитируемых работ на кириллице, для которых используется описанный выше формат. В ссылках на журнальные статьи название публикации переведено на английский язык (желательно использовать опубликованный перевод названия, при наличии) и выделено квадратными скобками, а имена авторов транслитерированы согласно правилам транслитерации Госдепартамента США (<http://transliteration.ru/gosdep/>). Для книг и сборников под общей редакцией указывается выделенное курсивом транслитерированное название, затем в квадратных скобках – перевод на английский. Для материалов конференций приводится перевод названия работы в квадратных скобках, затем – название сборника в транслитерированном (курсивом) и англоязычном варианте (в квадратных скобках). Место издания приводится в полном виде в англоязычной, а не транслитерированной форме («St. Petersburg», а не «Sankt-Peterburg»). Названия издательства транслитерируются. В конце ссылки в скобках указывается язык публикации, например: «(In Russian)», при наличии – ссылка на DOI (по образцу, приведённому в Приложении 3). В случае, если цитируемая в русскоязычной версии статья имеет переводную версию, предпочтительно приводить не перевод библиографической записи русскоязычной работы, а ссылку на переводную версию статьи с соответствующим DOI.

В конце рукописи, после библиографического списка, дублируется информация титульной страницы до Введения, то есть первых семи абзацев (см. выше), **на английском языке**.

Приложение 1**Образец сопроводительного письма**

В редакцию журнала «Вестник защиты растений» Направляется рукопись для рассмотрения редакцией.

- 1) Название статьи (вставить):
2) Авторы статьи (вставить, отметить знаком «*» ответственного за переписку):

*автор, ответственный за переписку (для случаев, когда авторов более одного)

- 3) Тип статьи (стереть ненужное):

Полнотекстовый обзор

Мини-обзор

Полнотекстовая статья

Краткое сообщение

Хроника

- 4) Способ подачи (стереть ненужное):
рукопись, оформленная с соответствии с требованиями журнала

предварительная версия для рецензирования («youг paper – youг way»)

Предлагаемая работа представляет собой оригинальное исследование (для обзоров – содержит оригинальный анализ литературных данных). Авторы гарантируют отсутствие в рукописи некорректных заимствований и цитирования и прочих нарушений Этических принципов, принятых редакцией. Авторы согласны с принятым редакцией порядком рецензирования и редактирования статей, изложенным на сайте журнала.

Авторы доверяют автору, указанному в качестве ответственного за переписку, оформление рукописи и лицензионного договора (в случае принятия рукописи к печати).

дата

ФИО автора, ответственного за переписку

Место работы

Должность

Приложение 2

Таблица 1. Рекомендуемый объем рукописи в зависимости от типа статьи

Тип статьи	Максимальное количество страниц текста*	Максимальное количество единиц иллюстративного материала (таблиц и рисунков)**	Объем аннотации (количество слов)
Полнотекстовый обзор	20	10	150–250
Мини-обзор	8	4	100–150
Полнотекстовая статья	12	6	150–250
Краткое сообщение	4	2	100–150
Дискуссионная заметка	2	1	нет
Хроника	4	2	нет

*страницы документа RTF, отформатированные согласно настоящим Правилам

**при условии, что 1 единица иллюстративного материала занимает 0.5 страницы.

Таблица 2. Основные коды классификатора OECD+Web of Science в соответствии со специальностями ВАК

Специальность ВАК	Классификатор OECD+WoS
03.02.05 Энтомология	1.06+IY (Entomology)
03.02.12 Микология	1.06+RQ (Mycology)
06.01.01 Общее земледелие растениеводство	4.01+AM (Agronomy)
06.01.04 Агрохимия	4.01+XE (Soil Science)
06.01.05 Селекция и семеноводство сельскохозяйственных растений	4.01+AM (Agronomy)
06.01.06 Луговое хозяйство и лекарственные эфирно-масличные культуры	4.01+AM (Agronomy)
06.01.07 Защита растений	4.01+AM (Agronomy)
06.01.08 Плодоводство, виноградарство	4.01+MU (Horticulture)
06.01.09 Овощеводство	4.01+MU (Horticulture)

Приложение 3**Примеры оформления раздела Библиографический список**Статьи из журналов и периодических сборников:

Калько ГВ, Воробьев НИ, Лагутина ТМ, Новикова ИИ (2001) Ингибирование микробами-антагонистами фитопатогенного гриба *Fusarium oxysporum* в торфогрунте. *Микология и фитопатология* 35(3):66–75

Статьи с более чем четырьмя авторами:

Beznoussenko GV, Dolgikh VV, Seliverstova EV, Semenov PB et al (2007) Analogs of the Golgi complex in microsporidia: structure and vesicular mechanisms of function. *J Cell Sci* 120(7):1288–1298. <http://doi.org/10.1242/jcs.03402>

Статьи из журналов со сквозной нумерацией

Митина ГВ, Козлова ЕГ, Пазюк ИМ (2018) Влияние биопрепарата вертициллин М на основе экстракта энтомопатогенного гриба *Lecanicillium muscarium* и его инсектицидных метаболитов на

энтомофагов защищенного грунта. *Вестник защиты растений* 2(96):28–35. [http://doi.org/10.31993/2308-6459-2018-2\(96\)-28-35](http://doi.org/10.31993/2308-6459-2018-2(96)-28-35)

Статьи из неперидического сборника:

Сухорученко ГИ, Иванова ГП (2013) Обыкновенный паутинный клещ. Мониторинг резистентности к пестицидам в популяциях вредных членистоногих. Методические рекомендации. СПб.: ВИЗР. 14–16

Книги:

Знаменский ВС, Лямцев ЯИ, Новикова ЕН (1982) Рекомендации по надзору за непарным шелкопрядом. М.: ВНИИЛМ. 28 с.

Agrios GN (2005) Plant pathology. Fifth Edition. San Diego: Elsevier. 952 p.

Главы в книгах:

Бахвалов СА (2000) Вирозы насекомых. В кн.: Глупов ВВ (ред) Патогены насекомых: структурные и функциональные аспекты. М.: Круглый год. 20–75

Palomares LA, Ramirez OT (1998) Insect cell culture: recent advances, bioengineering challenges and implication in protein production. In: Galindo E, Ramirez OT (eds) Advances in bio-process engineering II. Dordrecht: Kluwer Academic. 25–52

Методические пособия и прочие издания под общей редакцией:

Долженко ВИ, ред (2009) Методические указания по регистрационным испытаниям инсектицидов, акарицидов, моллюскоцидов и родентицидов в сельском хозяйстве. СПб.: ВИЗР. 322 с.

Материалы и тезисы конференций:

Степанова НГ (2013) Система защиты семенного картофеля от болезней и вредителей в Северо-Западном регионе. Материалы Третьего Всероссийского съезда по защите растений «Фитосанитарная оптимизация агроэкосистем». 1:183–185

Диссертационные работы:

Сибикеев СН (2002) Чужеродные гены в селекции яровой мягкой пшеницы на устойчивость к листовой ржавчине. *Дисс. ... д.б.н.* Саратов. 200 с.

Долженко ТВ (2017) Биологизация и экологическая оптимизация ассортимента средств защиты сельскохозяйственных культур от вредителей. *Автореф. дисс. ... д.б.н.* СПб. 43 с.

Приложение 4Примеры оформления раздела **Translation of Russian References**

- Vasyukova NI, Ozeretskoykaya OL, Chalenko GI, Gerasimova NG et al (2010) [Immunizing activity of chitosan derivatives with salicylic acid and its fragments]. *Prikladnaya biokhimiya i mikrobiologiya* 46(3):379–384 (In Russian)
- Babich NV, Yakovlev AA (2018) [Laboratory methods of estimation of biological efficiency of plant protection rodenticides from voles of genus *Microtus*]. *Vestnik zashchity rasteniy* 4(98):58–62 (In Russian) [http://www.doi.org/10.31993/2308-6459-2018-4\(98\)-58-62](http://www.doi.org/10.31993/2308-6459-2018-4(98)-58-62)
- Chenkin AF, Zakharenko VA (1979) *Spravochnik agronoma po zaschite rasteniy* [Handbook of agronomist in plant protection]. Moscow: Rosselkhozizdat. 352 p. (In Russian)
- Dedkov VP, Volodina AA, Gubareva IYu (2006) [Review of fungi of the Kaliningrad region]. In: Dedkov VP, Gubareva IYu (eds) *Bioraznoobraziye Kaliningradskoy oblasti. Chast 1. Griby, lishayniki, plauny, khvoshchi i paporotniki Kaliningradskoy oblasti* [Biodiversity of the Kaliningrad region. Part 1. Fungi, lichens, mosses, horsetails and ferns in Kaliningrad region]. Kaliningrad: Baltiyskiy federalnyy universitet imeni Immanuila Kanta. 6–78 (In Russian)
- Dolzhenko VI, ed (2009) *Metodicheskie ukazaniya po registratsionnym ispytaniyam insektitsidov, akaritsidov, molluskitsidov i rodentitsidov v selskom khozyaystve* [Guides for registration trials of insecticides, acaricides, molluscicides and rodenticides in agriculture]. St. Petersburg: VIZR. 322 p. (In Russian)
- Mikhailova LA (1996) *Zakonomernosti izmenchivosti populyatsiy vzbudatelya buroy rzhavchiny i geneticheskiy control ustoichivosti pshenitsy k bolezni* [Variability patterns of the brown rust agent and genetic control of wheat resistance to the disease]. *Abstr. Dr. Biol. Thesis*. St. Petersburg. 63 p. (In Russian)
- List of pesticides and agrochemicals approved for usage on the territory of Russian Federation (2018) Appendix to the journal «Zashchita i karantin rasteniy» 5:720–725 (In Russian)
- GOST 21507-2013. Plant Protection. Terms and definitions (2014) Moscow: Standartinform (In Russian)
- Stepanova ND (2013) [Seed potato protection system against diseases and pests in the North-West region]. *Fitosanitarnaya optimizatsiya agroekosistem. Materialy Tret'yego Vserossiyskogo Syezda po zashchite rasteniy* [Phytosanitary optimization of agroecosystems. Proc. 3rd All-Russ. Congr. Plant Protection]. 1:183–185 (In Russian)

Научное издание.

Индекс 36189

Подписано к печати 19 марта 2019 г.

Формат 60x84/8. Объем 8 п.л. Тираж 250 экз. Заказ 012

Отпечатано в ООО «АльфаМиг»

188322, Ленинградская обл., г. Коммунар, ул. Ижорская